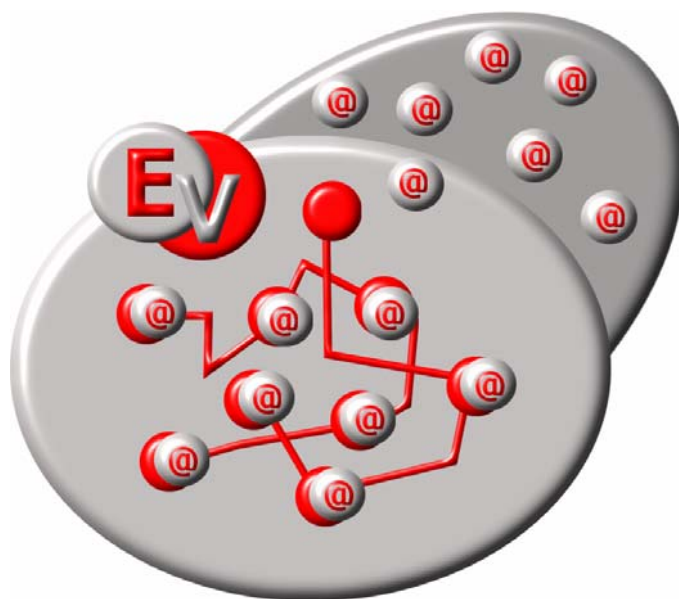


# Desenvolvimento de um sistema de planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais



Luís Carlos Magalhães Pires

Tese submetida à Escola de Engenharia da Universidade do Minho para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas, sob orientação científica do Doutor Dinis Carvalho, Professor Associado da Universidade do Minho



Guimarães, 2004

## Agradecimentos

---

A todos aqueles que directa ou indirectamente, com maior ou menor intensidade, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## Resumo

---

Nas duas últimas décadas observaram-se no mundo um conjunto de alterações sociais, políticas e económicas que empurraram as sociedades para uma nova ordem economia. A designada nova economia assenta as suas bases no fenómeno da globalização, suportada e incentivada pelos desenvolvimentos ocorridos ao nível das tecnologias de informação e comunicação. A sua influência proporciona profundas alterações no mercado, concretizadas numa abertura ao exterior e consequente surgimento de novos competidores globais. Essas alterações repercutem-se ao nível do ciclo de vida dos produtos, diversidade dos produtos e produtos feitos à medida do cliente

A forma de relacionamento entre empresas tende a repercutir essas alterações. O conceito de empresa virtual começa a desenhar-se como o novo tipo de organização empresarial capaz de proporcionar uma resposta competitiva às solicitações da nova economia.

No entanto, a materialização desse conceito é uma tarefa que não se apresenta fácil. As dificuldades que surgem situam-se ao nível da confiança, legislação, estruturas de suporte, segurança ou dificuldades de coordenação, para citar apenas alguns obstáculos.

As empresas existentes, tradicionalmente hierarquizadas que assentam a sua organização estrutural em departamentos e secções, não têm os seus sistemas (produtivos, marketing, financeiros) orientados para estes novos paradigmas organizacionais.

Tendo em conta o cenário apresentado, nesta tese apresenta-se o conceito de Sistema Produtivo Autónomo (SPA), como uma possível resposta às necessidades de reorganização interna das empresas, para fazer face às solicitações deste novo paradigma.

Propõe-se também uma arquitectura de referência para a organização da empresa virtual, acompanhada de uma estrutura de suporte funcional que permite a articulação entre todas as entidades envolvidas.

Sabendo-se das dificuldades em que as abordagens tradicionais dos sistemas de planeamento e controlo da produção incorrem quando confrontadas com o tipo de actividades que caracterizam a operação de uma empresa virtual, propõe-se nesta tese um modelo de planeamento e controlo da produção orientado para empresas virtuais, particularizando a situação em que estas são formadas em torno do conceito de SPA.

Como forma de suporte e avaliação das funcionalidades previstas no modelo conceptual proposto, foi desenvolvida e implementada uma aplicação protótipo designada por APOEV – Aplicação Protótipo para Operação de Empresas Virtuais. Esta aplicação implementada em linguagem PHP interligada com a base de dados MySQL, permite emular o funcionamento do modelo com base nas perspectivas do cliente, SPAs encarregues de funções genéricas e do gestor da empresa virtual.

## Abstract

---

In the last two decades, a new economy has emerged in the world as a consequence of social, political and economical changes. Among its defining characteristics is the globalization phenomenon, supported and stimulated to one degree or another by revolutionary advances in information technologies. The influence of this concept affords dramatic changes in the market, traduced in the openness to outside competitors, having, as a consequence, changes in products life cycle, products variety and in the appearance of personalized products.

The relation around virtual enterprise concept seems to be the new organizational paradigm that copes with the needs of this new economy. However, the materialization of virtual enterprise concept it is not an easy task due to some obstacles concern on trust, legislation, security, support structures or coordination problems.

Existing enterprises, that support its structural organization in hierarchical departments and sections, haven't its systems focused to these new organizational paradigms.

Considering this environment, in this work we present the concept of Autonomous Production System (APS) as one possible answer to a new organization within each enterprise in order to cope with this new paradigm.

It is also proposed a reference framework to organize the virtual enterprise along with a functional support structure that allows the overall entities coordination.

In the same way, knowing that traditional approaches of production planning and control do not feet the operation needs in this environment, it is also proposed a production planning and control system oriented to virtual enterprises operation. It focuses on virtual enterprises which are SPA based.

To support and evaluate the functionalities of the proposed system, it was developed a prototype originally named APOEV (in English PAVEO – Prototype Aplicacion for Virtual Enterprise Operation). This prototype was developed in PHP connected to a MySQL database and intends to emulate the operation of the model in three different perspectives: (i) the client perspective, (ii) APS that perform regular tasks and (iii) the virtual enterprise manager.

## Índice

---

<b>Agradecimentos</b>	<b>ii</b>
<b>Resumo</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iv</b>
<b>Índice</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>xii</b>
<b><i>1 – Introdução</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b>1.1 – Motivação</b>	<b>1</b>
<b>1.2 – Contributos e Objectivos</b>	<b>4</b>
<b>1.3 – Enquadramento</b>	<b>7</b>
<b>1.4 – Metodologia</b>	<b>8</b>
<b>1.5 – Organização e resumo da dissertação</b>	<b>9</b>
<b>1.6 – Apoios</b>	<b>10</b>
<b><i>2 – As Empresas Virtuais</i></b>	<b><i>11</i></b>
<b>2.1 – Introdução</b>	<b>11</b>
<b>2.2 – A necessidade de novos paradigmas organizacionais</b>	<b>11</b>
2.2.1 – Evolução do mercado e filosofias de produção	12
2.2.2 – Globalização	17
2.2.3 – Tecnologias de Informação e Comunicação	19
<b>2.3 – Formas de cooperação electrónica</b>	<b>22</b>
<b>2.4 – Conceito de Empresa Virtual</b>	<b>24</b>
2.4.1 – Definição e características	25
2.4.2 – Terminologia associada	29
2.4.3 – Ciclo de vida	31
2.4.4 – Limitações	32
<b><i>3 – Planeamento e controlo da produção</i></b>	<b><i>36</i></b>
<b>3.1 – Introdução</b>	<b>36</b>

<b>3.2 – Conceito e breve reflexão terminológica</b>	<b>36</b>
<b>3.3 – Em ambiente de empresa tradicional</b>	<b>39</b>
3.3.1 – Tarefas típicas do planeamento e controlo da produção	39
3.3.2 – Estrutura de um sistema de planeamento e controlo da produção	40
3.3.3 – Abordagens ao Planeamento e Controlo da Produção	43
3.3.4 – Um mundo em mudança	51
<b>3.4 – Em ambiente de empresa virtual</b>	<b>52</b>
3.4.1 – Principais inadequações das abordagens tradicionais	55
3.4.2 – A questão da hierarquia	57
<b>3.5 – Abordagens de referência</b>	<b>58</b>
3.5.1 – National Industrial Information Infrastructure Protocols (NIIP)	59
3.5.2 – PRODNET II	61
3.5.3 – X-CITTIC	64
<b>4 – EV baseada em Sistemas Produtivos Autónomos</b>	<b>67</b>
<b>4.1 – Introdução</b>	<b>67</b>
<b>4.2 – A Metodologia IDEF0</b>	<b>67</b>
4.2.1 – História e objectivos	68
4.2.2 – Sintaxe e semântica	68
4.2.3 – Justificação da utilização da metodologia IDEF0	71
<b>4.3 – Evoluções nas estruturas organizativas</b>	<b>72</b>
4.3.1 – Sistema Biónico de Produção	74
4.3.2 – Sistema Fractal de Produção	75
4.3.3 – Sistema Holónico de Produção	76
<b>4.4 – O Sistema Produtivo Autónomo (SPA)</b>	<b>78</b>
4.4.1 – O conceito de sistema produtivo autónomo	79
4.4.2 – Formalização	83
4.4.3 – Empresas Virtuais baseadas em SPAs	88
<b>5 - Especificação Funcional do Modelo</b>	<b>90</b>
<b>5.2 – Pressupostos e caracterização do ambiente</b>	<b>91</b>
5.2.1 – Introdução	91
5.2.2 – Considerações sobre o planeamento e controlo da produção	92
5.2.3 – A confiança entre parceiros	93
5.2.4 – A Empresa Virtual neste trabalho	94
<b>5.3 – Entidades e estruturas envolvidas</b>	<b>95</b>

5.3.1 – O Mercado de Sistemas Produtivos Autónomos (MSPA)	95
5.3.2 – O Papel do Broker	99
5.3.3 - O Gestor da Empresa Virtual (GEV)	102
5.3.4 – A Entidade Iniciadora (EI)	107
5.3.5 – O Conselho de Administração e a estrutura de controlo	109
<b>5.4 – A formação da empresa virtual</b>	<b>112</b>
5.4.1 – Análise e especificação da oportunidade de negócio (ON) – A11	115
5.4.2 – A procura de parceiros – A12	115
5.4.3 – O projecto da EV – A13	116
5.4.4 – Lista de Materiais e Movimentações – Geração	120
<b>5.5 – A Operação da EV</b>	<b>123</b>
5.5.1 – Produção, compras e movimentações – A23	127
5.5.2 – Gestão financeira – A22	128
5.5.3 – Planeamento e Controlo da Produção – A21	130
5.5.4 – Gestão de desempenho – A24	146
<b>5.6 – A Dissolução da EV</b>	<b>153</b>
5.6.1 – Análise contínua de viabilidade (A31)	154
5.6.2 – Processo de dissolução normal/contencioso (A32)	155
5.6.3 – Serviço ao consumidor (A33)	155
5.6.4 – Compilação de informação (A34)	156
<b>6 – Implementação de uma aplicação protótipo</b>	<b>157</b>
<b>6.1 – Introdução</b>	<b>157</b>
<b>6.2 – Tecnologias de segurança em ambiente de rede</b>	<b>158</b>
6.2.1 – A Internet e as Empresas Virtuais	158
6.2.2 – Segurança na Internet	161
6.2.3 – Intranet e Extranet	170
6.2.4 – Rede Privada Virtual	173
<b>6.3 – O MSPA e a Rede Privada Virtual</b>	<b>178</b>
<b>6.4 – Caracterização da rede informática de suporte</b>	<b>181</b>
<b>6.5 – A aplicação protótipo para operação de EV – APOEV</b>	<b>183</b>
6.5.1 – A linguagem PHP	184
6.5.2 – O MySQL	185
6.5.3 – O phpMyAdmin	186
6.5.4 – A ligação PHP – MySQL	188
6.5.5 – A estrutura do produto teste	189

6.5.6 – A Interface com o cliente	190
6.5.7 – Área de administração, planeamento e controlo da produção	191
6.6 – Condições, cenário e experiências realizadas	196
<b>7 – Conclusões e perspectivas de trabalho futuro</b>	<b>201</b>
7.1 – Conclusões e contribuições	202
7.2 – Perspectivas de trabalho futuro	206
<i>Publicações</i>	208
Em proceedings e conferências com revisão	208
Em revistas com revisão independente	209
<i>Referências Bibliográficas</i>	210
<i>Anexo A – Glossário relativo ao modelo IDEF0</i>	227
<i>Anexo B – Metodologia IDEF1.x</i>	236

## Índice de Figuras

<b>Figura 2.1</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2.2</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2.3</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2.4</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2.5</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.1</b>	<b>37</b>
<b>Figura 3.2</b>	<b>38</b>
<b>Figura 3.3</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3.4</b>	<b>42</b>
<b>Figura 3.5</b>	<b>45</b>
<b>Figura 3.6</b>	<b>47</b>
<b>Figura 3.7</b>	<b>49</b>
<b>Figura 3.8</b>	<b>50</b>
<b>Figura 3.9</b>	<b>51</b>
<b>Figura 3.10</b>	<b>59</b>
<b>Figura 3.11</b>	<b>60</b>
<b>Figura 3.12</b>	<b>61</b>

<b>Figura 3.13</b>	<b>62</b>
<b>Figura 3.14</b>	<b>63</b>
<b>Figura 3.15</b>	<b>64</b>
<b>Figura 3.16</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4.1</b>	<b>68</b>
<b>Figura 4.2</b>	<b>69</b>
<b>Figura 4.3</b>	<b>70</b>
<b>Figura 4.4</b>	<b>70</b>
<b>Figura 4.5</b>	<b>71</b>
<b>Figura 4.6</b>	<b>72</b>
<b>Figura 4.7</b>	<b>73</b>
<b>Figura 4.8</b>	<b>75</b>
<b>Figura 4.9</b>	<b>76</b>
<b>Figura 4.10</b>	<b>77</b>
<b>Figura 4.11</b>	<b>79</b>
<b>Figura 4.12</b>	<b>82</b>
<b>Figura 4.13</b>	<b>85</b>
<b>Figura 4.14</b>	<b>86</b>
<b>Figura 4.15</b>	<b>87</b>
<b>Figura 4.16</b>	<b>88</b>
<b>Figura 4.17</b>	<b>89</b>
<b>Figura 5.1</b>	<b>92</b>
<b>Figura 5.2</b>	<b>104</b>
<b>Figura 5.3</b>	<b>110</b>
<b>Figura 5.4</b>	<b>112</b>
<b>Figura 5.5</b>	<b>113</b>
<b>Figura 5.6</b>	<b>114</b>
<b>Figura 5.7</b>	<b>114</b>
<b>Figura 5.8</b>	<b>116</b>
<b>Figura 5.9</b>	<b>117</b>
<b>Figura 5.10</b>	<b>118</b>
<b>Figura 5.11</b>	<b>119</b>
<b>Figura 5.12</b>	<b>120</b>
<b>Figura 5.13</b>	<b>122</b>
<b>Figura 5.14</b>	<b>123</b>
<b>Figura 5.15</b>	<b>125</b>
<b>Figura 5.16</b>	<b>128</b>
<b>Figura 5.17</b>	<b>129</b>
<b>Figura 5.18</b>	<b>131</b>
<b>Figura 5.19</b>	<b>132</b>
<b>Figura 5.20</b>	<b>134</b>

<b>Figura 5.21</b>	<b>135</b>
<b>Figura 5.22</b>	<b>136</b>
<b>Figura 5.23</b>	<b>137</b>
<b>Figura 5.24</b>	<b>137</b>
<b>Figura 5.25</b>	<b>138</b>
<b>Figura 5.26</b>	<b>139</b>
<b>Figura 5.27</b>	<b>141</b>
<b>Figura 5.28</b>	<b>143</b>
<b>Figura 5.29</b>	<b>152</b>
<b>Figura 5.30</b>	<b>152</b>
<b>Figura 5.31</b>	<b>154</b>
<b>Figura 6.1</b>	<b>163</b>
<b>Figura 6.2</b>	<b>164</b>
<b>Figura 6.3</b>	<b>165</b>
<b>Figura 6.4</b>	<b>165</b>
<b>Figura 6.5</b>	<b>166</b>
<b>Figura 6.6</b>	<b>167</b>
<b>Figura 6.7</b>	<b>168</b>
<b>Figura 6.8</b>	<b>171</b>
<b>Figura 6.9</b>	<b>171</b>
<b>Figura 6.10</b>	<b>172</b>
<b>Figura 6.11</b>	<b>173</b>
<b>Figura 6.12</b>	<b>175</b>
<b>Figura 6.13</b>	<b>175</b>
<b>Figura 6.14</b>	<b>177</b>
<b>Figura 6.15</b>	<b>179</b>
<b>Figura 6.16</b>	<b>182</b>
<b>Figura 6.17</b>	<b>184</b>
<b>Figura 6.18</b>	<b>186</b>
<b>Figura 6.19</b>	<b>187</b>
<b>Figura 6.20</b>	<b>187</b>
<b>Figura 6.21</b>	<b>188</b>
<b>Figura 6.22</b>	<b>189</b>
<b>Figura 6.23</b>	<b>189</b>
<b>Figura 6.24</b>	<b>190</b>
<b>Figura 6.25</b>	<b>190</b>
<b>Figura 6.26</b>	<b>191</b>
<b>Figura 6.27</b>	<b>192</b>
<b>Figura 6.28</b>	<b>193</b>
<b>Figura 6.29</b>	<b>194</b>
<b>Figura 6.30</b>	<b>195</b>
<b>Figura 6.31</b>	<b>195</b>

<b>Figura 6.32</b>	<b>196</b>
<b>Figura 6.33</b>	<b>198</b>
<b>Figura 6.34</b>	<b>198</b>
<b>Figura 6.35</b>	<b>199</b>
<b>Figura 6.36</b>	<b>199</b>
<b>Figura 6.37</b>	<b>200</b>
<b>Figura 6.38</b>	<b>200</b>

## Índice de Tabelas

---

<b>Tabela 2.1</b>	<b>16</b>
<b>Tabela 2.2</b>	<b>34</b>
<b>Tabela 3.1</b>	<b>67</b>
<b>Tabela 4.1</b>	<b>76</b>
<b>Tabela 6.1</b>	<b>167</b>
<b>Tabela 6.2</b>	<b>170</b>
<b>Tabela 6.3</b>	<b>179</b>
<b>Tabela 6.4</b>	<b>179</b>
<b>Tabela 6.5</b>	<b>187</b>

## 1.1 – Motivação

---

É objectivo desta primeira secção deste primeiro capítulo, solicitar ao leitor uma atitude meditativa. Pretende-se que quem lê este texto, se aperceba das alterações que ocorreram em seu redor. Que tenha a noção de que ao longo dos séculos XIX e XX, mas com maior ênfase nas duas últimas décadas, as alterações sociais, económicas e tecnológicas, foram consideráveis (Walters, 2000; Heizer e Render, 2001). Pretende-se realizar uma breve resenha dessas alterações, bem como da influência que tiveram para que o mundo seja hoje como o conhecemos. O passo seguinte será o de caracterizar as alterações que as empresas contemporâneas estão a encetar como meio de se adaptarem às exigências futuras. No fundo trata-se de tentar perspectivar a forma como as empresas conseguirão satisfazer clientes com exigências tão apuradas e excêntricas como as que são apontadas aos consumidores que povoarão todo o século XXI.

No decorrer da última parte do século XVIII, uma nova revolução prendeu a atenção do mundo. Não foi uma revolução política, não foi uma revolução social ou cultural. Foi sim uma revolução económica (Mokyr, 2001a). Essa revolução designada posteriormente pelos historiadores por “Revolução Industrial” mudou os meios e métodos de produzir bens em todo o mundo. Serviu também como mote para uma alteração de sociedades vincadamente agrícolas, para sociedades onde prevaleciam as actividades industriais e de produção (Dilworth, 1992; McDermott, 2001). A revolução industrial testemunhou o aparecimento da “fábrica”. Obviamente esta expressão é apenas uma aproximação uma vez que já existiam vários precedentes (sob a forma de fábricas pontuais) antes da revolução industrial, e que ajudaram a que esta surgisse. No entanto, não existe qualquer tipo de dúvida de que esta revolução significou a separação entre a unidade de consumo e a unidade de produção (Mokyr, 2001b).

Tecnologicamente os principais avanços deram-se ao nível da utilização do vapor como principal meio de produção de energia. A introdução do carvão de pedra e do petróleo como combustíveis para os motores a vapor, juntamente com alterações nas tecnologias de comunicação de então (introdução do telégrafo), provocaram alterações significativas em vários tipos de indústria (por exemplo têxtil)(Mokyr, 2001a).

O período entre o final do século XIX e o início do século XX, (caracterizado pela divisão do trabalho, possibilidade de intercâmbio de peças e recurso à mecanização), é marcado pela denominada produção em massa (Duguay *et al.*, 1997). Com o aparecimento do modelo T em 1909 e a sua linha de montagem, Henry Ford mostrou ao mundo o mais marcante exemplo da era da produção em massa (Pepler, 2000). Esta postura permitia baixar o preço unitário do modelo T,

tornando-o acessível a um maior número de pessoas. Na época o conjunto de características que concebiam o modelo T, eram aceites pela maior parte das pessoas, sem discussão. Os consumidores aceitavam produtos normalizados que facilitavam a expansão dos mercados e a redução dos preços dos produtos, através de economias de escala (Radder e Louw, 1999). A vontade de consumidores afectos a determinados nichos de mercado sucumbia, em função da redução de preços dos produtos normalizados (Walters, 2000).

Uma rápida evolução do mercado, com clientes cada vez mais exigentes, juntamente com a introdução do computador possibilitou o surgimento de sistemas de produção com elevado nível de automação e flexibilidade. Estes sistemas permitiram realizar alterações mais rápidas ao nível do processo de fabrico, possibilitando em simultâneo, alta produtividade associada a produtos com grande qualidade (Monks, 1987).

As alterações na sociedade actual e consequentemente no ambiente económico e tecnológico forçaram as organizações empresariais a reconsiderar a sua perspectiva de encarar o negócio. Os clientes, caracterizados nos dias que correm pela sua sagacidade em obterem produtos personalizados onde prevalece um gosto que se volatiliza numa base quase diária, pretendem que estes lhes sejam entregues sem atrasos, com maior rapidez, com melhor qualidade e a um preço mais baixo (Underdown, 1997). A designada produção em massa já não é viável em alguns sectores económicos (Bourke, 2000), mantendo-se funcional apenas em situações em que o fabricante mantém o controlo da relação fabricante/cliente (Peppler, 2000).

A “abertura” de fronteiras aos investidores externos, como consequência de novos acordos internacionais entre os países<sup>1</sup>, permitiu o alargamento de mercados e o aparecimento do conceito de globalização da economia. Paralelamente, é impossível que as empresas se mantenham indiferentes face aos desenvolvimentos em catadupa que ocorrem ao nível das novas tecnologias de informação e que permitiram o aparecimento do conceito de economia digital (Fuentelsaz *et al.*, 2002). O aparecimento da Internet levou ao aproximar de mercados (Ouzounis e Tschammer, 1999). Este factor tecnológico possibilitou e provocou várias alterações funcionais. Hoje o consumidor pode realizar de um modo instantâneo (electronicamente) uma procura por várias empresas distribuídas pelo mundo, de maneira a encontrar um produto que preencha as suas necessidades específicas (Peppler, 2000). As empresas podem utilizar este meio como canal privilegiado de suporte de comunicações, como meio de acesso a novos mercados e suporte de publicitação de produtos. Com esta alteração às regras provocou-se o aumento da competitividade e consequentemente o elevar de padrões de qualidade. As atenções focam-se cada vez mais no indivíduo. Este espera que os produtos o surpreendam e que vão de encontro aos seus gostos pessoais. Mas a intervenção do consumidor pode ir para além disto. Pode, por exemplo, ser convidado a participar directamente na definição das características do produto que pretende. Na tentativa de ir de encontro às pretensões do cliente, as organizações produtivas inovam constantemente, produzindo produtos cada vez mais complexos, em quantidades variadas e com ciclos de vida cada vez mais curtos. Possibilitam também a referida participação directa do consumidor na definição do produto, tentando assim atender a todas as sensibilidades. Por exemplo a Nike (para o mercado dos EUA), através do seu site, oferece aos seus clientes a possibilidade de projectarem os seus próprios ténis. O cliente pode escolher o tipo de ténis, colocar as cores e adereços que deseja visualizar o produto em três dimensões e receber o produto em casa no prazo de uma semana. Se eventualmente não ficar satisfeito é possível devolver o produto (Walters e Buchanan, 2001).

---

<sup>1</sup> Por exemplo CE – Comunidade Europeia, Mercosul- mercado comum do sul, ACP – grupo dos estados Africanos, Caraíbas e Pacífico, ASEAN – associação das nações do sudoeste Asiático e NAFTA – Acordo de livre comércio da América do Norte.

No que respeita à relação productor-consumidor/cliente, nesta nova postura a ordem de compra do cliente é que inicia a actividade de fabrico do produto (BTO - *build to order* ou CTO/ATO - *configure/assemble to order*). A acção do cliente no sentido de personalizar o seu produto (definir um conjunto de características) é fulcral, uma vez que estabelece as especificações do produto e dá o “tiro” de partida para o início da produção. É portanto fundamental que as organizações produtivas mudem a sua estratégia de modo a permitir este tipo de produção personalizada em grandes volumes, designada por *produção personalizada em massa*<sup>2</sup> (Radder e Louw, 1999; Walters e Lancaster, 1999; Bourke, 2000)

É compreensível que esta situação posicione parte da indústria numa situação delicada pois nem todas as empresas estão preparadas para efectuar alterações no sentido de se orientarem para produção por encomenda ou montagem por encomenda. Em geral quanto maior e mais especializada for uma empresa numa determinada área de negócio, mais dificilmente se moverá para esse tipo de produção. Produzir artigos complexos (produtos ou serviços) de uma forma personalizada, pode sair muito caro (Hibbard, 1999). No entanto, algumas empresas conseguiram dar esse passo de uma forma eficiente (ex: Dell computers, Philips electronics, Nike (Walters, 2000)).

Para se manterem competitivas, as organizações produtivas devem assimilar este novo paradigma. Isto é, existe a necessidade de produzir virtualmente uma infinidade de configurações de produtos, que deverão ser entregues directamente no domicílio do consumidor, sem que isto eleve em demasia os custos de produção (Peppler, 2000).

Tentando reagir às alterações que ocorreram à sua volta, as empresas são obrigadas a alterar os seus procedimentos internos, bem como o seu relacionamento com o exterior. Hammer (2000) constata que os maiores construtores de automóveis estão a evoluir para um modelo onde são responsáveis pelo projecto do veículo, mas não pelo projecto das peças que o constituem. Essa será uma tarefa dos fornecedores de componentes. Alguns desses fornecedores serão também responsáveis pela montagem de alguns sub sistemas principais do veículo, tais como o interior ou eixos.

O relacionamento em forma de empresas virtuais é o paradigma organizacional emergente para responder eficaz e eficientemente às solicitações de um mercado cada vez mais dinâmico (Walters, 2000; Walters e Buchanan, 2001). Este novo paradigma de organização e relacionamento entre empresas tem vindo a gerar grande popularidade, não só nos meios académicos mas também nos meios empresariais. Esta nova proposta de postura, tem como principal objectivo permitir a pequenas empresas<sup>3</sup> aceder a oportunidades de negócio a que não conseguiriam aceder nos moldes tradicionais e com isso aumentar a sua competitividade num mercado que se caracteriza pela agressividade referida nos parágrafos anteriores.

A adaptação das empresas existentes a este novo ambiente organizativo pressupõe a realização de alterações dentro da empresa. No ambiente hiper-competitivo dos dias de hoje e com a complexidade existente, é impossível para qualquer empresa ser a melhor em tudo. Em muitos casos a solução é a empresa concentrar-se naquele processo que a distingue da demais concorrência, ou seja, a sua competência técnica principal (*Core Competence*) deixando para os outros o resto das tarefas (Hammer, 2000). No entanto, a identificação da competência técnica principal por parte de uma empresa não é uma tarefa fácil de se realizar. Para que esta identificação seja considerada estratégica, deverá assentar em três condições: (i) a competência deverá encerrar

---

<sup>2</sup> Mass Customization – É um tipo de produção que consegue produzir produtos à medida do cliente mantendo a eficiência que normalmente se associa à produção em massa.

<sup>3</sup> Embora esta seja a ideia dominante, existem na literatura a referência a exemplos de EVs formadas a partir da subdivisão de grandes empresas (Yusuf *et al.*, 1999; Mezgár *et al.*, 2000).

em si a possibilidade de ligação para formação de organizações virtuais e permitir alargar o espectro de mercados; (ii) deverá enriquecer vincadamente o valor final do produto a oferecer e (iii) deverá ser difícil de copiar pelos competidores directos (Yusuf *et al.*, 1999). Walters (2000), com base no trabalho de vários autores, sugere que um dos factores críticos de sucesso para todo o tipo de negócio é a capacidade que estes deverão ter em identificar a sua competência técnica principal. Jacques Nasser, presidente da Ford à época, refere em 1999 que o caminho futuro da empresa seria a subcontratação de tudo que tivesse a ver com produção. O enveredar por este caminho não significava que a produção da Ford fosse má, mas sim porque a multinacional se concentrava noutras competências ao longo da cadeia de valor, como o projecto e o marketing (Walters e Buchanan, 2001).

Embora este tema vá ser tratado em maior profundidade no capítulo dois, pode-se adiantar que hoje em dia a bibliografia sobre empresas virtuais, ou sobre outras designações que encerram o mesmo conceito, é vasta. A definição apresentada a seguir é uma de entre várias que achamos capaz de traduzir a ideia genérica, no nosso entender, associada ao conceito de empresa virtual. Assim, *uma empresa virtual é uma associação de organizações, empresas, partes de empresas ou indivíduos – fornecedores de bens ou serviços – que se encontram ligados através das novas tecnologias de informação e comunicação para beneficiarem (e explorarem) das rápidas alterações que ocorrem ao nível das oportunidades de negócio. Numa associação deste género, as organizações integrantes podem partilhar custos, competências técnicas, conhecimento e acesso a opiniões de peritos, acesso a mercados regionais e globais, onde cada parceiro fornece aquilo que faz de melhor, sejam bens ou serviços* (VEA, URL).

A eficiência destas redes de empresas depende de muitos factores, entre os quais se encontra a eficiência e eficácia do seu sistema de planeamento e controlo da sua produção. Para que o produto final possa estar no mercado de uma forma competitiva é necessário que haja um adequado sistema de planeamento e controlo da produção, que permita uma boa coordenação entre parceiros da rede. Para além do referido sistema de planeamento e controlo da produção, a materialização deste novo paradigma organizacional requer a definição de uma adequada arquitectura de referência para a cooperação, bem como o desenvolvimento de uma plataforma de suporte, com os necessários protocolos e mecanismos orientados para a coordenação (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a).

---

## 1.2 – Contributos e Objectivos

---

Na tentativa de responder às necessidades identificadas no parágrafo anterior, ao longo deste trabalho vamos expor uma proposta de reorganização do ambiente que envolve a actividade das EV. Essa proposta de reorganização passa pelo estudo de três componentes fundamentais e complementares. Por um lado, existe a preocupação de olhar para dentro das empresas e propor uma nova postura de reorganização interna no sentido de as preparar para uma melhor coexistência com a realidade das EVs. Outra preocupação prende-se com a definição e reorganização de processos e entidades que rodeiam as EV ao longo de todo o seu ciclo de vida, no sentido de definir e agilizar estruturas e procedimentos conducentes à formação, operação e dissolução de empresas virtuais nos moldes assumidos nesta tese. Finalmente, como principal objectivo da tese, concentrar-nos-emos fundamentalmente nas acções de planeamento e controlo da produção (PPC) que estas novas empresas terão que ter, para que possam ser competitivas. Nesse sentido apresenta-se um modelo de planeamento e controlo da produção cuja especificação está orientada para EV que

produzam uma grande variedade de produtos em pequenas quantidades, durante um período de tempo moderadamente alargado<sup>4</sup>.

Em consonância com o referido acima, de uma forma objectiva, **esta tese apresenta:** (i) uma proposta original de reorganização interna das empresas tradicionais conducente a agilizar a sua participação em empresas virtuais e otimizar o funcionamento interno da empresa. Para tal identificam-se, organizam-se e estabelecem-se dentro de uma empresa tradicional unidades designadas por Sistema Produtivo Autónomo (SPA)(Carvalho *et al.*, 2002). Informação detalhada sobre esse tema poderá ser obtida no *capítulo 4*. **Contribui:** (ii) com uma arquitectura de referência para a estrutura organizativa e funcional de suporte que agrega a nova organização interna proposta para as empresas e lhes fornece, simultaneamente, meios para funcionarem eficaz e eficientemente sob a forma de empresas virtuais. **Contribui** ainda (iii) com a especificação de um sistema de planeamento e controlo da produção que permitirá, na nossa opinião, a operação adequada de empresas virtuais formadas com base no caso particular da estrutura da EV ser baseada em SPA, obedecendo às regras estabelecidas na nova estrutura funcional e utilizando os meios definidos nessa nova estrutura de suporte funcional. No decurso dessa especificação serão apresentados os conceitos inovadores de Lista de Materiais e Movimentações e Uma-Encomenda-Uma-Empresa, sendo o primeiro deles de índole estruturante, como se verá mais adiante.

Antes de olharmos às empresas virtuais formadas recorrendo a SPAs, de uma forma genérica, com base no conhecimento de que existirão empresas, ou partes de empresas que se vão organizar em empresas virtuais genéricas e tendo em atenção toda a complexidade da dita sociedade digital e suas perspectivas de evolução, é pertinente equacionar se:

*Os sistemas de planeamento e controlo da produção existentes, orientados para organizações tradicionais de configuração estática, serão capazes de responder (serão adequados) a este novo paradigma organizacional de configuração dinâmica que são as empresas virtuais?*

Tentámos encontrar a resposta para esta questão recorrendo à literatura. A procura orientou-se pela tentativa de compreender e identificar as funções genéricas dos sistemas de planeamento e controlo da produção, utilizados antes do aparecimento do conceito da empresa virtual e a sua aplicabilidade em função das características deste novo ambiente.

Os esforços realizados na caracterização de sistemas de PPC tradicionais, permitiram concluir que esses sistemas fornecem informação que permite uma eficiente gestão de fluxos de materiais, da actividade de recursos humanos e da utilização de equipamentos. Permitem ainda a coordenação de fornecedores, gestão da procura e outras actividades internas da empresa. Na sua versão tradicional o PPC inclui, por exemplo, informação sobre ordens, dados sobre a estrutura do produto, fluxos de produção, informação sobre fornecedores, detalhes sobre o estado actual do inventário bem como dados sobre trabalhos em curso (WIP – *Work in Progress*) (Zhou e Besant, URL). Este tipo de sistemas não toma decisões. Limitam-se a fornecer informação que possibilita uma adequada e atempada tomada de medidas por parte dos gestores. Em geral estes sistemas permitem a programação e controlo de todo o processo de produção, através da definição das quantidades a produzir e do momento e local da produção. Um dos objectivos principais da sua utilização é coordenar os recursos envolvidos na satisfação das encomendas (Azevedo e Sousa, 2000).

---

<sup>4</sup>Por definição a empresa virtual manter-se-á activa enquanto o propósito para que foi criada se mantenha actual. No entanto, na literatura, genericamente, considera-se que a operação de uma empresa virtual tem uma duração muito limitada, devido ao carácter fugaz da oportunidade de negócio. A perspectiva assumida neste trabalho é a de que a empresa virtual se manterá em funcionamento, enquanto o bem ou serviço fornecido for solicitado pelo mercado. Deverá ser simultaneamente lucrativo para a empresa virtual, e esta contemplará acções de reconfiguração da sua estrutura, com objectivos de adequação à procura. Por este motivo é utilizada a expressão “período de tempo mais alargado”.

Na literatura, a necessidade de um sistema de PPC adequado às EVs é uma discussão tão antiga quanto o aparecimento deste tipo de conceito organizacional (Carvalho *et al.*, 2002). A comunidade científica concorda com a ideia de que as abordagens tradicionais de PPC não estão preparadas para serem usadas neste novo ambiente distribuído (Frederix, 1996; Dudenhausen *et al.*, 1997; Tu, 1997; Wiendahl e Helms, 1997; Gunasekaran, 1999; Azevedo e Sousa, 2000; Rupp e Ristic, 2000; Soares *et al.*, 2000; Dickerhof *et al.*, 2001; Teixeira *et al.*, URL; Zhou e Besant, URL). No entanto, os motivos apresentados para a aceitação de tal facto, bem como as soluções apontadas para a resolução do problema, não são consensuais. Alguns autores argumentam que devem ser desenvolvidos modelos completamente novos (Arnold *et al.*, 1996), enquanto outros acreditam que a sua inadaptação pode ser corrigida com recurso a acções de reengenharia ou pelo desenvolvimento de extensões (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a; Gunasekaran, 1999).

No sentido de atingir elevados níveis de coordenação, torna-se fundamental que os diferentes integrantes da EV consigam partilhar entre si informação, em tempo real, no decurso da produção de um bem produzido de forma distribuída. Devido à natureza diversificada da sua concepção, e ao facto de não terem sido concebidos com orientação para a integração, os sistemas de PPC existentes não contemplam essa possibilidade. Desta forma fica impossibilitada a sincronização de planos directores de produção entre diferentes membros da EV, tida como uma característica de grande importância na optimização de produções distribuídas (Dudenhausen *et al.*, 1997).

Assume-se que os integrantes da EV poderão ser oriundos de zonas geográficas e culturais diferentes, onde existem, conseqüentemente, posturas diferentes perante os problemas inerentes às acções de PPC. A resolução de tais questões pressupõe a utilização de programas de gestão da produção de índole proprietária ou com algoritmos diversos. Em consequência, a partilha de dados entre os diferentes parceiros poderá não resultar por via da incompatibilidade do formato dos dados que circularão ao longo da EV (Camarinha-Matos *et al.*, 1997).

Uma vez que se considera que a configuração da EV pode variar, inclusivamente durante a produção de uma mesma encomenda, assiste-se à incapacidade dos sistemas actuais em lidar com prazos de entrega variáveis, motivados pela existência de prazos de entrega intercalares variáveis e pela não existência de percursos fixos. A rigidez de planeamento em que se baseiam os sistemas de PPC tradicionais não se coaduna com o dinamismo e flexibilidade que se associa às EVs (Azevedo e Sousa, 2000). O pressuposto de capacidade infinita em acções de planeamento, por parte de uma maioria dos sistemas de PPC tradicionais, é uma característica com a qual se torna difícil lidar em ambiente de EVs (Frederix, 1996; Azevedo e Sousa, 2000), em consequência do dinamismo estrutural que é atribuído à EV. Num ambiente de EVs, os tempos de entrega passam a ser um atributo do parceiro ou conjunto de parceiros e não das peças como sucede nos sistemas PPC tradicionais (Frederix, 1996).

Investigações recentes que incidiram ao nível das arquitecturas de controlo dos sistemas produtivos, cobrindo o espectro de posturas hierárquicas até às heterárquicas (*Heterarchical*), mostraram que a existência de algum grau de hierarquia é importante em estruturas de controlo de produção (Brennan e Norie, 2001). Assim, no sentido de contribuir com alternativas para ultrapassar as dificuldades sentidas na utilização dos sistemas de PPC tradicionais em ambientes de EV; sabendo também que a coordenação dos relacionamentos e comunicações entre parceiros de uma empresa virtual é um factor crítico de sucesso no alcançar dos objectivos propostos (Jagdev e Browne, 1998); assumindo ainda que os sistemas tradicionais de planeamento e controlo da produção, tal como se encontram, não são adequados para satisfazerem as necessidades deste novo ambiente, pretende-se ao longo deste trabalho:

*Especificar um modelo de planeamento e controlo da produção (PPC) orientado para as organizações emergentes designadas por empresas virtuais (EVs). Em função das especificidades*

*deste novo ambiente e das unidades que integram a EV (SPAs), pretende-se um modelo com uma postura hierárquica com possibilidade de execução e controlo distribuído ou descentralizado, que permita a gestão de fluxos de informação e de materiais entre os SPAs que compõem a empresa virtual (EV).*

Uma vez que se considera que um sistema de PPC a funcionar numa EV difere significativamente de um sistema PPC a funcionar numa empresa tradicional, a acção de especificação desse sistema exigirá que simultaneamente se caracterize o ciclo de vida da EV. Desde já, de uma forma resumida, estabelecem-se três grandes fases no ciclo de vida de uma EV nesta tese. A saber, (1) formação, (2) operação e (3) dissolução. É também necessário esclarecer a influência que o sistema manifesta em cada uma das fases identificadas, realizando-se conseqüentemente a especificação de cada uma dessas fases. Este procedimento prende-se com a necessidade de estabelecer e fornecer todos os elementos necessários a uma correcta percepção da operacionalidade do sistema. Pensando-se puramente em sistemas PPC e sua aplicabilidade em empresas tradicionais, sabe-se que o foco desta tese se situa na parte operativa de uma empresa. No entanto, já foi reconhecida nesta introdução a diferença entre uma empresa tradicional e a EV. Em consequência, não é ainda transparente nesta fase de estudo, que o sistema PPC influencie apenas uma das fases identificadas para o ciclo de vida da EV. Em capítulos seguintes essa perspectiva será explorada e oportunamente serão divulgadas as conclusões a que se chegou.

A operação da EV tal como se pretende neste trabalho, apresenta uma característica singular e que é a capacidade (teórica) de resposta a flutuações na procura. Ou seja a EV adapta a capacidade existente às necessidades de cada momento. Esta característica resulta da possibilidade de acrescentar ou retirar capacidade à EV durante a operação com base no aumento ou diminuição de capacidade disponibilizada pelos SPA para a EV ou pela adição ou dispensa de SPA. A filosofia adjacente a esta operação é também apontada como uma das originalidades deste trabalho.

### 1.3 – Enquadramento

---

A formação e operação de empresas virtuais requerem um tipo de gestão adequado. O tipo de gestão apropriado durante a formação da EV é naturalmente a gestão de projectos (Carvalho *et al.*, 2002). Uma vez criada, a EV pode ser gerida com base em dois tipos de actuação: A gestão de projecto ou gestão de operações. A opção entre uma e outra está dependente da natureza do negócio em que a EV estará envolvida. A aplicação do conceito de EV não será passível de ser realizado em todos os tipos de processos de produção com o mesmo grau de sucesso. Existirão tipos de produção com maior aptidão à aplicabilidade do conceito de EV. É razoável referir-se que as necessidades de planeamento e controlo da produção para o caso por exemplo do fabrico de semicondutores ou da exploração petrolífera são obviamente distintas.

Abre-se então aqui um pequeno espaço de reflexão para se tentar perceber, relativamente ao tipo de produção, qual será o enquadramento de actuação privilegiado para as empresas virtuais. Antes de avançarmos mais convém lembrar que as EV não estão sós no mercado, pelo que terão que competir com empresas já existentes nesse mesmo mercado. No entanto, se nos recordarmos que o factor que permite o aparecimento da EV é a “descoberta” de uma oportunidade de negócio à qual é necessário reagir teoricamente de imediato (sob pena de as condições que então se reuniram se dissolverem), pelo que algumas empresas existentes podem considerar que o esforço de reorganização para produzir um produto, que se prevê com um tempo de vida curto e reduzido volume de produção, não seja para ela economicamente viável.

Embora existam na literatura referencias a grandes empresas que se reorganizam sob a forma de EV, cujo objectivo é a identificação das suas competências técnicas base, permitindo assim

agilizarem e especializarem o funcionamento das várias unidades que as constituem (Probst *et al.*, 1997; Camarinha-Matos *et al.*, 1999a; Yusuf *et al.*, 1999; Mezgár *et al.*, 2000), certamente que um ambiente onde se movimentam as grandes empresas e que se caracterize por grandes volumes de produção, onde a variedade de produtos é reduzida, também não será o mais adequado para o desenvolvimento de uma EV (Dickerhof *et al.*, 2001).

Podemos apontar a grande competitividade destes gigantes produtivos que preenchem por completo a sua área de actuação, não dando espaço para que outros se tentem implantar, recorrendo por vezes a atitudes agressivas (em termos económicos e estratégicos) como efeito dissuasor.

É então necessário perceber o posicionamento no mercado de uma empresa virtual para podermos criar uma estrutura que permita a sua operação. Pelo exposto atrás, consideramos que as empresas virtuais terão condições de actuação mais favoráveis em situações caracterizadas por média a alta variedade de produtos e de baixo a médio volume de produção. Para controlar a operação de uma EV com estas características teremos que nos socorrer de conceitos de gestão de operações (Carvalho *et al.*, 2001a). Se considerarmos o caso limite do fabrico de uma só unidade de um só produto, designada na literatura por produção “um produto de cada tipo – OKP (*One-of-a-Kind-Product*)” (como é por exemplo o caso do projecto GIGROS (Kuhlmann *et al.*, 1998)), então os conceitos a utilizar serão da área da gestão de projectos. A zona de actuação da EV vai sendo menos apetecível à medida que o volume de produção aumenta e a variedade de produtos diminui. Acredita-se que com o aperfeiçoamento (avanços tecnológicos, maior volume de formalização, normas) de todas as considerações que rodeiam a EV, este tipo de empresa poderá cada vez mais avançar na conquista de novos mercados. Alguns trabalhos acrescentam que a pressão provocada pela globalização e pelos conceitos de montagem por encomenda, engenharia por encomenda, produção por encomenda e *mass customization*, empurrarão as empresas individuais (nomeadamente PME) para redes de cooperação produtiva integrada de maneira a atender às necessidades dos clientes (Tatsiopoulos *et al.*, 1997).

Creemos ser pacífica a ideia de que a EV é uma forma positiva de resposta às rápidas alterações que existem nos mercados nos dias que correm. Supõe-se que estas perdurem por curtos períodos de tempo, pois só nessas condições se pensa que conseguirão ser mais competitivas que as organizações tradicionais. Contrariando um pouco essa ideia, assumimos que a operação da EV poderá estender-se um pouco mais no tempo, continuando a ser competitiva. Consequentemente, a sua gestão será baseada em princípios de gestão de operações.

Este trabalho debruça-se sobre a situação em que a EV se mantém em actividade por um período um pouco mais longo, sem ter necessariamente que produzir o mesmo tipo de produto nem ser constituída sempre pelos mesmos parceiros. Acreditamos que durante a sua operação a EV deverá ser capaz de encontrar os parceiros mais adequados em cada momento, proporcionado assim uma reconfiguração necessária a um bom desempenho.

---

## 1.4 – Metodologia

A realização deste trabalho suportou-se em seis partes que se descrevem sucintamente:

1. Revisão da literatura existente sobre os sistemas de produção, nomeadamente no que se refere à evolução que estes sofreram até aos dias de hoje; Revisão da literatura existente sobre o tema das empresas virtuais; definições, condições para o seu surgimento, em que mercados se aplicam, quais os paradigmas da produção que lhe estão associados.

2. Revisão da literatura existente sobre o tema dos sistemas de planeamento e controlo da produção em organizações tradicionais e identificação das características que estes devem possuir para permitirem uma adequada operação das empresas virtuais.
3. Especificação do conceito de sistema produtivo autónomo (SPA). Introduce-se este conceito como forma de reorganização interna de empresas tradicionais, na perspectiva de otimizar o seu funcionamento e capacidade de relacionamento em forma de EV. Define-se o conceito de SPAs, estabelecem-se as condições para o seu surgimento, especifica-se o seu funcionamento e a forma de relacionamento entre eles.
4. Estabelecimento de um ciclo de vida para a EV e especificação de uma proposta de um sistema PPC orientado para as EV. Estudo das implicações do ciclo de vida da EV no sistema PPC. Não se pretende a apresentação de uma arquitectura específica vocacionada para um caso único, embora a solução proposta seja limitada por um conjunto de pressupostos estabelecidos inicialmente.
5. Construção de um protótipo que permita validar as soluções apontadas na especificação conceptual do sistema. Pretende-se que este protótipo seja ilustrativo da funcionalidade do sistema, mas de modo algum se pretende a construção de um protótipo exaustivo pronto para uma utilização comercial.
6. Escrita da Tese, onde contarão as conclusões e propostas de trabalho futuro.

## 1.5 – Organização e resumo da dissertação

---

A dissertação tem a seguinte organização:

O capítulo 2 pretende fazer um levantamento bibliográfico sobre a evolução das estratégias de produção, permitindo ao leitor um envolvimento com alguns dos temas tratados nesta dissertação. Concretamente em relação à evolução dos paradigmas da produção. Realiza-se também um levantamento bibliográfico sobre o tema das empresas distribuídas virtuais. É realizada a sua caracterização e faz-se um enquadramento do seu aparecimento em função das alterações sociais, económicas e tecnológicas. Analisa-se o surgimento da EV numa base de causa e efeito entre a EV e o meio envolvente. Para além disso, enumeram-se as várias sensibilidades existentes nesta matéria e apontam-se as diferenças fundamentais entre cada uma delas. Inegável o contributo deste capítulo para a actualização do autor sobre as matérias focadas nele.

O capítulo 3 refere-se ao planeamento e controlo da produção (PPC). Subdivide-se em duas grandes partes. O PPC na sua abordagem tradicional e o PPC em empresas virtuais. Nesta segunda parte descrevem-se alguns dos trabalhos mais pertinentes/referenciais nessa área e faz-se uma comparação, quando tal for possível, entre eles.

O capítulo 4 permite o envolvimento do leitor com o tema dos Sistemas Produtivos Autónomos (SPA). Especifica-se o conceito de SPA, bem como os mecanismos necessários para que uma empresa passe de uma organização tradicionalmente hierárquica e centralizada para uma organização baseada em SPA. Com base nesse conceito é explicitada a forma como empresas organizadas dessa forma se convertem em empresas distribuídas/virtuais. É feita uma distinção entre EV organizadas com base em SPA e outras formas existentes na literatura. Apresentam-se algumas vantagens deste tipo de organização, bem como pontos menos fortes a melhorar em abordagens futuras.

O capítulo 5 apresenta uma proposta de um sistema PPC para empresas distribuídas/virtuais. Faz-se uma caracterização detalhada de todas as entidades intervenientes, bem como dos mecanismos, recursos e pressupostos necessários ao seu correcto funcionamento. Para a sua especificação é utilizada a metodologia IDEF0 (ver *capítulo 4*)

O capítulo 6 descreve o protótipo construído, que servirá como demonstrador da hipótese considerada ao longo da dissertação.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões e possibilidades de trabalho futuro.

---

## 1.6 – Apoios

A realização desta tese foi apoiada pela Comunidade Europeia e pelo Estado Português, com base na acção 5.3 – Formação Avançada de Docentes do Ensino Superior do Programa “PRODEP – Programa de Desenvolvimento Educativo para Portugal”.

# Capítulo 2

## 2 – As Empresas Virtuais

### 2.1 – Introdução

---

Com o presente capítulo pretende-se transmitir ao leitor aspectos relativos a este novo paradigma organizacional, maioritariamente designado por empresa virtual. Nesse sentido a primeira parte basear-se-á num pequeno levantamento bibliográfico articulado com algumas reflexões de índole pessoal, que incidirão sobre os factores que originaram a necessidade das empresas reorientarem a sua postura organizativa convergindo na direcção do conceito de empresa virtual. Serão focados aspectos de ordem política, económica, social e tecnológica.

Uma segunda parte pretende familiarizar o leitor com o conceito de empresa virtual. Serão referidas algumas definições do conceito e far-se-á um levantamento adequadamente exaustivo sobre a terminologia associada ao tema. De seguida identificam-se e explicam-se as etapas do ciclo de vida de uma empresa virtual e diferentes interpretações existentes na literatura. Finalmente tentar-se-á realizar um breve levantamento das limitações associadas a este conceito emergente.

### 2.2 – A necessidade de novos paradigmas organizacionais

---

A postura competitiva entre empresas está a modificar-se, encontrando-se num percurso de deslocalização da concorrência entre sistemas produtivos individuais, para um relacionamento competitivo entre sistemas produtivos cuja postura se enquadra no conceito de empresa virtual. Este novo rumo é condicionado por vários factores. Embora os novos mercados globais e as evoluções tecnológicas e das comunicações tenham contribuído com elevada dose de pressão, o factor mais influente é concretizado na imprevisível vontade dos consumidores. É na resposta a essa vontade que os sistemas produtivos devem deitar mão das alterações económico/tecnológico/sociais, utilizando-as em seu proveito, no sentido de se manterem competitivos.

Neste trajecto os sistemas produtivos necessitam de realizar alterações, quer internamente, quer de relacionamento com os seus congéneres. A novidade aqui resulta de os relacionamentos serem por vezes com a concorrência. Esta atitude denota de facto maturidade competitiva e evolução de posicionamento de mercado por parte dos sistemas produtivos.

## 2.2.1 – Evolução do mercado e filosofias de produção

De uma forma simples o mercado pode ser observado como o palco de troca de produtos entre quem os fornece e quem os pretende adquirir. Ao longo dos tempos essa relação dialéctica foi-se alterando e incrementado a sua complexidade. Essa mudança de relacionamento baseou-se em alterações na postura, tanto de quem produz, como de quem consome.

Anteriormente à revolução industrial, a actividade de produção era considerada como sendo um ofício (Fralix, 2001). Entenda-se ofício no sentido atribuído à realização de qualquer arte manual. O trabalho realizava-se maioritariamente no seio de famílias inteiras, caracterizado por uma postura de produção vincadamente artesanal. Os produtos eram tipicamente feitos “à medida” para satisfazerem as pretensões ou requisitos de um indivíduo em particular. Era praticamente impossível encontrar-se dois produtos globalmente semelhantes. A possibilidade de intercambiar partes similares, integrantes da composição de produtos diferentes, não era contemplada. Socialmente, uma vez que estes produtos personalizados eram relativamente caros, eram apenas acessíveis a bolsas abastadas.

O advento da revolução industrial, cujo início e fim não pode ser definido de uma forma exacta mas que se aponta algures entre 1770-1800, foi determinante na alteração do comportamento do mercado da época. Esta revolução teve repercussões profundas no relacionamento entre quem produz e quem consome, durante as décadas seguintes. A produção, até aí de índole familiar, transformou-se, com base na possibilidade de mecanizar algumas das tarefas até então realizadas exclusivamente via artesanal (Hopp e Spearman, 1996). Considerado um período de grande mudança, no seu decurso viram-se desenvolver rapidamente novas fábricas. A generalização da máquina aos vários sectores de actividade então existentes, possibilitou a entrada na era da produção em massa. Quanto mais se produzir, melhor. A ideia dominante subjacente é a de que a realização de grandes lotes de produtos significa uma utilização mais eficiente dos equipamentos comparativamente com a realização de pequenos lotes, com perdas de tempo em mudanças de série. Neste ambiente existe uma preocupação com a eficiência de operadores e máquinas. Esta postura de fabrico consistia na produção de longas séries de produtos normalizados com base em máquinas dedicadas e linhas de montagem situadas em grandes unidades fabris, corporizado na figura de Henry Ford e o seu modelo T. As grandes preocupações dos “produtores em massa” passavam pela redução de custos, mediante o aumento do volume de produção (economia de escala); pela inovação; pela dicotomia projecto/execução e por uma relação quase de adversários com os fornecedores, que eram vistos como fontes de oportunismo sendo normalmente colocados uns contra os outros no sentido de se conseguir o melhor negócio (Duguay *et al.*, 1997). Relativamente à postura que as empresas adoptavam em termos de produção discreta baseava-se essencialmente em produzir para stock (MTS – *Make To Stock*) (Dilworth, 1992).

Da perspectiva do consumidor, no decurso desta fase, este via o mercado inundado por produtos normalizados e que, mais importante, eram acessíveis aos seus bolsos. A procura era mais ou menos estável e o projecto de produto variava pouco no curto e médio prazo. Como consequência das alterações referidas no parágrafo anterior, também as condições de vida das populações sofreram melhorias significativas. Esta tendência tem vindo a solidificar-se, traduzindo-se nos dias de hoje em consumidores substancialmente diferentes, com ênfase ao nível da exigência. Enquanto que antes o consumidor se satisfazia por ter acesso a um determinado produto, agora existe um conjunto de variáveis que ele considera, antes de se decidir por um determinado produto. Por exemplo, na compra de um champô, é realizado um conjunto de decisões sobre os seus gostos e necessidades pessoais antes de se decidir. Deverá levar um champô para cabelos secos? Oleosos? Existirá opção para cabelos espessos? Será melhor o sabor a morango ou pêssego? (Fralix, 2001). Um dos catalizadores do dinamismo do mercado é a alteração da postura do consumidor. Este anseia por produtos mais diversificados, mais baratos, de melhor qualidade, entregues rapidamente

e se possível no domicílio (Leitão e Restivo, 1999). Quando se dirige a um balcão de atendimento, o consumidor exige um atendimento personalizado. As suas expectativas são cada vez mais elevadas e a sua paciência para esperar é cada vez menor. Após a selecção do produto ao melhor preço, o consumidor espera que este lhe seja entregue em casa, com qualidade, e sem demoras. No entanto, o dinamismo do mercado não se deve apenas ao interveniente consumidor. A concorrência que caracteriza o dia a dia das empresas, obriga a que estas introduzam a cada dia soluções inovadoras que cativem o consumidor. Nesta questão de mercado não é explícito quem puxa por quem. Do ponto de vista do fabricante, as palavras de ordem são produção de grande variedade de produtos em pequenas séries, grande rigor na gestão e na produção, rigor ao nível do controlo dos custos, cumprimento de prazos de entrega, qualidade, serviços de valor acrescentado e fundamentalmente flexibilidade e agilidade.

Nos dias de hoje a indústria confronta-se com novas regras. A produção em massa manteve a sua predominância até cerca da década de sessenta. Mas, tal como a era da produção artesanal deu lugar à produção em massa, também esta será suplantada pela *produção em massa personalizada*. Este tipo de produção tenta combinar o melhor da produção artesanal com o melhor da produção em massa (Fralix, 2001). O tipo de produto que é necessário produzir caracteriza-se por um ciclo de vida curto em função da volatilidade da vontade do consumidor. A focalização em grandes mercados homogéneos deu lugar à predominância de pequenos e heterogéneos nichos de mercado (Lee e Chen, 2000). Poucos produtos podem continuar a ser produzidos numa postura de produção equiparada à do famoso modelo T de Ford. Existe a necessidade de incorporar aos produtos uma componente de personalização (Anderson, 1997).

A satisfação deste tipo de clientela não é tarefa fácil. Dever-se-á incorporar, por um lado, uma capacidade visionária de proactivamente (Anderson, 1997) fornecer o consumidor com o produto que este deseja no local e momento adequados. Por outro lado deverão incorporar-se formas organizacionais revolucionárias que permitam à empresa ir de encontro à satisfação da visão, fornecendo produtos personalizados com os mesmos custos que o sistema de produção em massa praticava. O próprio conceito de *produção em massa personalizada* na prática e não conceptualmente, encerra alguns pressupostos que condicionam a sua correcta implementação. A personalização é realizada dentro de um determinado conjunto de possibilidades previamente estabelecidas onde o “truque” está em descobrir e precisar qual o leque de possibilidade a considerar e que deverá necessariamente conter a opção a ser seleccionada pelo consumidor (Radder e Louw, 1999). Um cliente entrará numa loja e daí só sairá quando uma ordem for enviada para a produção contendo todos os requisitos especificados pelo cliente. Este participa portanto no projecto do seu produto (Fayol, 1998). A capacidade de fornecer produtos individualizados, massivamente, de uma forma eficiente, deverá “mexer” com o *status quo* da produção actual. O projecto do produto deverá consistir em módulos independentes que possam ser montados em diferentes versões do produto de uma forma simples e barata. Os processos de produção deverão basear-se em módulos independentes que possam ser facilmente reorganizados para suportar diferentes tipologias de redes de produção e as redes de fornecimento deverão ser capazes de fornecer os materiais e serviços básicos necessários à personalização de uma forma economicamente favorável e com a sensibilidade adequada a uma rápida satisfação da encomenda do cliente (Radder e Louw, 1999).

A resposta a estas novas necessidades que o mercado apresenta, obriga a que as empresas recorram a novas tecnologias e novos conceitos de produção, de forma a manterem a sua competitividade, evitando o risco de desaparecerem (Leitão e Restivo, 1999). O desenvolvimento de produtos com base em técnicas que incorporem agilidade e flexibilidade é um auxílio precioso no sentido de permitir às empresas convergir com estes novos desafios. A adopção de produtos de arquitectura modular e que simultaneamente possam ser produzidos em ambientes de produção ágil, JIT (*just-in-time*) ou produzir-por-encomenda (MTO- *Make-To-Order*), são passos na direcção do sucesso (Anderson, 1997).

O estudo no qual se baseiam as ideias sobre a evolução do mercado e filosofias de produção expressas ao longo desta secção permitiu de uma forma clara estabelecer um padrão claro acerca da evolução do mercado. No entanto, as repercussões que essas alterações do mercado provocaram junto das empresas no sentido de satisfazerem esse mesmo mercado, não seguem uma única linha de pensamento. Vejamos. Cronologicamente, a literatura evidencia de uma forma clara que a produção se iniciou com a postura de produção artesanal. É unânime a passagem de testemunho desta postura produtiva para uma postura de produção em massa. É também praticamente consensual que no extremo temporal mais recente predomina a necessidade de produzir produtos em massa personalizados. Alguns autores referem que a imediata sucessora da produção em massa foi a produção magra ou emagrecida (*lean manufacturing*) e só posteriormente se seguiu a produção em massa personalizada (Browne *et al.*, 1996). Outros, porém, afirmam que a seguir à produção em massa entrámos na era da produção em massa personalizada (Fralix, 2001). Existem ainda opiniões que referem que a era da produção em massa termina nos anos oitenta com o surgimento dos paradigmas de produção flexível e produção ágil (Duguay *et al.*, 1997). Estes autores adiantam ainda que o declínio da produção em massa (nos EUA) permitiu o surgimento do “caos paradigmático” traduzido numa variedade de abordagens melhor adaptadas à necessidade de realizar alterações rápidas. Essas abordagens incluem as duas anteriores às quais são acrescidas a produção em massa personalizada e a produção ágil. Existem ainda opiniões que sustentam que os pré-requisitos para implementação da produção em massa personalizada, passam pela aplicação de tecnologias avançadas como sejam sistemas de produção flexível, CIM (*Computer Integrated Manufacturing* – Produção Assistida por Computador) e CAD (*Computer Aided Design* – Projecto Assistido por computador), no sentido de diminuir os ciclos de desenvolvimento dos produtos e aumentar a flexibilidade na resposta ao mercado (Lee e Chen, 2000). Paradigmaticamente, existem relatos que referem o CAD e CIM como técnicas perfeitamente ultrapassadas no que concerne à sua utilização para satisfação de mercados que se caracterizem pela constante mudança onde é necessário produzir lotes quase unitários (Sousa, 2000). Como exemplos de aspectos negativos referem-se a sua inflexibilidade e falta de robustez. Na procura de formas inovadoras e adequadas para gerir as empresas do século XXI, como paradigmas que sucederam à produção em massa numa fase de transição para a produção em massa personalizada, são também incluídos, para lá da produção emagrecida, a produção de classe mundial e a produção ágil (Sanchez e Nagi, 2001).

Do parágrafo anterior consegue-se perceber que são várias as possibilidades apontadas para o encadeamento sucessório da produção em massa. No entanto, *lean manufacturing*, *just-in-time* e produção ágil são as referidas com maior incidência. Atentemos então brevemente em algumas considerações sobre estes conceitos no sentido de melhor perceber o tal “caos paradigmático” referido.

O grande problema que nos surgiu pela frente na tentativa de recolher informação que permitisse esclarecer o leitor acerca das diferentes características, funcionalidades e aplicabilidades dos conceitos referidos no parágrafo anterior, foi precisamente a constatação da existência de alguma confusão ou ambiguidade na literatura, referente a estes conceitos.

O estado de ruína do Japão, como consequência da segunda guerra mundial, leva a que o povo japonês se predisponha a reerguer de novo a sua pátria. Nesse período difícil da vida do país, alguns industriais deitaram mãos à obra tentando encontrar um rumo que lhes permitisse fazer avançar a nação. Um dos sectores onde isso aconteceu foi a indústria automóvel. Após uma primeira observação dessa actividade nos EUA, Taiichi Ohno, executivo da Toyota, compreendeu que para fazer frente à produção em massa seria necessário produzir grande variedade de automóveis de acordo com a procura do povo japonês (Browne *et al.*, 1996). Faltava-lhe no entanto o mais importante, que era saber como proceder para o conseguir. Curiosamente, não foi da indústria automóvel que nasceu a resposta. Ao observar a forma como os clientes se comportavam

num supermercado nos EUA, Taiichi Ohno despertou em si a ideia de que esta seria a solução. Era necessário transportar para a indústria automóvel a possibilidade do cliente escolher o que queria, quando e em que quantidade. Surge então o TPS (*Toyota Production System* – Sistema de Produção Toyota). As principais ideias por detrás deste sistema consistiam na i) adopção de posturas de “puxar” (Pull) em vez de “empurrar” (Push) através da produção; ii) orientação de fluxos iii) redução drástica de tempos de preparação de máquinas iv) produção por encomenda e não para stock e v) minimizar todos os tipos de desperdício. Estas características são alcançáveis com base num sistema de informação manual designado por *Kanban* de que falaremos mais detalhadamente no capítulo 3.

Em função do sucesso obtido pelas empresas japonesas o então designado sistema *just-in-time* (Silver *et al.*, 1998; Strategos, URL) foi rapidamente adoptado por outras indústrias ocidentais (Browne *et al.*, 1996). Nos EUA, na década de oitenta, emergiram uma grande quantidade de termos como Produção de Classe Mundial (WCM – *World Class Manufacturing*), Produção sem Stock (*stocless production*), Produção de Fluxo Contínuo (*continous flow*), entre outros, que eram na essência JIT (Strategos, URL). Na década de noventa surgiu uma outra designação, hoje largamente difundida, cujos princípios também pouco diferem daqueles em que o JIT se baseia, referimo-nos ao conceito de produção magra (Silver *et al.*, 1998; Ferguson, 2002). Uma outra interessante referência classifica o JIT como sendo simultaneamente uma filosofia de produção e técnica de planeamento e controlo da produção (Porter *et al.*, 1999). Voltaremos a esta interessante classificação quando inseridos na problemática do planeamento e controlo da produção a tratar no capítulo 3.

Num ambiente de produção emagrecida o ponto central são as actividades de valor acrescido e a eficiência do fluxo de trabalho como um todo. Mais não significa necessariamente melhor. De facto, por vezes, mais significa desperdício. A ideia dominante é a sincronização de operações para que com base no fluxo de trabalho global se produzam produtos quando e nas quantias que o consumidor quiser. A produção é orientada para a procura e não em função das necessidades do produtor. A preocupação centra-se no sistema global e na forma como este gera valor (Aquaflux, URL).

A utilização do JIT ou produção emagrecida permitia diminuir o desperdício, mas não respondia de uma forma adequada a uma adaptação à rápida variação na vontade do consumidor. Estas posturas provaram a sua competitividade em ambientes estáveis, mediante a sua postura de produção em massa com eliminação de desperdícios (tempo, materiais, etc), mas sentiam grande dificuldade em satisfazer mercados vincadamente dinâmicos e voláteis (Duguay *et al.*, 1997). Nesse sentido emergiram novos conceitos que baseavam a sua operacionalidade em flexibilidade e agilidade para conseguirem convergir rapidamente com a procura.

Muitas vezes os sistemas de produção flexível aparecem na literatura conotados com sistemas de produção ágeis e vice-versa. O binómio flexibilidade/agilidade é o “ícone” da capacidade das empresas se adaptarem rápida, eficiente e conjugadamente com o maior dinamismo de mercado de que à registo. Flexibilidade, no contexto industrial, é a capacidade de utilizar ou transferir recursos de produção, de uma forma eficiente, de acordo com as necessidades subsequentes das alterações no entorno produtivo (Duguay *et al.*, 1997). Uma empresa que incorpore flexibilidade terá a capacidade de se adaptar não só a alterações na procura mas também a alterações de índole logística e tecnológica. Este inter-relacionamento é por vezes simplificado, referindo-se que uma das chaves da agilidade é a flexibilidade (Christopher e Towill, 2000), tornando-se claro, que a agilidade incorpora consequentemente a flexibilidade. Esta postura explica a utilização do conceito de produção flexível/ágil e o grau de influência entre os conceitos. Inicialmente pensou-se que o caminho para a produção flexível seria baseado na automação para se conseguir alterações rápidas e consequentemente grande sensibilidade para a diversidade de produtos ou do volume de

produção. Esta ideia de flexibilidade foi posteriormente estendida a um contexto de negócio mais abrangente surgindo o conceito de agilidade como orientação organizacional. A agilidade encontra-se associada à capacidade de rapidamente alterar qualquer aspecto da empresa de produção na resposta a alterações no mercado. Introduce-se assim uma componente de velocidade de resposta nas alterações conduzidas na empresa (Duguay *et al.*, 1997).

Alguns autores referem que a produção emagrecida e a produção ágil parecem numa primeira análise similares (Sanchez e Nagi, 2001). Na realidade não o são (Christopher e Towill, 2000) (ver tabela 2.1). A produção emagrecida enfatiza pormenores técnicos e operacionais enquanto que a postura ágil se focaliza em tópicos organizacionais e de pessoas. A agilidade tem um leque mais abrangente, aplicando-se ao nível da empresa ou mesmo da empresa virtual. A vertente emagrecida pretende minimizar a mudança enquanto que a postura ágil adopta a mudança. Existem inclusive opiniões que sustentam que a produção ágil é uma forma de resposta à produção emagrecida (Leitão e Restivo, 1999), diferindo num factor fundamental, que consiste na capacidade que as empresas de postura ágil têm em constituir parcerias virtuais (Kochhar, 1998). Para outros a produção ágil é uma evolução natural da produção emagrecida (Gunasekaran, 1999). Agilidade significa a utilização do conhecimento do mercado e do conceito de empresa virtual para explorar oportunidades lucrativas num mercado dinâmico. Por outro lado, magreza significa desenvolver uma cadeia de valor para eliminar o desperdício (Naylor *et al.*, 1997).

Tabela 2.1 – Comparação entre produção emagrecida e ágil, Christopher e Towill (2000)

Atributos em análise	Produção Emagrecida	Produção Ágil
Tipo de procura	Previsível	Volátil
Variedade de produtos	Baixa	Alta
Ciclo de vida do produto	Longo	Curto
Margem de lucro	Baixa	Alta
Custos dominantes	Custos físicos	Custos de fornecimento de mercado
Política de compras	Comprar bens	Atribuir capacidade
Previsões	Algorítmicas	Consultivas

Uma vez “bebidas” as diferentes sensibilidades, o nosso pensamento vai no sentido de que a seguir à produção em massa, se passa, de uma forma gradual para a produção em massa personalizada. Durante o período que se pretende cobrir com a palavra gradual, as empresas foram sentindo do mercado sinais que evidenciavam a necessidade de alterar características relacionadas com os produtos como o preço, qualidade, diversidade entre outros. Para fazer face a essas necessidades as empresas incorporaram algumas técnicas ou posturas que lhe permitiram ir de encontro ao tipo de produção que o mercado pretende. A incorporação nas empresas das filosofias de produção emagrecida, JIT e produção ágil permite-lhes o fornecimento de produtos de uma maneira diversificada e se necessário em grandes quantidades. À medida que os mercados se tornam cada vez mais dinâmicos cresce a necessidade da introdução de conceitos de flexibilidade e agilidade, permitindo às empresas fornecer produtos personalizados reagindo de imediato às flutuações da procura. Tal como vimos atrás, a produção emagrecida tende a diminuir os gastos com incidência em alguns parâmetros, mas permanece a postura de “empurrar” produtos para o mercado não respondendo ainda às solicitações já tendencialmente personalizadas desse mercado (Christopher e Towill, 2000). Com base neste preceito infere-se que a utilização desta abordagem não é adequada para satisfazer um mercado que pretenda produtos personalizados fornecidos massivamente. Segundo os mesmos autores, à medida que o mercado vai amadurecendo e a exigência de personalização aumenta, a adopção de posturas ágeis permite responder de uma forma mais eficaz às solicitações desse mercado. Ainda segundo os mesmos autores, a forma mais adequada de

responder a essas solicitações, é uma abordagem que designam por “leagile<sup>5</sup>”. Desde o início da década de oitenta, na tentativa de incrementar a flexibilidade e diminuir o desperdício no funcionamento da cadeia produtiva bem como introduzindo conceitos de agilidade, que as empresas se vêm preparando para responder eficaz e eficientemente às necessidades que o mercado solicita. Em suma, é nosso entendimento que estas técnicas permitiram às empresas (algumas) concretizar o conceito de produção em massa personalizada.

Não se pode, no entanto, pensar que este é um processo acabado. Conseguir um desempenho apelidado de classe mundial é um processo que requer constante atenção e esforço por parte das empresas. Pode-se considerar esta tarefa como interminável (Sanchez e Nagi, 2001). A aldeia global em que vivemos permite através dos meios de comunicação que se realize uma influência multidireccional entre culturas. Esta situação trará novas exigências às quais as empresas terão que, de novo, reagir adequadamente.

Entrámos numa era de produção flexível/ágil. Consequentemente, as empresas do século XXI que operem em mercados de largo espectro com rápidas alterações devem incorporar características de flexibilidade e agilidade de forma a subsistirem no mercado. Como se verá mais à frente neste capítulo, o paradigma organizacional denominado empresa virtual, e já conotado nos parágrafos anteriores com a postura de produção ágil, pretende responder a estas necessidades de vanguarda do mercado, promovendo uma nova forma global de relacionamento entre os sistemas produtivos. O pressuposto essencial relativo a este paradigma reside no facto de os produtores não produzirem produtos completos em unidades isoladas, alterando o seu comportamento no sentido de operarem como nós de uma rede de fornecedores, engenheiros, entre outros (Spinosa *et al.*, 1998b).

## 2.2.2 – Globalização

A necessidade de novas formas organizacionais não foi apenas condicionada pelas alterações ocorridas nas relações entre os actores do mercado. A globalização trará também, inevitavelmente, mudanças nessa matéria. A “abertura” de fronteiras a investidores externos, como consequência de novos acordos internacionais entre os países (Comunidade Europeia – CE, mercado comum do sul – Mercosul, grupo dos estados Africanos, Caraíbas e Pacífico – ACP, associação das nações do sudoeste Asiático – ASEAN e Acordo de livre comércio da América do Norte – NAFTA), bem como a expansão da industrialização para os países em vias de desenvolvimento que tem sido realizada de uma forma consistente ao longo dos últimos anos (Alvi e Labib, 2001), permitiu o alargamento de mercados e o aparecimento do conceito de internacionalização e globalização da economia. Concretamente, em que medida é que a globalização difere do processo de internacionalização das empresas e de que forma irá condicionar a postura competitiva das empresas?

Embora com significados diferentes, por vezes, estes dois termos são tidos como sinónimos. A internacionalização refere-se apenas ao processo de expansão da actividade económica, através do seu alargamento geográfico pelas fronteiras de diferentes países. A globalização é uma forma mais complexa de realizar essa expansão. Este conceito implica a integração funcional entre as actividades económicas dispersas. Aplica-se às áreas de produção, distribuição e consumo de bens e serviços, organizados a partir de uma estratégia mundial e considerando um mercado mundial (Giordano, 1999). Existem diferentes perspectivas sob as quais observar o processo de globalização, nomeadamente a económica, política e cultural. Todas as três vertentes são importantes na tentativa de se perceber a necessidade de as empresas alterarem a sua postura

---

<sup>5</sup> Estratégia híbrida que incorpora conceitos de produção emagrecida (lean manufacturing) e produção ágil (agile manufacturing).

competitiva. A vertente económica é provavelmente aquela que mais directamente terá a ver com esta secção. No entanto é difícil dissociar os acontecimentos ou desenvolvimentos políticos do comportamento social e da perspectiva económica. Factores políticos como seja a queda do muro de Berlim ou o aumento do número de integrantes da União Europeia têm certamente importância fundamental na parte social e económica dos estados. Politicamente a globalização está em curso nos nossos dias e tem sido alvo de furiosas manifestações no sentido de ser travada (nomeadamente quando acontecem reuniões do grupo dos G7 mais a Rússia). Embora esta seja uma componente da questão política na qual não nos pretendemos imiscuir, resulta difícil perceber-se até que ponto este processo está ou não a agravar o fosso entre ricos e pobres, ou seja, em que medida e forma afecta a parte económica e social de alguns países. Concretamente, nesta reflexão, importa ter a noção do contributo destes acontecimentos para a globalização do mercado e alteração das regras competitivas, e consequente reacção por parte das empresas no sentido de se adaptarem. Não esqueçamos que é também verdade que por detrás de muitas decisões políticas estão factores sociais e económicos.

Focalizando o tema de acordo com os objectivos desta secção, ou seja a influência da globalização no processo de alteração da forma de relacionamento entre empresas, refira-se que o processo de globalização é influenciado pela acção das empresas que, agindo com base em capital global, pretendem obter lucros para lá das suas fronteiras nacionais. À medida que as barreiras, tradicionalmente mantidas às economias nacionais, vão sucumbindo aos interesses económicos dos países, as oportunidades de negócio tornam-se acessíveis. A globalização, em face da diminuição regulativa de alguns estados, aportou a intensificação da competitividade, aceleração do ciclo dos produtos e maior incerteza, em suma novos desafios e oportunidades (Kraemer *et al.*, 2002b). Empresas que outrora sobreviviam com base em políticas de protecção, tornam-se agora potencialmente vulneráveis (Fraser e Oppenheim, 1997).

O processo que gradualmente permitia às empresas tempo suficiente para se ajustarem às necessidades do mercado desapareceu. Em consequência, as empresas, em praticamente todos os sectores de actividade, estão a enfrentar o desafio de desenrolarem as suas actividades num ambiente globalizado. Para as empresas este é um processo de aprendizagem uma vez que muitas das regras aplicáveis anteriormente, não são válidas neste novo ambiente. Aliás, está-se num processo de definição e estabelecimento de novas regras.

Um dos indicadores de potencial sucesso de qualquer estado no início do século XXI passa pela sua capacidade de fomentar nas suas empresas uma vocação para negócios globais. A indução de uma orientação global por parte desses estados assegura a expansão de mercados para as suas indústrias. Para lá da possibilidade de acederem a novos mercados, a globalização permite também que as empresas acedam a novas tecnologias e novos talentos (Atkinson e Coduri, 2002).

As oportunidades à escala global e a complexidade do cenário competitivo forçará as empresas a especializarem-se, tornando-se empresas de classe mundial, que operem com elevados níveis de competitividade ou, então... desaparecem. A globalização dos mercados não só cria novas oportunidades de negócios, como também introduz a competição mundial. Como resultado, existe uma necessidade premente de alterar a forma de produzir (Sharp *et al.*, 1998), nomeadamente através da redução do tempo de desenvolvimento dos produtos e da integração dos recursos das diferentes empresas participantes, bem como dos fornecedores locais e globais. Estes requisitos implicam a necessidade de organizações magras e flexíveis (Baake e Hausman, 1997). O mercado muda de tal forma rápido que no caso da empresa não conseguir mudar se torna uma perdedora, mas se continuar a produzir os mesmos produtos que até então, tornar-se-á numa grande perdedora (Alvi e Labib, 2001). A globalização dos mercados criou uma dinâmica completamente nova nas alterações do entorno das empresas (Duguay *et al.*, 1997). Num mundo de economias nacionais, as empresas tinham pouca margem de manobra relativamente à escolha de onde e como competir. Numa sociedade globalizada as empresas encontram-se perante uma miríade, virtualmente infinita,

de opções com base nas quais estabelecer uma estratégia e postura organizativa. No meio desta panóplia global de medos e oportunidades, as empresas dão-se conta que as formas, com base nas quais definiam as suas estratégias e se organizavam, se tornaram obsoletas (Fraser e Oppenheim, 1997).

### 2.2.3 – Tecnologias de Informação e Comunicação

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) são um dos factores potenciadores das profundas mudanças operadas no mundo. De facto, estas são um factor potenciador da, e potenciado pela globalização (Kraemer *et al.*, 2002b). Com a aceleração da necessidade de inovação e da dinâmica de mudança, as tecnologias de informação e comunicação são hoje essenciais perante um cenário de globalização da economia mundial (infopedia, URLa). Estas tecnologias catalizaram e/ou aceleraram mudanças arquivadas nas mentes dos gestores ou renitentemente em curso em algumas empresas (Boyson *et al.*, 1999). Na perspectiva da secção na qual se insere este texto, importa compreender que a contínua evolução destas tecnologias influencia as empresas de duas formas distintas. Por um lado, considerando uma postura mais pró-activa, empresas empreendedoras poderão aproveitar as tecnologias de informação e comunicação como o meio para dar um salto evolutivo no sentido de realizar novas formas de colaboração, novas parcerias e assim atingirem negócios e mercados que de outra forma lhe seriam interditos. Um outro ponto de vista tem a ver com a necessidade de as empresas reagirem, no sentido de adoptarem as tecnologias de informação e comunicação como mais uma componente estratégica e operacional, seguindo as imposições do mercado, não sendo desta forma marginalizadas nos mercados internacionais nem colocando em risco a sua posição actual e viabilidade futura (Moodley, 2003).

À semelhança do que sucedeu relativamente à evolução do mercado e filosofias de produção, a revolução industrial, no que concerne às tecnologias de comunicação, desempenhou também um papel de grande relevo. Antes da revolução industrial as cidades e o campo eram significativamente diferentes daquilo em que se tornaram. A industrialização trouxe com ela novos tipos de estradas, comboios, barcos e outras formas de comunicação. Notoriamente, antes da introdução destes novos meios de comunicação, autênticas revoluções tecnológicas para a época, era extremamente difícil manter-se um contacto permanente entre pessoas dispersas pelos países, para não falar ao nível do globo. As novidades e outras mensagens eram difundidas por viajantes e os produtos eram produzidos e consumidos numa vertente local. As pessoas tinham que contar com elas próprias e com as comunidades nas quais se inseriam para obterem a maioria dos bens que necessitavam. A comida era produzida localmente. Esta definição de local enquadrava a aldeia e quintas circundantes e a uma escala maior a cidade e as aldeias. A actividade agrícola produzia para a comunidade e para o mercado “da cidade próxima”.

Décadas de constantes avanços nas tecnologias de informação e comunicação levaram ao surgimento de um complexo ambiente de comportamentos sociais e alterações económicas (Fraser e Oppenheim, 1997). Esta revolução tecnológica teve também uma importância fundamental no processo de globalização de que falámos em 2.2.1, nomeadamente através do fornecimento de novas ferramentas que auxiliam a capturar as novas oportunidades globais. Avanços nas tecnologias de informação e comunicação têm tido um grande impacto na forma como os negócios são realizados e no seu processo de gestão. Tecnologias como as comunicações via satélite, transmissões via fax e transacção de dados electronicamente, tornaram as operações globais mais rápidas e fáceis de realizar (Dilworth, 1992).

As tecnologias de informação e comunicação são consideradas a base da "Terceira Revolução Industrial" que teve início nos anos 60. Com o aparecimento do computador surgiu a possibilidade

de troca de informação entre máquinas. Começaram, então, a desenvolver-se as redes de comunicação de dados (digitais). Estas redes, também vulgarmente designadas por redes de computadores, têm-se desenvolvido a um ritmo acentuado, sobretudo devido aos avanços nas áreas da microelectrónica e da informática, sendo hoje imprescindíveis em praticamente todas as áreas de actividade. Assentes nos satélites e nas fibras ópticas, disponibilizam um conjunto de vantagens que as tornam atractivas, podendo-se destacar a possibilidade de acesso a computadores remotos, o uso e a partilha de recursos diversificados e/ou dispendiosos, o acesso a informação e a facilidade de transferência de dados (infopedia, URLa). Os computadores induziram alterações, por um lado, na forma como os negócios são realizados e por outro na forma de controlo dos processos que sustentam as actividades para satisfação desses mesmos negócios (Dilworth, 1992).

Este fenómeno ocorre também na área da economia e tem contribuído para o aumento da produtividade, pela rapidez e melhoria com que se processam as relações inter-empresariais, que beneficiam com a introdução de novos produtos e serviços de telecomunicações e pela redução dos custos das transacções. O mesmo se verifica no sector financeiro, onde as telecomunicações e os computadores permitem que os dados financeiros circulem em todo o mundo e sejam processados de imediato nos mercados mundiais. Assiste-se assim à expansão dos serviços financeiros à escala global, acelerando a globalização das economias.

A instalação da rede telefónica, da TV e dos satélites de comunicações, associados à informática (Internet), deu origem à globalização da comunicação audiovisual de massas. O acesso ao sistema de comunicação é universal e processa-se em "tempo real". Passamos a viver na chamada "aldeia global" (Sousa, 2000). A Internet e os serviços que esta disponibiliza (e-mail, www, ftp, etc.) assumem cada vez mais um papel de destaque nas actividades comerciais tornando-se um factor de desenvolvimento estratégico (Walters e Buchanan, 2001). Para muitas pequenas e médias empresas, a sua visibilidade na, e orientação para, a Internet poderá significar o factor de escolha, decisivo, numa futura parceria (Moodley, 2003).

Em 2001, no Reino Unido, 50% das empresas inquiridas no âmbito de um estudo sobre comércio electrónico, declararam possuir uma ligação permanente à Internet. Quanto maior a empresa, maior a propensão para a adopção das tecnologias de informação e comunicação. Considerando empresas com menos de mil empregados e com mais de mil, a percentagem de ligação das mais pequenas situava-se nos 46% enquanto que a das maiores atingia o valor de 98%. É também significativo o facto de 49% das empresas usarem o e-mail como ferramenta de trabalho instituída (Pollard, 2001).

Existem diversos factores que podem influenciar o avançar ou não por parte de uma empresa para a utilização da Internet como forma de relacionamento com clientes e parceiros. No entanto, a expansão de mercados para produtos existentes, melhoria da capacidade de coordenação e a possibilidade de acesso a novos mercados e negócios, são apresentados como os que têm mais impacto junto das empresas (ver figura 2.1).

Em face destes novos instrumentos as empresas conseguem tornar-se mais flexíveis e capazes de responder com maior sensibilidade às mudanças no seu entorno. A diminuição dos custos gerais destas tecnologias está a provocar um incremento massivo nos fluxos de informação transfronteiriços, possibilitando uma redução dos riscos associados à operação em novos mercados. Simultaneamente permitem estimular o consumo de produtos (bens, serviços e modas) de índole mundial (Fraser e Oppenheim, 1997). Segundo os mesmos autores, em breve, serviços que antes requeriam uma presença física serão disponibilizados com base em entregas suportadas electronicamente, potenciando a capacidade das empresas acederem a consumidores de uma forma global. Os consumidores conseguem realizar compras através do país ou mesmo do globo, eliminando a vantagem da presença física, considerado um pilar no relacionamento comercial (Walters e Buchanan, 2001). Neste ambiente de produção global, as tecnologias de informação

desempenham um papel dominante no sentido de permitirem a integração de sistemas produtivos distribuídos fisicamente (Gunasekaran, 1999).

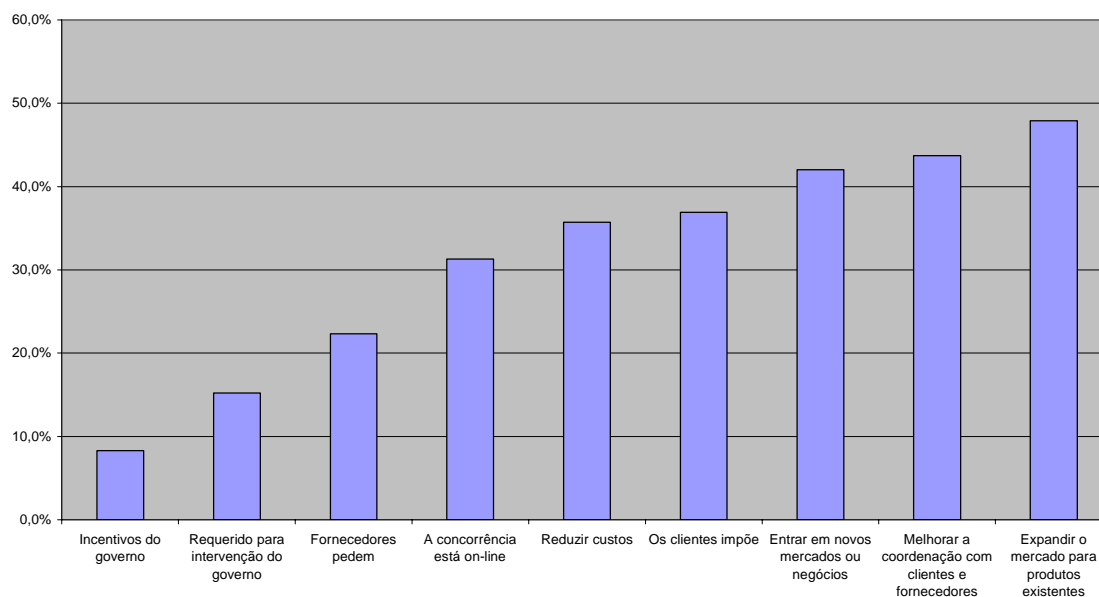


Figura 2.1 – Motivos para a adoção da Internet nos negócios da empresa. Kraemer *et al.*, (2002a)

Também ao nível social, as tecnologias de informação e comunicação apresentam uma influência crescente. O cidadão na sua vida social estabelece diariamente contacto, directo ou indirecto, com estas tecnologias quando, por exemplo, se desloca ao banco ou ao hospital, quando assiste a um programa de televisão transmitido por satélite ou quando, no seu trabalho, as novas tecnologias são aplicadas (infopedia, URLa). Na literatura existem opiniões que referem que num futuro próximo, ao entrarmos numa loja de roupa, existirão dispositivos electrónicos que automaticamente tirarão as nossas medidas no sentido de iniciar o processo de produção de uma eventual peça de vestuário que desejemos (Lee e Chen, 2000). Depois de especificadas as características desejadas para a peça de vestuário dar-se-á início a um processo de produção que poderá passar pela compra do tecido na Índia, o processo de tinturaria será realizado em Marrocos, o corte e costura na Galiza e a entrega no domicílio do cliente na Grécia. Claramente, sem as novas tecnologias este esquema seria senão impossível, pelo menos muito demorado. Muitas das actividades a realizar para sustentar esta nova postura enquadram-se num conjunto de novas formas profissionais que estão a surgir. O tele-trabalho, a tele-consulta de bancos de dados, são os serviços e produtos que surgiram em consequência das Tecnologias de Informação e Comunicação.

As opções tecnológicas adoptadas nas empresas encontram-se directamente ligadas à estratégia corporativa da empresa. Mantêm, simultaneamente, uma estreita relação de coordenação com as alterações organizacionais necessárias a uma correcta convergência com as flutuações que, necessariamente, vão ocorrer na produção. O número de actividades cuja forma de execução vai ser modificada, em função dos avanços tecnológicos, são tão numerosas que uma empresa por si só não conseguirá dominá-las todas constantemente (Duguay *et al.*, 1997). Existe, conseqüentemente, a necessidade de criar alianças de duração limitada com outras empresas, baseadas nas suas competências técnicas e tecnológicas. As tecnologias de informação e comunicação possibilitam às empresas a implementação de novas formas de organização transfronteiriça (Kraemer *et al.*, 2002b).

## 2.3 – Formas de cooperação electrónica

A evolução das tecnologias de informação e comunicação permitiu que as empresas descobrissem novos instrumentos e ferramentas no sentido de realizarem actividades de gestão adequadas aos requisitos dos tempos modernos. Estas tecnologias, nomeadamente a Internet, alteraram verdadeiramente a forma de fazer negócios. A alteração realizada foi de tal ordem, que se atingiu o ponto de designar as empresas tradicionais como pertencentes à “velha economia”, enquanto que as empresas que enveredaram pelo “poder” da Internet são classificadas como pertencentes à “nova economia” (CVOC, URL) ou “economia digital”(Sousa, 2000).

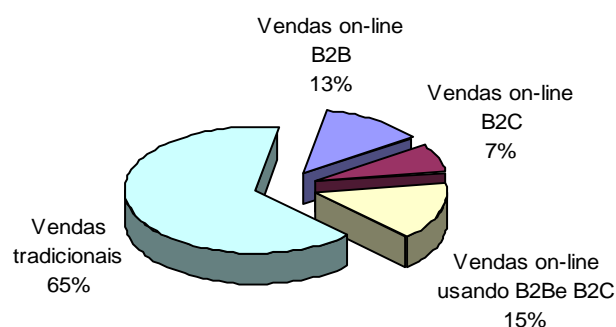


Figura 2.2 – Distribuição do tipo de vendas on-line (bens) vs tradicionais. Kraemer *et al.*, (2002a)

Os primeiros exemplos da utilização das novas tecnologias de informação e comunicação por parte das empresas materializaram-se no conceito de comércio electrónico (*e-commerce*) (Kehoe e Boughton, 2001). Embora o comércio electrónico existisse antes do surgimento da Internet, sob a forma de intercâmbio de dados electronicamente (EDI), espera-se que a disseminação deste conceito sofra um empurrão com a ajuda desta nova tecnologia (Kraemer *et al.*, 2002a). A Internet possibilitou o aparecimento de canais alternativos para distribuição de produtos, baseando-se na implementação de sítios de empresas nos quais é possível realizar transacções de produtos. A promessa do comércio electrónico baseia-se na sua capacidade de melhorar a eficiência económica através do aumento do leque de potenciais compradores e vendedores, reduzindo os custos de transacção (Goodwin *et al.*, 2002). Desde então para cá tem-se disseminado um enorme conjunto de designações de acordo com o relacionamento entre os intervenientes e a natureza da actividade (governo, negócios, saúde, comércio). Em termos comerciais, a bibliografia refere que a existência de uma presença na Internet por parte das empresas, recorrendo a uma página Internet (sítio web), possibilitando o acesso a publicidade sobre produtos, dados sobre produtos, a possibilidade de colocar ordens “on-line” ou simplesmente contactos adequados em função de actividades, tem proporcionado um aparente crescimento dessas empresas (Kehoe e Boughton, 2001).

Relativamente ao comércio electrónico, existem duas designações que se distinguem de acordo com o tipo do consumidor final. Referimo-nos ao *Business-to-Business* (B2B), *e-biz* ou *e-business portals* (Chan e Chung, 2002), onde o segundo interveniente ou receptor são empresas. A outra designação é *Business-to-Consumer* (B2C). Nesta versão, o interlocutor, ou seja quem compra o produto, é também quem o consome. Um estudo que teve por base a análise a empresas de três tipos de indústria, de diferentes países, e que utilizam a Internet nos seus negócios, revelou que empresas com uma postura global, com operações no estrangeiro e que encaram com mais intensidade a competição exterior, utilizam a Internet vincadamente para *Business-to-Business* (O

estudo incidiu sobre mais de duas mil empresas distribuídas por 10 países) (Kraemer *et al.*, 2002a). Sendo a maior parte delas da área de produção, direccionam-se no sentido de integrarem as suas operações e automatizarem as suas transacções. Por outro lado, a utilização do *Business-to-Consumer* por parte destas empresas é diminuto. Contrariamente, empresas mais vocacionadas para actividades locais privilegiam maioritariamente a vertente *Business-to-Consumer*. Esta postura última pode ser motivada pela importância das infra-estruturas locais existentes, conhecimento local das preferências dos consumidores, língua, cultura e confiança.

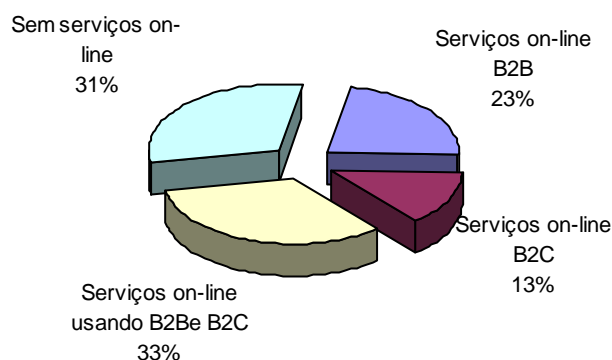


Figura 2.3 – Distribuição do tipo de vendas on-line (serviços) vs tradicionais. Kraemer *et al.*, (2002a)

Curiosamente, o estudo revela que a postura de empresas que vendem bens é mais retraída que aquelas que se dedicam ao fornecimento de serviços (ver figuras 2.2 e 2.3). Para fomentar cada vez mais este tipo de actividade é ainda necessário ultrapassar uma série de factores que limitam a aceitação sem reservas deste tipo de relacionamento, quer por parte de fabricantes, fornecedores e vendedores quer do ponto de vista do próprio consumidor. De entre factores como protecção legal inadequada, falta de interacção cara-cara com o cliente, custos com implementação dos sites, alterações organizacionais e o uso do cartão de crédito, destaca-se como factor mais preocupante e condicionante da adopção deste tipo de relacionamento a questão da privacidade e segurança (Kraemer *et al.*, 2002a). As principais vantagens da utilização do *Business-to-Business* prendem-se com razões financeiras, na medida em que podem ser poupados custos importantes, nomeadamente administrativos, bem como ser obtidas condições preferenciais em termos de preços (infopedia, URLb).

Hoje, à beira da sua terceira década de actividade, o comércio electrónico está a atingir a fase de maturidade. Comércio electrónico significa muito mais que aceder a uma rede informática e realizar uma série de ordens de compra ou facturas. No seu sentido mais lato, comércio electrónico significa a capacidade de realizar negócios com qualquer um, em qualquer lugar e em qualquer altura. Mais, significa maior cooperação entre parceiros de negócios expandindo a cadeia de fornecimento (Hendrickson, 2003).

O sucesso da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nesta vertente de comércio fez rapidamente estender este conceito a outras áreas de actividade. Algumas das palavras da moda são *e-business*<sup>6</sup>, *e-learning*<sup>7</sup>, *e-governement*<sup>8</sup>, *e-marketing*<sup>9</sup>, *e-procurement*<sup>10</sup>, *e-health*<sup>11</sup> entre outras

<sup>6</sup> O *e-business* é, na sua forma mais simples, a realização de negócios via Internet. É um termo mais genérico que comércio electrónico uma vez que para além das compras e vendas incorpora a possibilidade de realizar serviços e permite colaboração entre parceiros de negócio.

(Jones, 2000; Rowe, URL). O nível de preparação dos países para a adopção destas posturas de relacionamento não é igual em todos eles. Curiosamente a literatura mede o nível de preparação de cada país (capacidade) para a participação na economia global recorrendo à utilização do termo *e-readiness* (Tehan, 2002).

Este é um momento de transição rápida na direcção da criação de empresas virtuais. Estas ultrapassam e envolvem os conceitos *e-commerce*, *e-business* e outras formas de “*e-[conceito]*” que abordámos nas linhas anteriores, sendo conseqüentemente mais complexas (Biggs, URL). Com o tempo, os negociantes tradicionais acabaram por se aperceber que a rede permitia obter uma enorme proximidade com os consumidores e parceiros de negócio e que, se a princípio a vertente electrónica surgiu apenas como uma forma de publicitar produtos e serviços de uma forma mais directa, hoje em dia as empresas virtuais que operam nos mais variados sectores multiplicam-se (infopedia, URLc). A próxima secção pretende ser esclarecedora relativamente a este novo conceito.

---

## 2.4 – Conceito de Empresa Virtual

---

Ao longo das secções anteriores cremos ter ficado claro que de uma sociedade de consumo de características estáveis, grande procura, pouca exigência por parte dos clientes, produtos com ciclos de vida prolongados e pequena preocupação com a qualidade, progressivamente, se passou para um ambiente onde existe grande pressão dos clientes no sentido de obterem produtos personalizados, nas quantidades, prazos e locais por eles definidos. Estes factores aliados às novas tecnologias de informação e comunicação e à globalização da economia apresentaram às empresas novos mercados com características distintas daquelas a que estavam acostumadas. Nesse sentido é imperativo que as empresas reajam de forma a manterem a sua competitividade e a curto prazo a sua existência. A competitividade é vista como um dos mais importantes e globais requisitos de uma empresa. A sua satisfação implica, ou requer, a definição e adopção de novos conceitos organizacionais, tanto para as empresas, como para os sistemas de produção (Putnik, 2000). Nesse sentido as empresas são forçadas a direccionar-se para a sua cadeia de fornecimento e aprender a geri-las como um único e grande organismo vivo (Boyson *et al.*, 1999). Devem conseguir quebrar a de uma forma definitiva com as barreiras intra e inter organizacionais que as entrava no seu percurso de convergência com a globalização.

Essa reacção passa pela absorção, por parte das empresas, das novas necessidades e possibilidades que o mundo globalizado e tecnologicamente evoluído disponibiliza, induzindo o estabelecimento

---

<sup>7</sup> *e-learnig* é educação via Internet ou utilizando um PC sem ligação à rede. São utilizadas aplicações que recorrem às Tecnologias de informação e comunicação para transmissão de conhecimentos. As vertentes são baseadas na *web*, salas de aula virtuais, e colaboração virtual. Os conteúdos podem ser difundidos via Internet, ou aplicações multimédia em CD.

<sup>8</sup> *e-governement* refere-se ao uso da Internet com o propósito de possibilitar transacções entre políticos, cidadãos e as entidades públicas.

<sup>9</sup> *e-marketing* é simplesmente a realização de acções de marketing recorrendo à Internet, nomeadamente e-mail e *www*.

<sup>10</sup> *e-procurement* é o processo de venda e compra de mercadorias e serviços pela Internet. É uma parte importante dos sítios de *Business-to-Business*. Tipicamente permitem a utilizadores registados procurar vendedores e compradores de bens e serviços.

<sup>11</sup> *e-health* é o uso das novas Tecnologias de Informação e Comunicação, como a Internet, com o objectivo de suportar e fornecer cuidados de saúde e educação. A sua aplicação pressupõe a alteração de alguns processos no sentido de integrarem as Tecnologias de Informação e Comunicação como suporte funcional.

de novas formas de cooperação entre empresas. No ambiente hiper competitivo dos dias de hoje é impossível que uma empresa mantenha um elevado nível de desempenho em todas as competências técnicas que a empresa é capaz de realizar. Com o objectivo de manter a propalada competitividade, as empresas deverão concentrar os seus esforços naquilo que de melhor fazem, ou seja, na sua competência técnica principal (Hammer, 2000). Esta postura permitirá à empresa participar em integrações virtuais, onde contribuirá com a sua competência técnica principal, conjuntamente com outras empresas, que por sua vez contribuirão com as suas competências técnicas principais, no sentido de concretizar um negócio.

Os tempos mudaram. Para muitas empresas a chave para um rápido e sustentado crescimento passa pela reengenharia dos processos de negócio e sistemas tecnológicos existentes. Os sistemas e processos existentes devem ser simplificados, otimizados e actualizados. Processos fragmentados, internamente e externamente às empresas, deverão sofrer um processo de integração no sentido de eliminar desperdícios e otimizar sinergias, melhorando o desempenho das empresas. Muitos dos processos deverão ser realizados recorrendo a subcontratações. Toda esta dinâmica deverá ser conseguida de uma forma rápida e tendencialmente integrada (KPMG, 2001), de forma a aproveitar as oportunidades de negócio que rapidamente aparecem e desaparecem.

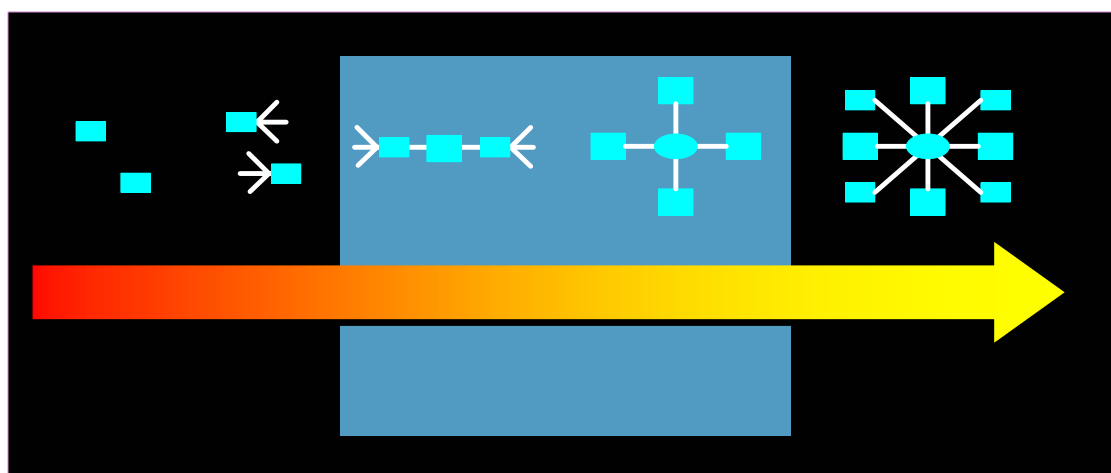


Figura 2.4 – Evolução da postura de relacionamento entre empresas. Jones (2002)

Deixando de lado os factores que condicionaram e possibilitaram a nova atitude de colaboração entre empresas, a figura 2.4 pretende ilustrar as alterações de relacionamento entre empresas ao longo dos tempos (passado, presente e futuro) (Jones, 2000). Inicialmente as empresas concentravam os seus esforços de uma forma individual e isolada. As empresas incorporavam dentro das suas paredes todas as competências técnicas necessárias para produzir e vender um determinado produto, desde a compra da matéria-prima até à venda final. Evolui-se então para uma postura de alguma ligação ou colaboração, mas ainda sem qualquer tipo de integração que se atingiu posteriormente. Tendencialmente estes relacionamentos evoluirão para estruturas virtuais (Empresas Virtuais, Mercados Virtuais).

#### 2.4.1 – Definição e características

A mais antiga referência que encontramos relativamente a este conceito data do ano de 1984 (Miles e Snow, 1984). Contudo, a definição formal de empresa virtual é algo que se pode considerar que não existe (Camarinha-Matos, 1997; Steil *et al.*, 1999). Pode-se inclusive adiantar que existe uma confusa profusão de termos e conceitos no que concerne a esta matéria (Rolstadas, 1998). Uma

reflexão profunda sobre as diferentes terminologias existentes e o conceito que encerra cada um desses termos será realizada mais adiante nesta secção. No capítulo 1 introduzimos uma primeira definição que ia de encontro ao nosso pensar sobre o tema e que aqui voltamos a apresentar:

*Uma empresa virtual é uma associação de organizações, empresas, partes de empresas ou indivíduos – fornecedores de bens ou serviços – que se encontram ligados através das novas tecnologias de informação e comunicação para beneficiarem (e explorarem) das rápidas alterações que ocorrem ao nível das oportunidades de negócio. Numa associação deste género, as organizações integrantes podem partilhar custos, competências técnicas, conhecimento e acesso a opiniões de peritos, acesso a mercados regionais e globais, onde cada parceiro fornece aquilo que faz de melhor, sejam bens ou serviços (VEA, URL).*

Esta primeira definição aqui apresentada, de certa forma, abrange diferentes sensibilidades que se podem encontrar na literatura sobre o tema. Por um lado, encontra-se a alusão consensual à existência de uma tecnologia de suporte ao funcionamento das empresas virtuais, classificando-as como organizações “coladas” electronicamente (Jain *et al.*, 2000), ou seja, faz-se referência ao uso e importância das novas tecnologias de informação e comunicação (relativamente às tecnologias de informação e comunicação importa referir que existem opiniões na literatura que apontam para a possibilidade de formar empresas virtuais sem intervenção destas tecnologias (Strader *et al.*, 1998)). Está também presente a referência a empresas que participam na empresa virtual para tirarem proveito de uma oportunidade de negócio, contemplando ainda o caso particular de partes de empresas ou indivíduos.

Por outro lado, existe subjacente a referência a um mercado dinâmico e turbulento para o qual é necessária uma postura ágil por parte das empresas. A parte final da definição reporta-se ao factor de integração, considerando factores globalmente aceites, como sejam o acesso a especialistas e bases de conhecimento, ou o acesso a novos mercados. A referência às competências técnicas é também um factor a valorizar. A concentração das empresas naquilo que de melhor sabem fazer permite-lhes reduzir a complexidade interna e operar numa postura de aliança do melhor (Wiendahl e Helms, 1997). Incorpora ainda uma componente de extrema importância, na nossa opinião, que é a partilha de custos. Subjacente a esta partilha de custos existe um risco associado, que, para nós, potencia e expressa a diferença entre uma postura integrada e uma relação simples com fornecedores.

Existem no entanto duas outras vertentes que consideramos importante e que esta primeira definição não contempla. Atente-se nesta outra definição de empresa virtual:

*A empresa virtual consiste num número de unidades geograficamente dispersas mas geridas como uma só unidade, embora cada sub unidade possa estar sob gestão separada (Rolstadas, 1995).*

Esta segunda definição incorpora duas características relevantes. Por um lado refere a necessidade de gerir todos os participantes como um todo, ou seja existe aqui uma componente de integração, mas por outro lado ressalva um dos grandes receios das empresas ao participarem neste tipo de organizações que é a perda da sua independência (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a), ou interferências externas malévolas. Ou seja, a definição garante a não interferência directa de uma gestão exterior na gestão de cada unidade. Concretizando, a ultima parte da definição infere aquilo que não diz abertamente e que se traduz na manutenção da independência dos diferentes parceiros.

Para que exista uma compreensão plena do que se pretende dizer com o termo “empresa virtual” é conveniente realizar-se também uma pequena reflexão sobre o termo “virtual”. Provavelmente, uma das primeiras formas de referência a este tema com que nos deparámos ao longo da nossa vida foi o termo realidade virtual. Recorrendo à central de conteúdos on-line da “Porto Editora” encontramos o seguinte significado para esta expressão: “Termo que se refere a um ambiente

artificial criado por recurso a hardware e software específicos que oferecem ao utilizador a sensação de presença e interacção com esse ambiente”. Ou seja, parece mas não é. Curioso é o facto do dicionário on-line da mesma editora referir que virtual significa: “que existe em potência”. Ou seja, contrariamente à definição de realidade virtual, esta última definição não concretiza, reporta-se apenas à capacidade de se realizar, ou seja encontram-se reunidas as condições para. Virtual pode também ser entendido como a substituição da presença física por uma presença baseada nas tecnologias de informação e comunicação (Skyrme, 1999).

Então de que forma é que a virtualidade se relaciona com as empresas, dando origem à expressão empresa virtual? A última referência do parágrafo anterior dá a entender que esta postura permite às empresas ultrapassarem as limitações decorrentes do posicionamento geográfico de cada empresa participante, ou seja a distância. A empresa, como uma só unidade, é criada recorrendo-se a hardware e software, produzindo nos seus integrantes a sensação de presença e interacção com o ambiente, tal como a definição de realidade virtual, que vimos atrás. A explicação do conceito de virtualidade relacionada com a empresa virtual pode também, de uma forma interessante, ser conotado com o conceito perfeitamente cimentado das células virtuais de fabrico (Carvalho *et al.*, 2001a). Uma célula de produção é um conjunto de máquinas, organizadas num mesmo local de forma a conseguirem produzir uma família de produtos, relacionando-se normalmente com o conceito de tecnologia de grupo. A adopção deste conceito trás vantagens (redução de tempos de preparação) e desvantagens (utilização desequilibrada dos recursos mediante flutuações na procura). O exercício de reorganização das células de fabrico em função das flutuações da procura seria uma tarefa difícil e dispendiosa. A solução apresentada para resolver esta situação é materializada no conceito de célula virtual de fabrico. As máquinas mantêm a sua posição física e as suas capacidades tecnológicas são atribuídas a células que não existem fisicamente, sendo consideradas apenas para efeitos de programação da produção. Daí a palavra virtual. Os mesmos autores referem que, de certa forma, as empresas virtuais podem ser vistas da mesma forma que as células virtuais. A principal diferença reside no facto de num caso as unidades serem máquinas e noutra caso serem empresas ou partes de empresas.

É também sugerido que o alcançar do termo empresa virtual se realiza por etapas, indo da realidade virtual, que já vimos atrás, passando pela produção virtual até à empresa virtual (Xu *et al.*, 2002). A produção virtual é aqui apresentada como desenvolvida recorrendo-se a tecnologias como sejam a simulação por computador, CAD, CAM, CAPP (*Computer Aided Process Planning* – Planeamento de processos assistido por computador) e cenários de realidade virtual. Consiste na realização do processo de produção através de computadores, utilizando o ambiente criado com base em realidade virtual para simular o comportamento de todo o sistema.

Uma outra forma de abordar essa virtualidade é olharmos para a empresa da perspectiva do cliente. A empresa virtual deverá ser vista do exterior não como um conjunto de diferentes parceiros que interagem para satisfazer uma oportunidade de negócio, mas sim como uma empresa única (Soares *et al.*, 2000; Teixeira *et al.*, URL), fiável, sólida, eficaz, eficiente, com qualidade. Enfim, capaz de responder aos anseios do cliente e de criar nele a suficiente confiança para o estabelecimento do negócio. Contudo, este processo encerra algumas dificuldades. Dado que as empresas virtuais não têm um passado de relacionamento que ateste a sua credibilidade, induzindo consequentemente confiança junto do cliente, é necessário criar um relacionamento de fiabilidade com os seus interlocutores, não apresentando falhas no seu desempenho. Esta capacidade passa pela existência de uma infra-estrutura de suporte adequada na qual flua informação de coordenação consistente. Parece no entanto claro que esta não é uma postura fácil de se atingir. À medida que as empresas se movem de uma postura isolada para uma postura de ligação interactiva e adaptativa, é necessário um maior nível de integração ao nível das pessoas, processos de negócio e tecnologia. As empresas virtuais são construídas com base na cooperação entre empresas reais, sendo focalizadas nos clientes em função das características dos mercados onde competem (Zhou e Besant, 1999).

A existência de um ambiente turbulento, instável, incerto, extremamente competitivo, onde o ciclo de vida dos produtos é de curta duração, exige certamente por parte das empresas uma postura ágil no sentido de responder a essas solicitações. Ser ágil é mais que incorporar flexibilidade e emagrecimento. Flexibilidade é um subconjunto da agilidade (Goranson, 1999). De uma forma simples ser ágil significa conseguir-se operar sem desperdício, mas também ser capaz de mudar de rumo rapidamente, acompanhando e convergindo com as tendências e requisitos do mercado. Algumas empresas conseguem operar de uma forma emagrecida, com elevada eficiência mas não conseguem responder rapidamente a alterações no mercado (Carvalho *et al.*, 2003c). Independentemente da sua dimensão, as empresas são forçadas a alterar os seus processos, a sua organização e a forma como fazem negócios. Existem duas abordagens possíveis para a formação de empresas virtuais (Probst *et al.*, 1997; Camarinha-Matos *et al.*, 1999a; Yusuf *et al.*, 1999; Mezgár *et al.*, 2000). Atendendo à sua estrutura pesada, pouco ágil e pouco flexível, as grandes empresas estão-se a reorganizar, concentrando-se na formação de redes estratégicas estruturadas de células de negócios, baseando-se em unidades de competências técnicas principais.

Se este ambiente agressivo provoca movimentações nas grandes empresas, é também verdade que impulsionou uma reacção por parte de pequenas empresas, nomeadamente no seio das designadas PME's. Está-se a assistir no seio das PME's a um movimento no sentido de se concentrarem nas suas competências principais e organizar redes estratégicas. Esta postura permite que empresas pequenas tenham acesso a mercados globais a que de uma forma isolada não conseguiriam chegar (NIIP, 1994-2000; Dudenhausen *et al.*, 1997; Hardwick e Bolton, 1997).

O desenvolvimento ou formação de uma empresa virtual em torno de uma oportunidade de negócio pode basear-se em duas perspectivas diferentes (Martinez *et al.*, 2001). Por um lado a empresa virtual pode surgir como forma de resposta a um pedido concreto de um consumidor. Ou seja, um empresário apercebe-se que existe a possibilidade de realizar um negócio, concreto e perfeitamente definido com um determinado cliente e decide-se a iniciar o processo de formação de uma empresa virtual no sentido de satisfazer esse negócio. Inclusivamente, o pedido poderá ser colocado ao empresário de uma forma directa, sem existir a necessidade de perspicácia da parte deste. Por outro lado, a empresa virtual poderá surgir como resultado de um cuidadoso estudo de marketing, que resulta na identificação de um novo mercado emergente para o qual a empresa irá produzir. Importa também referir que a empresa virtual poderá estar direccionada para a realização de apenas um produto ou uma família de produtos (Martinez *et al.*, 2001). Relativamente a estas matérias é possível adiantar que existem empresas que vão ser formadas para concretizar uma única oportunidade de negócio, dissolvendo-se no final desse processo, existindo também situações em que a empresa virtual prolonga o seu ciclo de vida no tempo, respondendo a diversos processos de negócio ou em função de um intervalo de tempo pré acordado (Afsarmanesh e Camarinha-Matos, 1997).

Perante estes cenários, pode-se especular sobre o tipo de gestão que deverá existir (adequado) em relação ao tempo que a empresa virtual se manterá em actividade. De uma forma sucinta, uma vez que o capítulo 3 tratará exclusivamente dessa matéria, se a empresa virtual prolongar a sua operação no tempo, produzindo uma família de produtos ou alguns lotes de um só produto, então dever-se-á recorrer a conceitos de gestão de operações para a sua gestão. Se pelo contrário se pretender fazer um só produto, que poderá no limite ser uma só unidade, então serão necessários conceitos de gestão de projectos. Aliás, estes conceitos serão necessários no decurso da criação da empresa virtual (Carvalho *et al.*, 2001a).

Para lá do factor tempo, a empresa virtual pode ainda ser analisada ou classificada relativamente à sua topologia de rede tecnológica de suporte e relativamente à forma de coordenação (Camarinha-Matos, 1997). Contudo, a análise das empresas virtuais não se queda por aqui. Existem outras características que podem ser atribuídas às empresas virtuais. Todavia, mais adiante nesta secção referir-nos-emos à forma de criar empresas virtuais, mais concretamente às diferentes propostas

para o ciclo de vida deste tipo de empresas. Consideramos que inseridos nesse contexto será mais simples transmitir ao leitor outras potencialidades, virtudes e defeitos do conceito em análise.

#### 2.4.2 – Terminologia associada

O campo de estudo das empresas virtuais é uma área que se encontra em crescimento, sendo certo que para os conceitos que lhe estão associados não foi ainda encontrada uma definição consensual e precisa (Camarinha-Matos *et al.*, 1998). Os mesmos autores referem ainda a possibilidade de se encontrar diferentes termos que, representando o mesmo conceito, competem pela hegemonia. Na literatura são vários os trabalhos que utilizam o termo “Empresa Virtual” onde o conceito que lhes é adjacente, globalmente, converge com a reflexão que realizámos em 2.4.1. Encontram-se também exemplos em que a mesma terminologia encerra diferentes conceitos. É também possível e frequente, encontrar-se o mesmo conceito encapuçado em diferente terminologia. Os termos que com maior predominância são utilizados na literatura são Empresa Virtual e Empresa Estendida (*Extended Enterprise*). Sobre esta matéria são estabelecidas mais considerações nos trabalhos que se referem de seguida: (Barnett *et al.*, 1994; Clements, 1997; Dudenhausen *et al.*, 1997; Meade *et al.*, 1997; Spinosa *et al.*, 1997; Spinosa *et al.*, 1998a; Goranson, 1999; Ouzounis e Tschammer, 1999; Rocha e Oliveira, 1999; Zhang e Li, 1999; Zhao *et al.*, 1999; Chalmeta, 2000; Jain *et al.*, 2000; Rupp e Ristic, 2000; Soares *et al.*, 2000; Hoffner *et al.*, 2001; Katzy e Dissel, 2001; Teixeira *et al.*, URL), entre outros trabalhos.

A expressão empresa estendida é o mais próximo “rival” do termo empresa virtual (Camarinha-Matos *et al.*, 1998; Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999c), existindo inclusive uma grande confusão na sua utilização (Rolstadas, 1997). A empresa virtual tem um âmbito mais lato que, e inclui, o conceito de empresa estendida, sendo consequentemente esta última um caso particular da primeira (Jagdev e Browne, 1998; Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999c). Outros vêem a empresa estendida como o termo dominante. A diversidade de opiniões é tal que se chega a apontar a questão da semântica como sendo a grande diferença entre os termos (Jagdev e Browne, 1998). Numa empresa virtual o nível de integração é maior, tendo simultaneamente, relativamente aos acordos de longo termo das empresas estendidas, um tempo de vida mais curto (Jagdev e Browne, 1998). Na literatura consultada, a utilização da expressão empresa estendida, incide sobre o estreitamento de relações entre os integrantes da cadeia de fornecimento. O procedimento incide em trazer para dentro da empresa, ou seja em incorporar, todos, ou a maior parte dos intervenientes na cadeia de fornecimento. Existe uma associação clara com a integração de parceiros num relacionamento duradouro, onde se responsabiliza em maior grau cada um dos participantes. Em suma, a expressão empresa estendida é melhor utilizada quando nos referimos a uma empresa dominante que estende as suas fronteiras a todos, ou alguns, dos seus fornecedores (Camarinha-Matos *et al.*, 1998). Algumas referências à expressão empresa estendida e vertentes associadas ao seu funcionamento podem ser encontrados em (Corradi *et al.*, 1997; Mertins e Krause, 1997; Camarinha-Matos *et al.*, 1998; Jagdev e Browne, 1998; Boyson *et al.*, 1999; Davis e O'Sullivan, 1999; Mertins e Arlt, 1999; Zhou e Besant, 1999; Camarinha-Matos, 2001)

Outra designação bastante difundida é *Virtual Corporations* (Companhia Virtual) (Davidow e Malone, 1993; Franke e Hickmann, 1999). A definição apresentada para este conceito diverge muito pouco daquela que apresentámos para empresa virtual. A “*Virtual Corporation*” é uma rede temporária de companhias independentes, ligadas por tecnologias de informação para partilhar competências técnicas, custos e aceder a outros mercados respondendo assim a uma oportunidade de negócio (Goranson, 1999). Esta designação orienta-se para contextos económicos e jurídicos e menos para a produção. Por sua vez, o termo companhia implica uma organização convencional, cujo controlo é centralizado (Goranson, 1999). Esta centralização não é o que se pretende transmitir

com o conceito de empresa virtual. Pelo contrário, a empresa virtual é unificada pela missão e objectivos distribuídos e não pelo sistema de controlo.

Na literatura é ainda apresentada uma estrutura completa que permite o desenvolvimento de companhias virtuais a partir de redes virtuais (Franke e Hickmann, 1999). O conceito de rede virtual é aqui apresentado de uma forma diferente ao que a expressão em si pode induzir. Neste caso, a rede virtual é a parte organizacional de longa duração sem limitação temporal. Isto significa que as empresas interessadas entram ou saem com pouca frequência. Entenda-se como estabilidade. Os autores apresentam-na como um fundo de empresas independentes. A companhia virtual é estabelecida em resposta a uma oportunidade de negócio e dissolve-se assim que o seu propósito foi atingido. Em teoria, uma companhia virtual é uma colaboração inter-companhias de parceiros iguais que partilham custos, riscos e benefícios de modo idêntico. A maior preocupação com as companhias virtuais é o oportunismo (em termos de oportunidade de acção) e a confiança (confiança entre companhias e indivíduos). Os participantes na companhia virtual são os mais adequados em função da oportunidade de negócio, de entre os existentes na rede virtual.

A ideia inerente à expressão *Virtual Organizations* (Organização Virtual) entende o conceito de virtualidade como sendo uma dimensão organizacional e não como um factor diferenciador (Steil *et al.*, 1999). O atributo virtual é associado a este conceito para descrever uma lógica organizacional que é especialmente relevante quando as fronteiras do tempo, espaço geográfico, unidades organizacionais e acesso à informação são relegadas para segundo plano, dando-se predominância ou maior importância ao nível de utilização das tecnologias de informação e comunicação. Esta forma de organização pode ainda ser vista como uma rede, operando com base em princípios de auto-organização. Baseia-se na substituição da estrutura organizacional tradicional pelas tecnologias de informação e comunicação, confiança e comunicação aberta. Estes são requisitos essenciais no estabelecimento de uma estrutura não institucionalizada e de cooperação temporária (Sandhof, 1999). O tempo de cooperação pode ser apenas o suficiente para satisfazer um só contrato. Neste contexto o conceito de subcontratação está a ser conduzido a extremos significativamente novos (Golder e Brockie, 2001). Se comparado com o conceito de empresa virtual, o conceito de organização virtual descreve o nível funcional, enquanto que o primeiro se refere ao nível institucional (Sandhof, 1999). Concluindo, a organização virtual é um tipo específico de rede organizacional possibilitada pelos últimos desenvolvimentos nas tecnologias de informação e comunicação. Com base nessa postura facilita-se a colaboração entre indivíduos e organizações através do espaço, tempo e fronteiras organizacionais. As empresas participantes são entidades independentes (Franke e Hickmann, 1999). Uma opinião que foge um pouco à tendência, refere que ao conceito de *Virtual Organization* pode ser associada uma vertente de cooperação intensa, durante um longo termo (Schonsleben, 2000). Para tal opinião o autor baseia-se no processo de evolução das estratégias de cooperação, que passaram de relacionamentos curtos para longos, evoluindo posteriormente para relacionamentos longos e intensos. Saliente-se uma vez mais que esta posição é minoritária no cenário bibliográfico consultado.

A expressão *Variable Production Networks* (Wiendahl e Helms, 1997) representa um sistema dinâmico de cooperação ou rede de empresas durante um período específico. Empresas pequenas e de tamanho médio, concentradas nas suas competências técnicas principais, beneficiam desta cooperação, proporcionando uma oportunidade para o desenvolvimento conjunto, bem como para a introdução de novos produtos e tecnologias.

*Multi-Site Production Facilities* (Roux *et al.*, 1999; Zhou e Besant, URL), *Virtual Production Networks* (Tuma, 1998), *Logistic Networks* (Schonsleben, 2000), *Supply Chain Management*, *Electronic Commerce*, *Cross Border Enterprise*, *Network of Enterprises* (Camarinha-Matos *et al.*, 1998) e *Virtual Manufacturing System* (Davidrajuh e Deng, 2000) são outras designações do mesmo conceito, que podem ser encontradas na literatura.

### 2.4.3 – Ciclo de vida

Uma empresa tradicional pode ser vista como uma organização estável, que procura ou cria oportunidades de negócio. Por sua vez, a empresa virtual é criada com base numa oportunidade de negócio. Pode-se inclusive afirmar que a oportunidade de negócio é o coração da empresa virtual (Van-Schoubroeck *et al.*, URL). Consequentemente, o objectivo da empresa virtual será satisfazer essa oportunidade de negócio. Para tal, será necessário ultrapassar um conjunto de etapas ou fases no sentido de criar condições e satisfazer plenamente os requisitos inerentes a essa oportunidade de negócio. Por definição, uma empresa virtual existirá enquanto a oportunidade de negócio for lucrativa, dissolvendo-se quando essa condição não se verificar. Ao intervalo de tempo que vai desde a formação da empresa virtual até que esta se dissolve dá-se o nome de ciclo de vida da empresa virtual (Goranson, 1999). Num ambiente onde os produtos têm ciclos de vida curtos, e sabendo-se que o ciclo de vida do produto e da empresa virtual estão intimamente ligados, cremos ser clara a ideia de que o ciclo de vida da empresa virtual será também reduzido. A postura com que uma empresa virtual encara uma oportunidade de negócio vai variar em função de vários factores. Uma determinada empresa poderá optar por uma estratégia de produção de um determinado produto e quando a viabilidade económica deste se dissolver, a empresa virtual extingue-se e ponto final. No entanto outras abordagens poderão existir. Por exemplo, na sua actividade a empresa virtual apercebe-se que o ciclo de vida do produto está a terminar. Nesse sentido, inicia procedimentos para tornar o produto em fim de ciclo num produto mais apelativo e aceite pelo mercado. Para realizar essa operação com sucesso a empresa virtual necessita substituir alguns dos parceiros actuais por outros com características adequadas à produção do novo produto. O comportamento ágil da empresa virtual baseia-se no facto de existir no seu âmago, um processo incessante de criação de novos, e dissolução de obsoletos, projectos de configuração temporários (Katzy e Dissel, 2001). A este procedimento podemos dar o nome de reconfiguração da empresa virtual.

Do parágrafo anterior conseguimos aperceber-nos de algumas palavras de ordem que poderemos considerar inerentes ao ciclo de vida da empresa virtual: Formação, reconfiguração, actividade ou operação e dissolução. Actualmente existe uma grande diversidade de perspectivas relativamente às fases que compõem o ciclo de vida da EV. Uma leitura da bibliografia permite encontrar referências à existência de ciclos de vida da EV com três fases (Spinosa *et al.*, 1998b; Biondi *et al.*, 2000; Davidrajuh e Deng, 2000), outros trabalhos identificam/defendem a existência de quatro etapas (Strader *et al.*, 1998; Rocha e Oliveira, 1999; Van-Schoubroeck *et al.*, URL), noutros apresentam-se cinco fases (Goranson, 1999; Kanet *et al.*, 1999; Katzy e Dissel, 2001), existindo exemplos de trabalhos com seis fases (Eschenbacher *et al.*, 2001).

Como já referimos, a empresa virtual é oportunidade de negócio dependente. É com base neste acontecimento que se irá iniciar o processo de criação de uma estrutura que possa satisfazer essa oportunidade de negócio. Esse processo poderá consistir, genericamente, na **formação** de um grupo de empresas que consiga realizar a tal oportunidade (Spinosa *et al.*, 1998b). A actividade da empresa virtual ficará concluída com a **operação** e com a sua **dissolução**. Existem no entanto trabalhos que não definem a fase de formação de uma forma tão genérica. O processo de formação da empresa virtual é substituído pela **pré-fase**, onde se define o negócio, realizando-se de seguida o esboço da arquitectura do produto. O passo seguinte consiste na identificação dos melhores parceiros para levar o projecto avante e designa-se por **fase de configuração** (Katzy e Dissel, 2001). Estes mesmos autores concluem o ciclo de vida da empresa virtual com as **fases de projecto, operação e dissolução**, que também são referidas por (Kanet *et al.*, 1999). Para outros autores, a primeira etapa no processo de criar uma empresa virtual é referenciada como a **identificação da oportunidade de negócio** (Strader *et al.*, 1998; Goranson, 1999; Kanet *et al.*, 1999). Esta fase implica a necessidade da existência de uma entidade, que poderá passar por um

conjunto de especialistas (Goranson, 1999) ou um broker (Goranson, 1999; Kanet *et al.*, 1999), no sentido de identificar, caracterizar e/ou refinar a oportunidade. Seguidamente realiza-se a **selecção dos parceiros** mais adequados e a subsequente fase de **operação**. O ciclo completa-se com a fase de **dissolução** (Goranson, 1999), ou **terminação** (Strader *et al.*, 1998)(este autor também recorre ao termo formação em vez de selecção).

Curiosamente, uma das características das empresas virtuais com mais significado está apenas patente em dois dos trabalhos (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999c; Goranson, 1999). Os dois primeiros autores referem-se à fase de **evolução** da empresa virtual como uma etapa de reacção a um evento inesperado. Por exemplo a resposta a incapacidade temporária de um parceiro. O terceiro autor apresenta a coexistência da dissolução com uma outra fase designada por **reconfiguração**. A existência desta fase indicia alguma dose de adaptabilidade ou agilidade por parte da empresa virtual. A reconfiguração existe porque a empresa não converge com as necessidades do momento.

Existem ainda outras formas de definir o ciclo de vida da empresa virtual. Por exemplo **identificação das necessidades, selecção de parceiros, operação e dissolução** (Rocha e Oliveira, 1999), ou através da definição das fases de **iniciação, planeamento superficial, selecção de parceiros, planeamento detalhado, realização e dissolução** (Eschenbacher *et al.*, 2001). Embora apresentando algumas variações nas designações, os conceitos enquadráveis em cada umas das fases referidas não diferem muito do apresentado no parágrafo anterior. Do ponto de vista legal, o ciclo de vida de uma empresa virtual é apresentado como estando baseado na **fase de avaliação da oportunidade de negócio, fase de projecto e constituição, a fase operacional** e o **fim** da empresa virtual (Van-Schoubroeck *et al.*, URL).

O *capítulo 5* focará questões relativas à formação, operação e dissolução da empresa virtual. Com base numa revisão bibliográfica sobre diferentes posturas existentes, permite, sempre que possível, o confronto com a postura proposta. Desta forma remetemos o leitor para esse capítulo no sentido de aprofundar o envolvimento com o ciclo de vida da empresa virtual.

---

#### 2.4.4 – Limitações

Do envolvimento com o tema das empresas virtuais emergem um conjunto de características positivas que de facto induzem no investigador uma sensação de optimismo. Esse estado de espírito cimenta a ideia de que realmente este é um paradigma com grande margem de evolução e que poderá contribuir para um acréscimo da capacidade competitiva das diferentes empresas que o adoptem. No entanto, a incorporação deste paradigma nas actividades organizacionais e funcionais das empresas não projecta apenas benefícios ou vantagens. Como em tudo na vida, existem algumas limitações na sua aplicabilidade bem como na capacidade de usufruto imediato. As principais desvantagens centram-se no relacionamento com pessoas (vantagens inerentes ao trabalho em grupo), amizades, confiança e legislação (Carvalho *et al.*, 2003c), bem como no aspecto comercial. É sabido que as estruturas inerentes às empresas virtuais se caracterizam pelo seu elevado nível de dinamismo, suportado em elevados graus de flexibilidade, agilidade e reactividade. Estas características, embora desejadas como inerentes a este tipo de empresa, são por outro lado uma fonte de problemas (Martinez *et al.*, 2001). A figura 2.5 apresenta alguns pontos fortes e fracos atribuídos às empresas virtuais (Eschenbacher *et al.*, 2001).



Figura 2.5 – Pontos fortes e fracos das empresas virtuais. Eschenbacher *et al.*, (2001)

#### 2.4.4.1 – A imagem de marca e serviço pós venda e pós dissolução

Tal como tem sido referido ao longo deste capítulo, a oportunidade de negócio que a empresa virtual pretende satisfazer poderá ter diferentes naturezas. Pegando na vertente em que existe a necessidade de divulgar o produto, encontramos-nos perante mais um dos problemas que a empresa virtual introduz. Repare-se que estamos a considerar sempre ambientes caracterizados por produtos com reduzidos ciclos de vida, em função do querer do consumidor. Nesse sentido, existe a dificuldade de encontrar o chamando “ponto de entrada comercial” (Martinez *et al.*, 2001). A dificuldade de uma empresa sem historial, conseguir convencer o mercado da qualidade dos seus produtos, é elevada. A construção da chamada imagem de marca por parte de uma empresa, num mercado concreto, exige grande esforço de divulgação, a realizar durante muito tempo.

Uma outra limitação que importa resolver relativamente às empresas virtuais, e para o qual não nos foi possível encontrar soluções na literatura sobre a matéria, é o serviço pós venda e pós dissolução da empresa virtual. A empresa virtual deverá, necessariamente, fornecer uma garantia sob o produto que vende. Certamente que é importante prever mecanismos e procedimentos a desencadear, no sentido de resolver defeitos de fabrico e avarias de produtos, produzidos pela empresa virtual, que se encontrem cobertos pela garantia. O modelo especificado no âmbito desta tese prevê este problema. Consequentemente, no *capítulo 5* apresentamos uma proposta de metodologia para responder a esta questão.

#### 2.4.4.2 – A questão jurídica

Outra limitação na formação e operação de empresas virtuais reporta-se à questão legal. No momento que se escreve esta tese existe a consciência de que os estados não têm ainda preparada legislação suficientemente ágil que permita às EV formarem-se e operarem tal como se descreve na literatura existente sobre o tema, embora alguns desenvolvimentos permitam pensamentos positivos (por exemplo a equiparação entre factura emitida em suporte papel e a factura electrónica, DL nº 375/99, 18-9 e o DL nº 62/2003, 03/04 que aprova o regime jurídico dos documentos electrónicos e da assinatura digital). O próprio Código Comercial reconhece a falta de adequação da legislação em vigor uma vez que, e passamos a citar, “*não consegue abranger a complexa teia de actividades de índole empresarial que têm vindo a nascer por força de novas necessidades de mercado, recentes descobertas tecnológicas ou pela aplicação industrial e comercial da criatividade humana*” (Busto e Vieira, 1998). Actividades que, ou pura e simplesmente não existiam à data da elaboração do citado Código, ou se encontravam em fase de gestação. Em parte

esta situação deve-se ao facto de estas não terem ainda sido reconhecidas ao nível do direito. É possível realizar uma classificação jurídica das empresas, recorrendo-se a dois critérios (Busto e Vieira, 1998):

- a) De acordo com o critério da propriedade dos meios de produção utilizados as empresas podem diferenciar-se em:
- Públicas
  - Privadas
  - Mistas
  - Cooperativas
- b) Segundo o critério da natureza das obrigações legais e contratuais da empresa, estas são susceptíveis de uma classificação em tipos juridicamente tradicionais expressos na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Classificação de empresas. Busto e Vieira (1998)

Empresa individual	Empresário em nome individual		
	Estabelecimento individual de responsabilidade limitada		
Sociedades	Civis sob forma civil		
	Civis sob forma comercial		
	Comerciais	Em nome colectivo	
		Por quotas	
		Anónimas	
		Em comandita	Simplex
			Por acções

Ainda segundo Busto e Vieira (1998), as empresas individuais estão muito disseminadas no tecido empresarial português e correspondem, frequentemente, à pequena e média empresa. As sociedades apresentam, normalmente, uma maior dimensão, têm uma maior capacidade para executar empreendimentos e encontram nesta forma o instrumento técnico jurídico preferencial para se constituírem. A sua tipologia pode ainda integrar figuras empresariais modernas, como forma de responderem a novas necessidades. Devem, no entanto, adoptar obrigatoriamente, um dos “tipos societários” que passamos a referir (Busto e Vieira, 1998):

- Holdings e Trusts
- Acordos de concentrações horizontais
- Incorporated Joint Ventures
- Unicorporated Joint Ventures ou Consórcios
- Contratos de Franchising ou de franquia
- Sociedades de locação ou Leasing
- Empresas de profissionais liberais

Das várias personalidades jurídicas que referidas atrás, nenhuma se adequa em todos os pontos ao que se pretende que seja o conceito de empresa virtual. A grande questão surge do facto de não existir um ponto físico que represente a empresa virtual. Nenhuma das estruturas referidas foi concebida com o objectivo de enquadrar o conceito de empresa virtual, por esse motivo a sua utilização seria sempre uma adaptação mas em situação alguma poderia ser tida como

completamente adequada ao conceito de empresa virtual. Um texto interessante sobre a classificação das empresas virtuais de acordo com a lei germânica, pode ser encontrado em (Berwanger, 1999). O aparecimento das empresas virtuais como novas formas de cooperação implica obviamente o aparecimento de novos modelos de contratos. Um dos passos da formação da empresa virtual é a procura de parceiros que preencham determinados requisitos. Uma vez encontrados os parceiros considerados indicados há a necessidade de estabelecer contratos que irão permitir reger o funcionamento da empresa virtual. Esses contratos deverão ser consistentes e neles deverão constar todos os pormenores de relacionamento, incluindo aspectos relativos a sanções, conducentes a um correcto e ágil funcionamento da empresa virtual. Até aqui não se acrescentou nada de novo, ou seja, crê-se não ser necessário realizar alterações ao nível das leis existentes para contratualizar relações entre parceiros (Pahkala *et al.*, 1997). Esta situação sustenta-se no facto de até ao momento se estar a tratar de relacionamentos dentro da empresa virtual. A questão muda de figura se for introduzido no debate o relacionamento da empresa virtual com o exterior. Ou seja o momento de receber encomendas e/ou vender o produto. Em alguns modelos de empresas virtuais este entrave é ultrapassado com recurso à figura da empresa líder ou coordenadora da empresa virtual (Franke e Hickmann, 1999). Ou seja, nestes modelos a imagem da empresa virtual é representada por uma só empresa e consequentemente esta terá relativamente ao exterior o mesmo comportamento que tinha até ao momento de integrar a empresa virtual (por exemplo realização de vendas e emissão de facturas e recibos ao cliente). No final os contratos celebrados internamente encarregar-se-ão de difundir os lucros e trabalhos pelos demais parceiros.

#### 2.4.4.3 – A confiança

Para lá da confiança que a empresa virtual terá que estabelecer com os seus clientes, existe também um outro problema que é necessário suplantar no sentido de conseguir uma adequada operacionalidade da empresa virtual. Concretamente, trata-se da existência de confiança entre os parceiros que constituem a empresa virtual.

Vários investigadores demonstraram que a existência de confiança entre parceiros que cooperam é especialmente importante em situações onde se verifica a existência de incerteza e fortes dependências em investimentos específicos entre as partes envolvidas. Por vezes, em situações deste tipo não é possível estabelecer contratos abrangentes e durante o decorrer da parceria será necessário o recurso a acções de revisão dos acordos (Meer-Kooistra e Vosselman, 2000). Quando a confiança está presente durante a realização de transacções, os parceiros realizarão uma estimativa por baixo do risco associado (Chiles e McMackin, 1996). A confiança é um termo com vários significados e percepções, dependendo do campo em consideração (Ishaya e Macaulay, 1999). A confiança entre os vários intervenientes de uma empresa pode ser marcada por uma troca de informação aberta, reduzidas funções de controlo da informação entre parceiros, o assumir de riscos e a manutenção de autonomia dos diferentes parceiros (Brutsch, 1998). Quando existe um histórico de bom relacionamento não se admite no contexto a existência de partilha de informação incorrecta ou incompleta. A confiança é vista como uma variável importante no crescimento de redes de empresas (Meer-Kooistra e Vosselman, 2000). O bom relacionamento por vezes permite a realização de contratos menos rígidos e minuciosos, o que provoca uma diminuição nos custos de implementação de contratos e simultaneamente uma maior agilidade no estabelecimento de parcerias.

Este tema será retomado no *capítulo 5*, onde será apresentada uma solução estrutural para o seu solucionamento, e no *capítulo 6* sob a perspectiva da rede informática de suporte à funcionalidade da empresa virtual.

# Capítulo 3

## 3 – Planeamento e controlo da produção

### 3.1 – Introdução

---

Ao longo da escrita desta tese assumimos uma postura que consiste em inicialmente realizar uma aproximação do leitor com os procedimentos considerados tradicionais, ou seja realizando uma revisão bibliográfica dos conceitos e posturas pré empresa virtual, evoluindo-se de seguida para uma análise onde se consideram todos os parâmetros relativos ao novo paradigma organizacional designado por empresa virtual.

Também neste *capítulo 3* se vai reflectir essa postura. Para lá da definição do conceito que dá nome ao capítulo e de uma breve reflexão sobre a terminologia utilizada na literatura, inicialmente far-se-á um estudo relativo às técnicas tradicionais com base nas quais se sustentam as acções de planeamento e controlo da produção. De seguida, realiza-se uma revisão sobre posturas e trabalhos que concentram os seus esforços no sentido de desenvolverem metodologias que auxiliem à realização de acções de planeamento e controlo da produção no ambiente distribuído no qual operam as empresas virtuais. Ao longo desta fase outras questões pertinentes serão debatidas. Como exemplos mais salientes podemos apontar a justificação para a necessidade de novas abordagens de planeamento e controlo da produção ou o debate sobre a existência ou não de hierarquia na empresa virtual.

A finalizar, direccionamos a reflexão para alguns projectos considerados de referência que focam a problemática da operação da empresa virtual. Pretende-se, de uma forma geral, o envolvimento com o tema, identificar metodologias utilizadas, e colher ensinamentos a valorizar posteriormente.

### 3.2 – Conceito e breve reflexão terminológica

---

Antes mesmo de darmos inicio à escrita deste capítulo já estávamos imersos num dilema, para o qual era necessário assumir uma direcção. Falamos concretamente no título a dar ao capítulo. Com base em algumas opiniões às quais tivemos acesso no decorrer da leitura de alguns livros sobre esta matéria, as opções dividiam-se entre o nome de Planeamento e Controlo da Produção (PPC – *Production Planning and Control*) e Gestão da Produção.

Assumidamente, consideramos a designação de planeamento e controlo da produção como a mais adequada. Uma vez que o título desta tese é “desenvolvimento de um sistema de planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais”, faria todo sentido incluir um capítulo que versasse precisamente sobre essa temática. No entanto, com base nas definições lidas, quer

para a gestão da produção, quer para o planeamento e controlo da produção, ficámos com a ideia de que o que para nós é o conceito de planeamento e controlo da produção é muitas vezes designado por gestão da produção. Considera-se também a possibilidade de um mesmo termo poder ser utilizado por dois autores referindo-se no entanto a conceitos diferentes. Face a este panorama, achámos por bem apresentar algumas definições sobre cada um dos conceitos na perspectiva de diferentes autores, no sentido de contribuir para o esclarecimento de algumas dúvidas, que persistem, sobre o tema.

Vejam os objectivos que se pretendem obter com a gestão da produção e a forma como este conceito se enquadra dentro da funcionalidade de uma empresa. Uma empresa de produção será obviamente formada pelo conjunto de várias áreas funcionais (figura 3.1) que assentam num núcleo duro do qual existirão pequenas variações em função da actividade e organização da empresa. Também a importância dessas áreas funcionais variará em função dos mesmos factores. A gestão da produção é uma função transversal à empresa, significando isto que se relaciona com a maior parte das outras funções e com quase todos os sistemas de informação da empresa (Courtois *et al.*, 1997). Os mesmos autores referem que um dos principais objectivos e a maior das preocupações da gestão da produção é a satisfação dos clientes. Esta postura obriga a que exista um adequado domínio, quer do fluxo de informação, quer dos fluxos de materiais e produtos (físico). A expressão “rentabilizar o sistema produtivo” é outra forma de caracterizar o objectivo da gestão da produção (Sousa, 2000). Ainda segundo este autor, esse objectivo consegue-se mediante a diminuição dos prazos de entrega, pelo aumento da fiabilidade, diminuição dos custos, motivação do pessoal e pelo desenvolvimento de uma cultura empresarial. A gestão da produção é responsável pelo processo produtivo como um todo (Sousa, 2000).

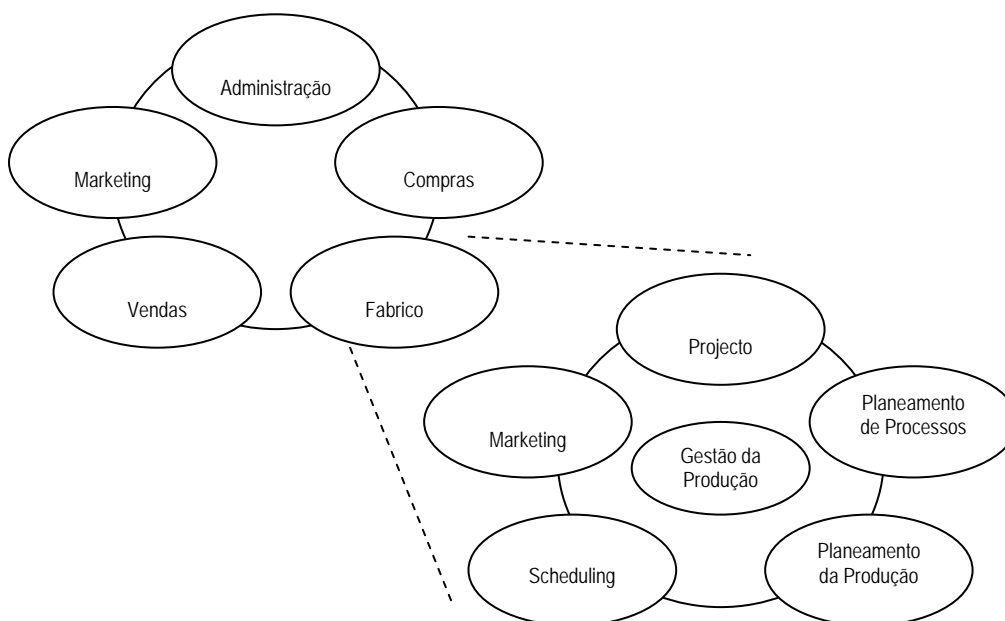


Figura 3.1 – Funcionalidades de uma empresa de produção industrial. Adaptado de Sousa (2000).

Por sua vez, basicamente, um sistema de planeamento e controlo de produção fornece informação de forma a gerir eficientemente os fluxos de materiais, a utilizar eficientemente pessoas e equipamentos, coordenar as actividades internas com as dos fornecedores e comunicar com os clientes sobre as necessidades do mercado. A chave nesta definição é a necessidade da gestão em usar a informação de forma a tomar decisões inteligentes. O sistema de planeamento e controlo de produção faz parte do sistema de informação do sistema produtivo e tem ênfase nos materiais,

máquinas, pessoas e fornecedores. Tanto o sistema de planeamento e controlo de produção como o próprio sistema de produção são concebidos para ir de encontro às condições do mercado e às condições impostas pela estratégia da empresa (Vollman *et al.*, 1997).

Nem todas as empresas tem a mesma percepção da função planeamento e controlo da produção, embora haja sempre um conjunto de tarefas que são comuns à maioria das empresas. É provável que existam situações onde as tarefas que aqui são consideradas como fazendo parte do planeamento e controlo da produção, estejam agrupadas em funções separadas e sejam mesmo realizadas por diferentes departamentos. Tal como foi referido para a gestão da produção, tudo pode depender da dimensão e do tipo de organização da empresa. Tradicionalmente o planeamento e controlo da produção inclui informação sobre as ordens, dados sobre a estrutura dos produtos, informação sobre fornecedores, detalhes sobre inventários, informação sobre os recursos (Zhou e Besant, URL), entre outros dados que mais adiante se detalharão. O conceito ou metodologia de planeamento e controlo da produção pode ser dissecado em duas actividades principais (Starbek e Grum, 2000): Por um lado existirá o planeamento da produção que consiste (i) no planeamento das necessidades primárias, (ii) planeamento das necessidades de materiais, (iii) fluxo de ordens e (iv) nivelamento de recursos. A outra actividade identificada é o controlo da produção que por sua vez consiste na (i) libertação de ordens, (ii) terminação precisa das ordens e (iii) monitorização e controlo da produção.

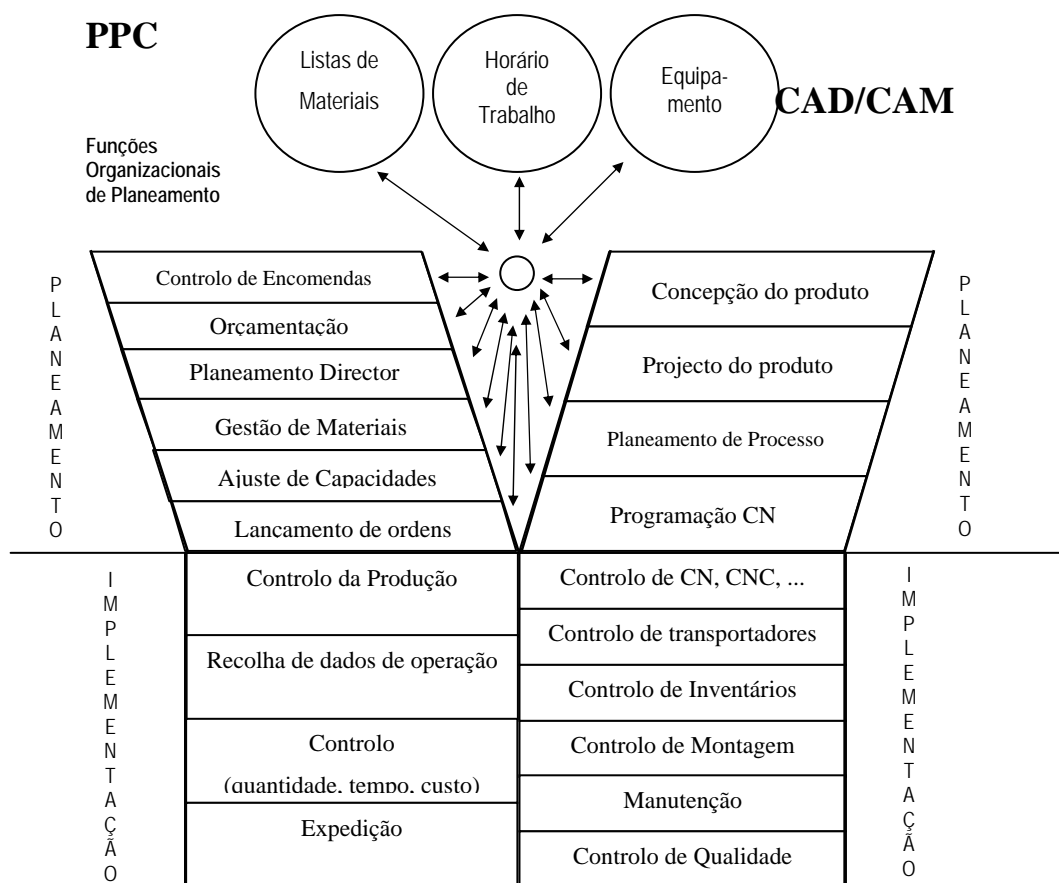


Figura 3.2 – Modelo de produção integrada por computador. Adaptado de Scheer (1994).

Tal como procedemos para a gestão da produção, também relativamente ao planeamento e controlo da produção, existe a necessidade de tentar situar esta função (ou conjunto de funções) num sistema mais amplo da produção da empresa. O modelo representado na figura 3.2 é um modelo de

(Scheer, 1994) referente ao conceito de Produção Integrada por Computador (CIM- *Computer Integrated Manufacturing*), e representa as principais funções de operação de um sistema produtivo. É importante notar que a Engenharia de Produção não se resume a estas funções incluindo outras que não estão aqui representadas. É o caso das funções de projecto/organização de um sistema produtivo (implantação, sistemas de transporte, etc.). Neste modelo temos por um lado as funções técnicas ligadas ao produto e seu processamento físico e por outro temos as funções de planeamento e controlo da produção. É interessante notar que há também uma divisão clara entre os aspectos de planeamento e os aspectos de implementação. Embora este capítulo seja dedicado aos aspectos do lado esquerdo do diagrama da figura 3.2, num ou noutro caso haverá necessidade de se fazer referência a outras funções dado o carácter integrado e muitas vezes indissolúvel da maioria destas funções.

Como se pode inferir, relativamente aos conceitos de gestão da produção e planeamento e controlo da produção, existe ainda muito a fazer no que respeita à uniformização da terminologia nesta área e por isso é muitas vezes difícil a comunicação entre diferentes entidades. Quer entre empresas, quer entre empresas e universidades. É importante entender-se que nesta tese, embora se use uma determinada terminologia e enquadramento, não há a intenção de assumir que esta é a mais adequada. É apenas uma visão entre muitas outras.

### 3.3 – Em ambiente de empresa tradicional

---

O planeamento e controlo da produção é determinante para o desempenho de um sistema produtivo. É evidente que um bom sistema de planeamento e controlo da produção pode não ultrapassar as deficiências do projecto e organização do mesmo sistema, mas dita em muitos casos a sua sobrevivência ou não no mercado. Em sistemas produtivos cuja complexidade vai crescendo com o aumento da procura, compra de novos equipamentos e aumento da variedade dos produtos, é comum que o sistema de planeamento e controlo da produção não consiga acompanhar a evolução, reduzindo o seu desempenho para níveis abaixo do sustentável, podendo muitas vezes por em causa a viabilidade da empresa. Qualquer que seja a empresa de produção em causa, no sentido de manter a sua competitividade num mercado cada vez mais global, é fundamental o entendimento das questões estratégicas, tácticas e operacionais relativamente às ligações entre mercados, produtos e produção (Olhager e Wikner, 2000). O principal objectivo de um sistema de planeamento e controlo da produção numa determinada empresa consiste no assegurar que os produtos desejados são produzidos no momento certo, nas quantidades exactas, dentro dos níveis de qualidade estabelecidos e a um custo mínimo (Singh, 1996).

#### 3.3.1 – Tarefas típicas do planeamento e controlo da produção

---

Um sistema de planeamento e controlo da produção auxilia à tomada de decisões no sentido de garantir uma atempada e adequada conclusão de ordens dos clientes (Childe, 1998). O controlo das ordens que fluem dentro da empresa pode ser realizado, quer manualmente, quer recorrendo a computadores. Um sistema de planeamento e controlo da produção, normalmente, segue uma postura centralizada, na qual o departamento de vendas é o responsável pela criação de ordens, uma vez que é o elo de ligação ao cliente (Mertins e Arlt, 1999).

Uma das formas de se identificar o enquadramento do planeamento e controlo da produção num sistema produtivo pode passar pela listagem das suas funções típicas. As actividades típicas de gestão suportadas por um sistema deste tipo podem incluir:

- Planeamento de necessidade de recursos, de capacidade e correspondente disponibilidade para satisfazer a procura.
- Planeamento de chegada de materiais no momento certo e nas quantidades certas para a produção dos produtos.
- Assegurar a utilização do equipamento e instalações.
- Manter existências apropriadas de matérias-primas, dos em curso e produtos acabados – nos lugares correctos.
- Programar (calendarizar, escalonar) as actividades de produção para que pessoas e equipamentos operem correctamente.
- Ter rasteio de material, pessoas, ordens dos clientes, equipamentos, sistemas de fixação, ferramentas, sistemas de transporte e outros recursos na fábrica.
- Comunicar com os clientes e fornecedores.
- Ir de encontro às necessidades dos clientes num ambiente dinâmico que pode ser difícil de antever.
- Ter capacidade de resposta rápida quando algo vai mal e problemas inesperados acontecem.
- Fornecer informação para outras funções em implicações físicas e financeiras das actividades de produção.

### 3.3.2 – Estrutura de um sistema de planeamento e controlo da produção

---

As empresas levam a cabo actividades de Planeamento e Controlo da Produção em variadas formas e em variados graus de detalhe. O sistema de planeamento e controlo da produção deve ir de encontro às necessidades da empresa e não o contrário. Umhas empresas necessitarão de dar mais ênfase a um determinado aspecto do planeamento e controlo da produção enquanto outras empresas darão mais ênfase a outros. Num determinado caso o planeamento das necessidades de materiais pode ser de extrema importância e complexidade enquanto que noutra caso o maior problema pode-se encontrar no controlo fabril. Daí que cada empresa deva encontrar o sistema que melhor responde às suas necessidades.

As linhas gerais do planeamento e controlo da produção são fornecidas pela gestão de topo da empresa ligando e coordenando os vários departamentos (engenharia, marketing, finanças, etc.). Cada vez é mais importante ligar o planeamento e controlo da produção com o nível estratégico onde se decide o que fazer. Para que a produção suporte as prioridades competitivas (qualidade, rapidez de entrega, confiança, preço e flexibilidade) dos seus produtos nos mercados alvo, o sistema de planeamento e controlo da produção apresenta-se como vital no fornecimento do suporte adequado. O sistema planeamento e controlo da produção pode assim ser a ligação primária entre o nível estratégico e os níveis mais baixos, fornecendo um esquema que permita converter a intenção estratégica em planos táticos e operacionais concretos (Olhager e Wikner, 2000).

A gestão de topo deve manter sempre consistentes os planos estratégicos, os orçamentos departamentais, e as próprias capacidades da empresa. Uma classificação um pouco diferente da representada na figura 3.2 para o planeamento e controlo da produção é apresentada por (Vollman *et al.*, 1997). Segundo este autor poder-se-á dizer, em termos gerais, que o planeamento e controlo da produção incorpora quatro níveis típicos (ver figura 3.3).

O primeiro nível diz respeito ao Planeamento da Produção. Esta função, é responsável pela geração do Plano de Produção, que reflecte a estratégia de produção da empresa e apresenta intenção de produção, normalmente para o período de um ano. Este planeamento de produção é também, com frequência, designado por planeamento agregado de produção. Para que o planeamento de produção possa estabelecer comunicação entre as outras funções da empresa, o plano de produção deve ser descrito em termos agregados, ex: (total euros/mês, euros/mês por cada linha ou fabrica,

horas/homem directas, toneladas/mês, etc.). Este plano reflecte as intenções da empresa em termos de volume a produzir no futuro. É necessário não esquecer que no momento da construção do plano de produção a empresa não conhece as encomendas para esse período, apenas conhece as previsões da procura de acordo com dados do passado e de acordo com as alterações conhecidas no mercado. Além disso importa referir que o plano de produção também não é a previsão da procura, pois pode não interessar produzir quantidades equivalentes à procura prevista. Por exemplo, pode não ser lucrativo satisfazer toda a procura, ou, pelo contrário, pode fazer parte da estratégia produzir mais do que a procura. O plano de produção é a produção planeada, definida numa base agregada, para a qual a gestão da produção é responsável.

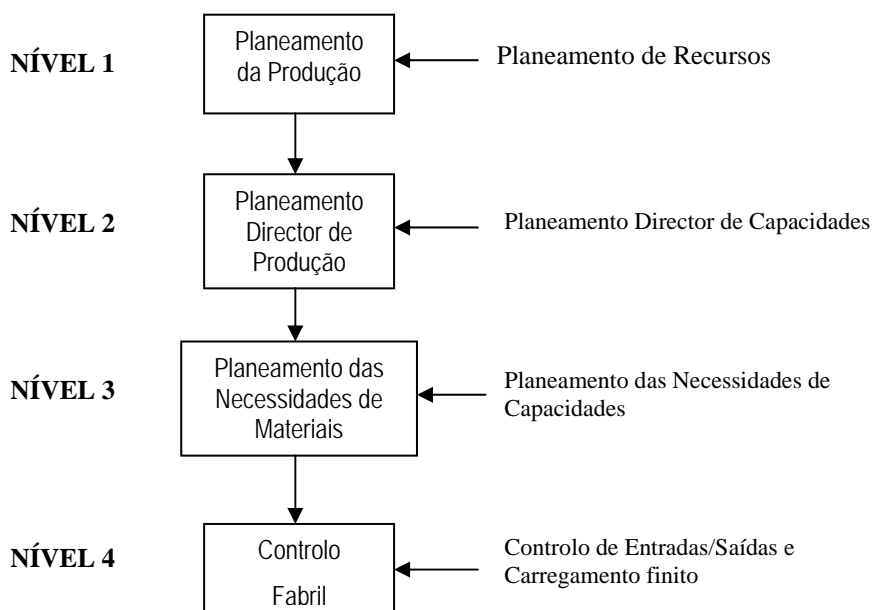


Figura 3.3 – Enquadramento do PPC. Adaptado de Vollman *et al.*, (1997).

O plano de produção estabelece a ligação chave de comunicação entre a gestão de topo e a produção assim como com outras funções da empresa. Como se mostra na figura 3.4, algumas das ligações chave do planeamento de produção estão fora do âmbito do planeamento e controlo da produção. Assim o plano de produção deve estar em sintonia com actividades que não são da produção. Desta forma assegura-se a consistência desejada entre o plano estratégico definido pela gestão de topo e todas as áreas funcionais básicas.

No segundo nível encontra-se o planeamento director de produção (PDP), normalmente designado em inglês por “Master Production Scheduling” ou MPS. Desta actividade de planeamento resulta um plano director de produção para cada produto a produzir pela empresa. Enquanto o nível anterior se referia a um longo prazo sobre o qual ainda não há conhecimento da procura dos artigos específicos a produzir, neste nível já existe conhecimento da procura para cada um dos artigos. As unidades apresentadas nos diversos planeamentos directores de produção não são agregadas como no plano de produção, mas sim unidades de produtos específicos. Este nível apresenta uma postura mais operacional, uma vez que já lida com encomendas. Para além disso, é neste nível que há a transformação das encomendas em ordens de produção dos produtos finais. Esta transformação é realizada em função das encomendas, das existências, da disponibilidade de capacidade, dos prazos de entrega acordados com os clientes e também da política de produção. Paralelamente ao planeamento director de produção realiza-se o planeamento director de capacidades. Este planeamento tem como objectivo verificar/controlar a existência ou não de capacidade para satisfazer o que está estabelecido no planeamento director de produção. O planeamento director de

produção deverá ser construído de uma forma integrada com o planeamento director de capacidades.

No terceiro nível representa o grupo de sistemas para levar a cabo o planeamento detalhado, quer de materiais, quer de capacidade. O programa director de produção fornece informação directamente para o módulo de planeamento detalhado de materiais. Empresas com variedades limitadas de produtos podem especificar taxas de produção para criar esses planos. Contudo, para empresas caracterizadas pela existência de elevada variedades de produtos, com vários componentes por produto, o planeamento detalhado de materiais pode envolver necessidades de cálculo para milhares de componentes. Nestes casos existe a necessidade de recorrer a técnicas computacionais no sentido de auxiliar o processo designado por planeamento das necessidades de materiais. Informação mais detalhada sobre a evolução deste tipo de técnicas será fornecida mais adiante neste capítulo.

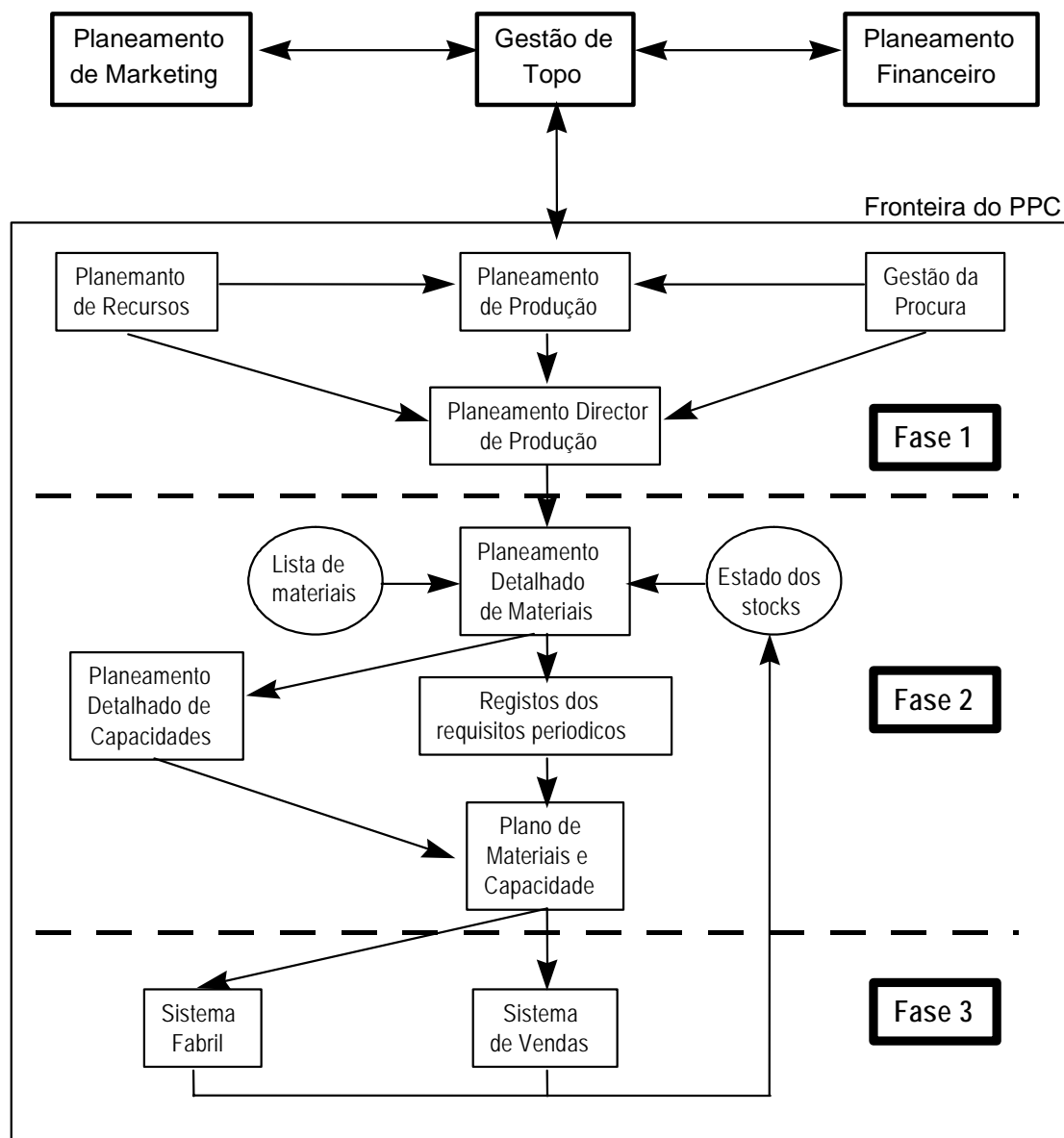


Figura 3.4 – Interligação da gestão de topo com o sistema PPC. Adaptado de Vollman *et al.*, (1997).

O último nível reporta-se ao controlo da execução dos planos referidos no nível 3, quer em termos de compras, quer em termos da produção na fábrica. Trata-se da programação da produção e do controlo da produção de mais baixo nível, realizado, frequentemente, em tempo real. Nesta fase são tomadas decisões ao nível da máquina. Por exemplo, definir qual o próximo componente a ser processado numa determinada máquina. O sistema de controlo fabril estabelece prioridades para todas as ordens de produção em cada centro de trabalho. Desta forma consegue-se que essas ordens de produção possam ser realizadas com o melhor desempenho possível.

Também a configuração do sistema depende das necessidades do processo. Por exemplo, empresas que produzam grande variedade de produtos com milhares de componentes, recorrem com frequência a um agrupamento de todos os equipamentos do mesmo tipo num centro de trabalho (implantação por processo, implantação em oficina, *Job Shop*). Outras empresas agrupam diferentes equipamentos que produzem um conjunto de produtos similares num centro de trabalho designado por célula de tecnologia de grupo. Para estas empresas, é fundamental uma adequada definição do sistema de controlo. A base para o projecto de um sistema de planeamento e controlo da produção, adequado e de qualidade, sustenta-se nos conceitos e técnicas de planeamento e controlo que foram especificamente desenvolvidos e direccionados para esse fim. Nesse sentido, é necessário um conhecimento metucioso das ferramentas de planeamento e controlo existentes e sua aplicabilidade para a construção de sistemas adequados aos fins propostos (Olhager e Wikner, 2000)

### 3.3.3 – Abordagens ao Planeamento e Controlo da Produção

O ambiente em que se movimentam hoje as empresas de produção e de serviços não é o mesmo de há alguns anos atrás. No sentido de melhor se compreender as filosofias de planeamento e controlo de produção dos dias de hoje, realiza-se de seguida uma reflexão sobre algumas técnicas consideradas mais primárias e factores que incentivaram à sua evolução ou substituição. Seguidamente identificam-se e caracterizam-se novas técnicas que foram entretanto surgindo, bem como os ambientes mais favoráveis à aplicação de cada uma delas. A referência a técnicas de planeamento e controlo da produção orientadas para a produção de produtos unitários (navios, pontes, etc. – normalmente classificado de gestão de projectos), nomeadamente CPM (Método do Caminho Crítico – Critical Path Method) e PERT (Program Evaluation and Review Technique) não é contemplada nesta secção. A abordagem de planeamento e controlo da produção neste tipo de produtos tem características particulares que não são partilhadas pela produção em série ou em lotes. Os métodos CPM e PERT são, dentre os métodos de planeamento e controlo de projectos, os que com maior sucesso têm sido aplicados. O método CPM teve origem em 1957 e foi desenvolvido por *Keley* e *Walker* na aplicação a um projecto de construção de uma instalação industrial. Pela mesma altura, na Marinha dos EUA, foi desenvolvido, também, um método para o planeamento e controlo do programa do submarino *Polaris*, a que foi dado o nome de PERT.

Em função da natureza de empresa virtual sob a qual se incide no capítulo 5, pretende-se envolver o leitor com técnicas que permitam a realização de grandes quantidades e grande variedade de produtos. Tradicionalmente e contrariamente a esta postura, os métodos CPM e PERT, para além de outras técnicas classificadas como orientadas à gestão de projectos, eram utilizadas para o planeamento e controlo de projectos longos e não repetitivos, apesar da sua utilidade potencial ser muito mais ampla. Em termos de ambientes virtuais, nesta tese conotamos a gestão de projectos com a formação de uma empresa virtual que vá ser formada para a produção de um só lote de um mesmo produto ou, no limite, de um único produto. Embora existam trabalhos que se concentrem no estudo de empresas virtuais para a produção de um só produto (Tu, 1997), não é esse o foco deste trabalho. No entanto a literatura é fértil nesta matéria, pelo que mais dados podem ser consultados em (Chase *et al.*, 1998; Porter *et al.*, 1999; Lientz e Rea, 2001).

Para muitas empresas de produção, os custos com materiais (matérias primas, componentes, etc.) representam entre metade a três quartos do custo do seu produto final. À medida que as actividades de produção incrementam o seu nível de automação, a proporcionalidade do custo dos materiais no produto final tende a aumentar. Entretanto nota-se uma crescente diminuição de fornecedores de matérias-primas provocando um aumento em espiral dos custos de aquisição dessas matérias-primas (Monks, 1987).

Inicialmente as empresas supriam os seus armazéns com matérias-primas necessárias à produção do seu produto final, sendo este também armazenado em grandes quantidades nos armazéns da empresa. Desta forma conseguia-se sempre “ter à mão” produtos finais para satisfazer a procura. A quantidade de matérias-primas ou produtos finais armazenados com esse fim dá-se o nome de stock ou inventário. Todas as empresas têm alguma forma de planeamento e controlo do inventário. Por exemplo um banco controla os níveis de dinheiro em depósito, um hospital controla os níveis de sangue e medicamentos em armazém, entre outros exemplos que se poderiam apontar (Heizer e Render, 2001).

A actividade de controlo de stocks é realizada devido à necessidade de controlar os produtos, ou seja, a empresa deve decidir quais os níveis de stock que é economicamente viável manter-se (Mayer, 1984). Este tipo de actividade justifica-se em função das vantagens e desvantagens inerentes à existência e níveis de stock. O controlo dos níveis de stock numa empresa de produção é frequentemente um processo ambíguo (Courtois *et al.*, 1997). Por um lado esta acção induz características positivas, como sejam o permitir a regulação e decomposição do processo de produção, fornecimento de um leque de opções ao cliente, descontos de aquisição em função da quantidade e protecção contra subidas de preços (Heizer e Render, 2001). No entanto, por outro lado introduz também componentes consideradas negativas. O aumento da rigidez da produção, do prazo médio de produção, imobilização de meios financeiros consideráveis e a ocupação de espaços, são alguns exemplos (Courtois *et al.*, 1997).

A literatura distingue quatro tipos de stocks (Courtois *et al.*, 1997; Heizer e Render, 2001). Concretamente, (i) o stock de matérias primas, normalmente materiais necessários ao fabrico, (ii) o stock MRO (Maintenance/Repair/Operating – Manutenção/Reparação/Operação), consistindo em peças de substituição ou reposição, normalmente necessárias para o parque de máquinas, ferramentas especiais, ferramentas e outros consumíveis, produtos para manutenção de edifícios, etc., (iii) stock dos designados “em curso (WIP)”, materiais armazenados entre as diferentes fases do processo produtivo e (iv) o stock de produtos acabados.

Numa determinada empresa, no decurso da actividade de gestão de stocks, vão ser realizadas acções de armazenagem, gestão de entradas/saídas e actividades de inventário. Esta última actividade deverá ser entendida no sentido de controlar as existências reais e as registadas, quer em papel, quer em suporte informático. A armazenagem pode ser feita num único armazém ou em mais que um, sendo nesse caso designada por multi-armazém. Esta última situação poderá corresponder a uma situação em que a armazenagem se realize por matérias-primas, produtos acabados, etc. O com que é executado o processo de controlo das entradas e saídas de materiais no armazém permite um conhecimento actualizado do estado do armazém. O ideal será a utilização de sistemas de registo em tempo real, ou seja, imediatamente a cada entrada ou saída no armazém deverá ser realizada a actualização do registo. O conhecimento a cada momento do estado real do stock permite realizar acções de planeamento consistentes.

Nos dias que correm não é suportável nem razoável que uma determinada empresa “ateste” os seus armazéns com componentes para realizar produtos, ou mesmo com produtos finais, que “se não vender”, apenas para manter num patamar aceitável o nível de serviço ao cliente. De acordo com o se escreveu no capítulo anterior, o consumidor não é mais um elemento passivo que aceita

submissamente os produtos lançados para o mercado. Daí a não razoabilidade. Obviamente que se os produtos não se vendem, o esforço económico não é suportável conduzindo a empresa para o fecho de portas. No sentido de tentar resolver essa questão foram desenvolvidos modelos que auxiliam a minimizar os níveis de stock mantendo um nível de serviço adequado. Estes vão desde o mais antigo e mais simples, conhecido por modelo da quantidade económica a encomendar, passando pelo período económico de encomenda, pela determinação dinâmica do tamanho do lote, até aos modelos estatísticos de onde se destaca o ponto estatístico de efectuar nova encomenda (Hopp e Spearman, 1996). A aplicação destes modelos não resulta eficiente na maior parte dos sistemas produtivos existentes pois não reflectem adequadamente a realidade desses ambientes produtivos. Refira-se no entanto que o aprofundamento destes procedimentos ultrapassa o foco desta tese, como tal remete-se o leitor para os excelentes trabalhos de (Monks, 1987; Hopp e Spearman, 1996; Courtois *et al.*, 1997; Vollman *et al.*, 1997; Heizer e Render, 2001).

Imagine-se agora a seguinte situação (Monks, 1987). Ao leitor é-lhe dada a responsabilidade de gerir a produção de uma das fábricas da General Motors durante o próximo mês. À sua disposição teria já dados relativos aos modelos e quantidades a produzir mediante informação produzida via planeamento agregado de produção e planeamento director da produção. Para lá desta informação, o leitor disporia de todos os dados relativos às existências. A sua acção centrar-se-ia “apenas” em produzir os automóveis..... Exactamente, cada carro é constituído por centenas de componentes, o que torna extremamente complicada a tarefa de coordenar a existência e presença dos materiais necessários nos momentos adequados e nas quantidades necessárias para produzir um determinado produto.

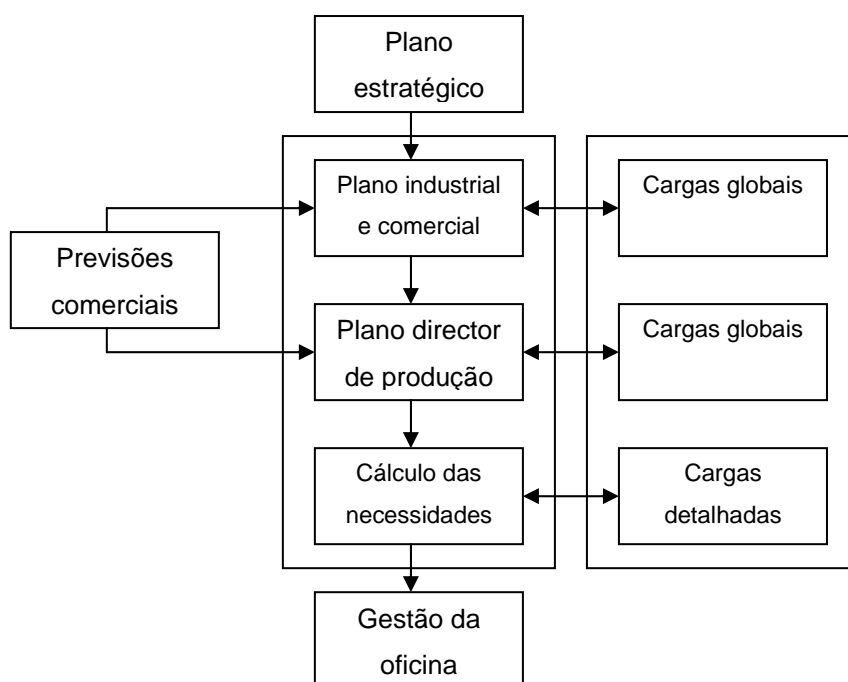


Figura 3.5 – Esquema de MRPII. Adaptado de Courtois *et al.*, (1997).

Cerca de 1960, com o auxílio do computador, Orlicky, introduziu uma técnica designada por planeamento das necessidades de materiais, mais conhecida por MRP (Browne *et al.*, 1996). Como o próprio nome infere, esta técnica consiste em criar condições para que os materiais necessários para fabrico e/ou montagem de produtos intermédios, módulos, opções ou produtos finais, existam em quantidade, qualidade e no momento apropriado de forma a garantir os compromissos de entregas (Louis, 1997).

A função de planeamento das necessidades de materiais representa o sistema central da fase 2 da figura 3.4. Em empresas que recorrem ao MRP, o plano director de produção fornece um grupo de requisitos de produtos finais faseados no tempo, produzindo simultaneamente, também faseados no tempo, os requisitos dos componentes ou matérias-primas. Em termos funcionais, a informação de entrada do sistema MRP é dividida em três grupos: (i) plano director de produção, (ii) a estrutura do produto ou lista de materiais e (iii) o estado do stock. A lista de materiais é um módulo fundamental no sistema uma vez que mostra para cada produto final quais os itens requeridos como componentes directos. O estado do stock é importante pois é subtraído às quantidades requeridas, resultando daí as quantidades a produzir ou a comprar. O MRP torna possível a construção das necessidades faseadas no tempo de todo e qualquer componente. Essa informação pode também ser usada como entrada do planeamento de capacidades (ver figura 3.4). A sua utilização é particularmente aconselhada em sistemas onde o controlo de materiais é complexo (Porter *et al.*, 1999).

Um sistema MRP presta um papel central no planeamento e controlo de materiais. O sistema transforma o plano director de produção nos passos individuais, detalhados, necessários para conseguir satisfazer esse plano. Fornece informação para o desenvolvimento de planos de capacidade e faz a ligação ao sistema fabril que leva de facto a cabo a produção. Esta técnica, com base no plano director de produção, permite determinar: o que é necessário produzir ou adquirir, quando se deve iniciar a produção ou emitir a aquisição e as quantidades do que é necessário adquirir ou produzir. Todos os sistemas MRP têm um objectivo comum, que consiste em determinar os requisitos brutos e líquidos, ou seja, a procura em períodos discretos para cada componente. Esta procura será traduzida em ordens de compra ou em ordens de produção caso se trate de um componente produzido no próprio sistema produtivo ou tenha que ser comprado a um fornecedor.

Apesar do sucesso que obteve e do entusiasmo que gerou, ao sistema MRP foram-lhe reconhecidos várias insuficiências ou lacunas, de onde se destacam a impossibilidade de realizar as programações em termos de capacidade (MRP pressupõe capacidade infinita), e utilização de prazos de entrega constantes (Hopp e Spearman, 1996). Desenvolvido por Oliver Wight (Scheer, 1994), o sistema MRPII (planeamento dos recursos da produção) aparece em 1965 como uma evolução do sistema MRP em função da introdução gradual de um conjunto de novas funcionalidades ou extensões ao sistema MRP (Browne *et al.*, 1996). O foco deste novo sistema é dado ao planeamento hierárquico, desde a vertente estratégica, passando pela realização de planos directores de produção até a elaboração de planos de produção de nível mais baixo (Scheer, 1994). Este conceito permite gerir a produção no curto e no longo prazo, permitindo a comunicação entre as diversas funções da empresa, nomeadamente entre a comercial e a produção (ver figura 3.5) (Courtois *et al.*, 1997).

Comercialmente, os fornecedores de sistemas de software apresentam pacotes de soluções baseados na técnica MRPII sob a designação de ERP (Planeamento dos recursos da empresa). Fundamentalmente estes sistemas caracterizam-se pela inclusão no MRPII de módulos de índole financeira, compras, entre outros, permitindo uma visão mais abrangente da empresa (Leach *et al.*, 1997). Daí o uso de “Empresa” em vez de “Produção”. No entanto, a pedra basilar do sistema continua a ser a produção. Prevê-se que a evolução dos sistemas ERP vá no sentido de incluir funcionalidades que permitam a gestão de toda a cadeia de fornecimento (Olhager e Wikner, 2000).

Entre o final das décadas de 70 e 80, nos EUA, alguns autores começaram a desafiar o sistema MRPII (Petty *et al.*, 2000). Ao sistema era apontado o seu funcionamento pesado e insuficiente capacidade proactiva, limitando-se a aceitar os constrangimentos inerentes ao sistema de produção. Entretanto, emerge do Japão um conceito designado por *Just-In-Time* (JIT) (Hirano, 1987), que rapidamente colheu enorme aceitação. No capítulo 2 foi já realizada uma explicação do

funcionamento e objectivos desta técnica. O motivo de se efectuar a referência a este conceito em dois capítulos que encerram objectivos diferentes prende-se com o facto de a literatura referir que o *Just-In-Time* é por um lado uma filosofia de produção e por outro uma técnica de planeamento e controlo da produção (Porter *et al.*, 1999). Dentro desta problemática, o *Just-In-Time* é também apontado como um sistema de gestão da produção que se baseia numa técnica designada por *kanban*, para levar a cabo as filosofias que preconiza (Petty *et al.*, 2000). Muitas empresas tentam fazer com que os seus processos sejam mais repetitivos e tentando que as condições de operação do sistema de planeamento e controlo da produção sejam o mais próximo possível da produção repetitiva (ciclos curtos, baixos prazos de entrega, baixos níveis de existências, etc.). O *Just-In-Time* aparece a cobrir uma grande variedade de produtos e processos.

Uma vez que a técnica que está por trás do *Just-In-Time* é o *Kanban*, considerando ainda o foco deste capítulo, vamos sucintamente analisar o seu funcionamento.

A palavra japonesa *Kanban* significa cartão, ou sinal (Louis, 1997). O sistema *Kanban* foi criado e desenvolvido pela *Toyota Motor Company*, com a finalidade de um cartão se associar a uma necessidade de entrega de uma determinada quantidade de peças, e outro cartão semelhante, utilizado como aviso da necessidade de produzir exactamente essa quantidade, dessas mesmas peças. *Kanban* é um mecanismo para gerir sistemas produtivos que seguem uma abordagem de “puxar” a produção. Relativamente a esta questão é importante referir que o sistema MRP é um sistema tipo “empurrar” uma vez que as entregas de material são programadas enquanto que num sistema tipo “puxar” as entregas de material são autorizadas (Hopp e Spearman, 1996). Desta forma compreende-se que a utilização de uma abordagem baseada em “puxar” reflecta de uma forma mais precisa o que se passa na produção. Neste tipo de abordagem, o posto de trabalho a montante apenas deverá produzir o que lhe é pedido a jusante, e este por sua vez, apenas deve produzir o que lhe é pedido no posto imediatamente a jusante e assim sucessivamente (figura 3.6). O posto mais a jusante de todo o processo, deverá produzir única e simplesmente o necessário para satisfazer os pedidos dos clientes.

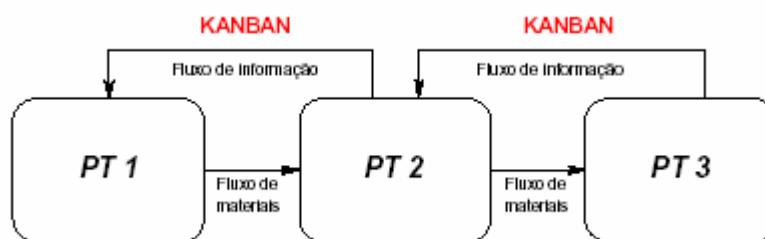


Figura 3.6 – Funcionamento geral de um sistema *Kanban*

O sistema *Kanban* à primeira vista parece simples, tanto no funcionamento como na compreensão, contudo é difícil a sua implementação para se alcançar o êxito. A sequência de produção que se verifica na figura 3.6 caracteriza-se por um fluxo unidireccional da esquerda para a direita (Transformação e preparação da matéria prima, produto final). O sentido directo corresponde ao fluxo de materiais (matérias primas, produtos semi-acabados, etc.) que se deslocam ao longo do processo. Contrariamente (no sentido inverso) existe o fluxo de informação que supervisiona o fluxo de materiais. Logo, conclui-se que o sistema *Kanban* consiste em sobrepor ao fluxo de materiais um fluxo inverso de informação.

É possível encontrar-se sistemas *Kanban* que funcionem com apenas um tipo de *Kanban* (*Kanban* de produção), sistemas que utilizam dois tipos de *Kanban* (*Kanban* de produção e *Kanban* de transporte ou movimentação) (Hopp e Spearman, 1996; Courtois *et al.*, 1997) e implementações

que sugerem a utilização de três tipos de *Kanban* (*Kanban* de transporte, *Kanban* de produção e *Kanban* de fornecedor) (Louis, 1997).

Um dos factores mais importantes na implementação deste tipo de sistema é o número de *Kanban* que flúem na fábrica. A literatura disponibiliza fórmulas e exemplos que permitem determinar o número de *Kanban* necessários, e inclusivamente o número óptimo de *Kanban* que devem ser utilizados em função do ambiente em que se vai introduzir o sistema. Um excelente exemplo de aplicação pode ser encontrado em (Singh, 1996; Chase *et al.*, 1998).

A utilização destes sistemas permite introduzir algumas vantagens de funcionamento, de entre as quais se destacam (Courtois *et al.*, 1997): (i) uma rápida circulação da informação, entre postos de trabalho, respeitante a problemas que surjam nas máquinas, avarias e peças não conformes; (ii) uma grande interacção entre os vários postos de trabalho, como consequência da sua grande interdependência; (iii) uma melhor adaptação da produção à procura: o tempo de reacção a uma variação da procura é muito pequeno porque apenas se produz o necessário para satisfazer a procura; (iv) um melhor serviço aos clientes, que se traduz numa diminuição dos prazos de entrega (as entregas são mais frequentes e em quantidades mais pequenas); (v) uma descentralização do controlo da produção que se efectua directamente na área fabril, levando a uma maior simplificação e ao mesmo tempo uma diminuição das necessidades de ordens de fabrico; (vi) uma diminuição dos inventários, reflectindo-se numa maior facilidade de contabilização do inventário, maior espaço físico desocupado entre postos de trabalho, uma maior facilidade de gestão dos inventários e uma reacção mais rápida a alterações (já não é necessário esperar o escoamento de grandes quantidades em inventário).

Paralelamente ao desafio lançado pelo Just-In-Time, o MRPII sofreu também o acosso de uma outra técnica designada por Tecnologia de Produção Optimizada (OPT - *Optimized production technology*) ou Produção síncrona (Silver *et al.*, 1998). Argumentava-se que o MRPII estava decididamente condenado por basear a sua operacionalidade em pressupostos de capacidade infinita, prazos de entrega fixos e programação para trás. Contrariamente, OPT apresenta-se como sendo baseada numa lógica de capacidade finita, com ênfase na gestão de engarrafamentos, recorrendo a uma técnica designada por teoria de estrangulamentos (Silver *et al.*, 1998; Petty *et al.*, 2000). No entanto, o entendimento desta postura concorrencial não era consensual. Para alguns autores este novo sistema era visto como um competidor do MRPII e inclusive de Just-In-Time, mas na óptica de outros era apenas um desenvolvimento ou melhoramento do MRPII (Browne *et al.*, 1996). Alias, existe inclusive a ideia de que “o caminho” seria desenvolver sistemas que lidassem com o problema principal do MRP/MRPII, passando de uma postura de adopção de capacidade infinita para capacidade finita, mas mantendo a estrutura hierárquica de planeamento do MRPII (Hopp e Spearman, 1996).

O conceito que sustenta a operacionalidade da técnica OPT foi inicialmente desenvolvido em Israel. Sendo por natureza uma técnica analítica, preconiza o aumento da produtividade, conseguindo, simultaneamente, a diminuição dos níveis de stock, bem como das despesas de operação. A produtividade é aqui entendida como a taxa mediante a qual o sistema produtivo gera capital com a venda de produtos acabados (finais). Consequentemente, não é uma medida relativa às actividades da produção. Também o conceito de stock encerra algumas nuances (Browne *et al.*, 1996). Por exemplo, exclui-se o valor acrescentado proporcionado pelo trabalho realizado, considerando para efeitos de inventário apenas as matérias-primas, componentes, e produtos acabados que já foram efectivamente pagos, mas que ainda não foram vendidos. As despesas de operação são os custos imputados à conversão de materiais em stock em capital. Por exemplo trabalho directo ou indirecto, calor, luz, etc. (Silver *et al.*, 1998).

Tal como já referimos, grande parte da funcionalidade desta técnica baseia-se na teoria de estrangulamentos. De uma forma simplista, um estrangulamento é determinado por uma

capacidade de produção insuficiente, ou seja decorre da existência de um gargalo. Por sua vez, um gargalo é um recurso de produção cuja capacidade não permite responder às necessidades do mercado.

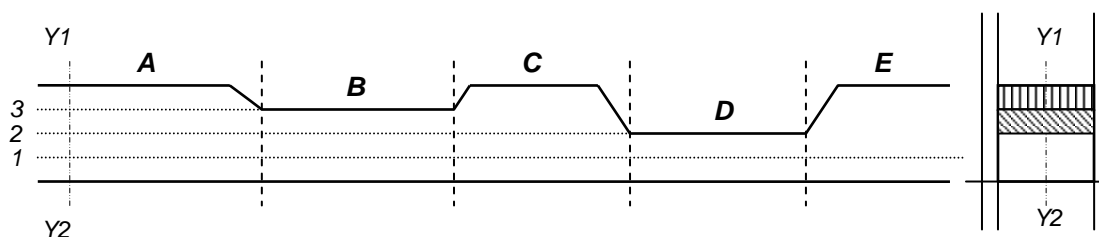


Figura 3.7 – Condução de água, (a) corte longitudinal e (b) vista de frente.

Antes de prosseguirmos, realizemos uma pequena reflexão sobre o conceito de gargalo e suas implicações, mediante uma pequena analogia. A figura 3.7 pretende representar uma condução por onde passará água. Essa condução não terá ao longo de todo o seu comprimento uma volumetria constante. Considerando o corte na condução e estabelecendo que o perfil ilustrado é uniforme (figura 3.7 b), cremos ser pacífico que nas condições da figura 3.7, sem grande reflexão, existirá aquilo que comumente designamos por gargalo, ou zona de estrangulamento, na passagem da secção A para a secção B e da secção C para a secção D. Reflectindo um pouco melhor, provavelmente, estamos a emitir um juízo que não corresponde à verdade. Repare-se que não estamos a considerar um parâmetro de suma importância, que será o fluxo de água que entra na condução. Em termos de sistemas produtivos, estamos a desprezar um factor preponderante que é a procura de produtos por parte do consumidor. Repare-se que se o fluxo de água se mantiver no nível indicado com o valor 1, o estrangulamento não se irá fazer sentir. A água fluirá desafogadamente ao longo da condução. Se o nível se estabelecer pela linha indicada com o número 2, então só existirá estrangulamento entre C e D. Se o nível do líquido for o indicado com o valor 3, teremos os estrangulamentos indicados no início do parágrafo. Transpondo o exemplo para a produção, considerando cada uma das zonas A, B, C, D e E como sendo máquinas com capacidade diferente, sendo o fluxo de água a procura, podemos perfeitamente retirar as mesmas ilações.

Numa fábrica que pretenda introduzir este tipo de técnica, é extremamente importante a identificação dos gargalos. Fundamentalmente existem dois grandes procedimentos para realizar esta acção (Courtois *et al.*, 1997). Por um lado se o armazém que alimenta uma determinada máquina acumular uma grande quantidade de peças poderá indiciar a existência de um estrangulamento. A dificuldade situa-se no facto de muitas vezes esse armazém não se situar numa zona que permita o relacionamento com essa máquina. Uma outra forma consiste na percepção de atrasos recorrentes e compulsivos na entrega de produtos acabados.

Vejam os seguintes exemplos (Courtois *et al.*, 1997). Uma empresa fabrica quatro produtos identificados por P1, P2, P3 e P4. Nesse fabrico são utilizadas as peças E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E7 (figura 3.8). Considerando que os produtos cuja caixa se encontra a cinza (P1 e P4), nunca são entregues nos prazos definidos, tentemos identificar os gargalos. As opções apontam para os locais de fabrico das peças E6 e E7, uma vez que são as peças comuns a P1 e P4. No entanto, como a peça E6 é também utilizada em P3 e este não apresenta qualquer atraso, conclui-se que o gargalo se situa no posto de trabalho que fabrica E7.

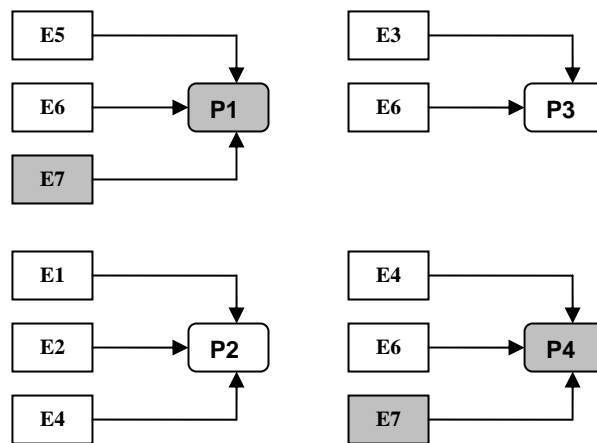


Figura 3.8 – Detecção de gargalos. Adaptada de Courtois *et al.*, (1997)

Como referimos atrás o gargalo associa-se com a incapacidade de produzir o que é requerido. No entanto essa situação pode ocorrer por outros motivos para lá da falta de capacidade permanente de um determinado posto de trabalho. A incapacidade pode ser não sistemática e resultante de avarias em máquinas. Esta situação induziria perturbações no restante sistema.

Tradicionalmente as empresas tentam frequentemente equilibrar a capacidade das suas linhas de produção. Com este procedimento tentam impedir que determinados postos de trabalho esperem que outros postos com menor cadência terminem o seu trabalho. No entanto, a lógica de funcionamento de OPT defende que é mais importante sincronizar o fluxo de itens que assegurar um equilíbrio de capacidades do equipamento (Dilworth, 1992). Deve-se utilizar as capacidades tal como estão, procurando alcançar um fluxo de produção ajustado à procura, recorrendo à polivalência ou a trabalho extra (Courtois *et al.*, 1997). Uma listagem exaustiva e explicativa de todos os princípios inerentes ao funcionamento desta técnica, bem como formas de programação de recursos gargalo e não gargalo, podem ser encontrados em (Dilworth, 1992; Courtois *et al.*, 1997)

A aplicação desta técnica infere alguns aspectos positivos donde se destaca a clareza na proposição dos objectivos, na concentração da atenção na resolução de um problema concreto e a necessidade de após a resolução de um gargalo, ser necessário resolver outros atribuindo um carácter de dinâmica no aperfeiçoamento da funcionalidade do sistema (Silver *et al.*, 1998).

No entanto, se o ambiente de actuação não for propício à identificação de gargalos (por exemplo processos contínuos), a aplicação da técnica não é frutífera. Em ambientes onde se utilize *Kanban* também não é profícuo a inserção da técnica OPT uma vez que a natureza do *Kanban* elimina os estrangulamentos. No entanto o factor mais negativo desta técnica resulta do facto de ser uma técnica proprietária para a qual não existe grande quantidade de informação na literatura (Browne *et al.*, 1996).

Cada uma das técnicas descritas atrás pretende incidir sobre um tema concreto não sendo na realidade concorrentes. Existe a tendência para se realizar uma associação entre o sistema Just-In-Time e com a produção em massa e sistemas de produção repetitivos. Não é alheio a este facto o relacionamento desta técnica com as fábricas de automóveis no Japão. Na verdade esta alusão resulta da melhor adaptabilidade da técnica de controlo associada ao Just-In-Time (*Kanban*) para operar em ambientes repetitivos (Browne *et al.*, 1996). De facto a filosofia Just-In-Time é aplicável a todos os tipos de produção discreta. Dada a ligação do MRP e OPT com grande diversidade de produtos, existe a tendência para associar estas técnicas com a produção em lotes. Dada a diferente

aplicabilidade de cada uma das técnicas descritas, a proliferação de sistemas híbridos é uma tendência (Petty *et al.*, 2000).

### 3.3.4 – Um mundo em mudança

Também ao nível dos sistemas de planeamento e controlo da produção se tem feito sentir a influência da sociedade económica e socialmente globalizada, bem como das novas tecnologias de informação. A tecnologia dos sistemas de planeamento e controlo da produção tem variado ao longo do tempo. Algumas das técnicas só foram passíveis de serem introduzidas com o aparecimento dos computadores. A mudança mais recente reside no uso de sistemas on-line. Estes sistemas permitem uma diferença fundamental de operação, que se baseia na capacidade de redução drástica de relatórios em papel permitindo consequentemente a correcção diária do processo de planeamento. Para lá da redução de inventários esta capacidade torna o planeamento e execução dos sistemas de planeamento e controlo da produção muito mais dinâmico.

A própria configuração de um mesmo sistema produtivo é cada vez mais passível de mudança, incrementando a complexidade do já por si complexo processo de planeamento e controlo da produção. Sistemas produtivos do tipo oficina têm sido configurados para se tornarem linhas. A utilização do conceito de células de fabrico tem aumentado enormemente, quer em sistemas que tradicionalmente eram do tipo linha quer do tipo oficina. Por exemplo, a filosofia Just-In-Time vê a sua importância aumentar. Mudanças nos relacionamentos entre fornecedores e clientes têm também mudado de forma a alterar as abordagens ao planeamento e controlo da produção. Cremos ser importante referir que a tendência futura dos sistemas de planeamento e controlo da produção vai no sentido de cada vez mais sair dos limites da empresa. A ligação/integração com os fornecedores e clientes permitirá o alcançar de melhores desempenhos.

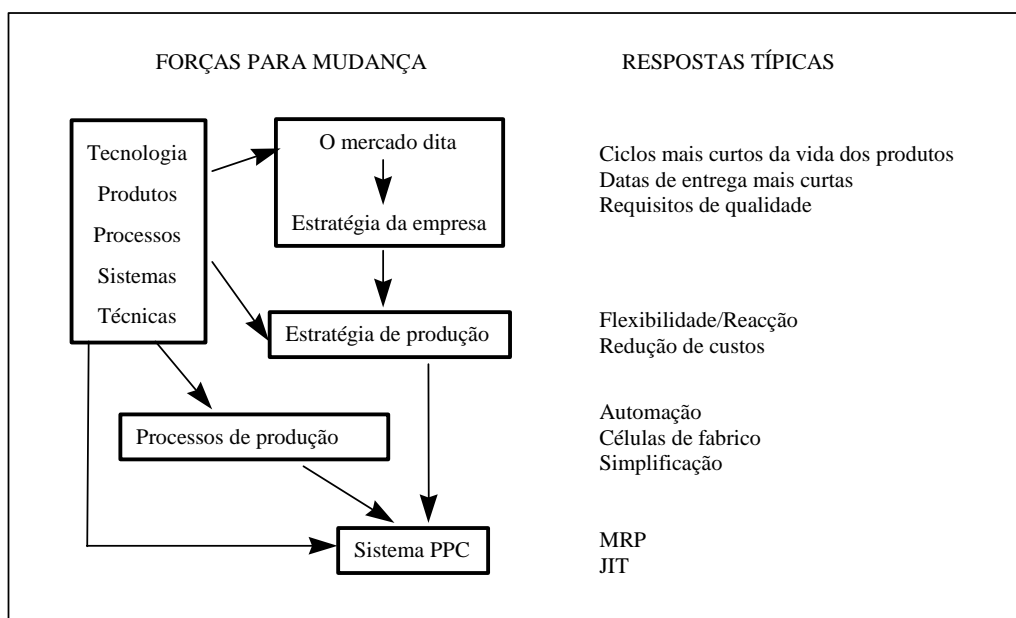


Figura 3.9 – Evolução em resposta às forças de mudança. Adaptado de Vollman *et al.*, (1997).

A figura 3.9 representa algumas respostas típicas de empresas às mudanças das condições de mercado. Novas tecnologias, produtos, processos, sistemas e técnicas, permitem novos desafios às empresas. É também certo que a competição global intensifica ainda mais alguns desses desafios. O capítulo 2 focou exaustivamente os aspectos que condicionam a vida das empresas que operarão ao

longo do século XXI. Para se ser competitivo já não basta produzir a baixo custo e com qualidade, também é necessário ter prazos de entrega baixos e produzir produtos diferentes. Ganhar o jogo da competitividade requer flexibilidade e agilidade. O mercado influencia as mudanças de estratégia, que por sua vez ditam a estratégia de produção, processos de manufactura e conseqüentemente a abordagem que sustenta o sistema de planeamento e controlo da produção.

Para convergir com as necessidades do mercado, muitas vezes, são requeridas mudanças nos próprios processos produtivos. Contudo, na maior parte dos casos é necessário intervir ao nível do sistema de planeamento e controlo da produção, uma vez que é com base na sua acção que se interpretam as directivas estratégicas. Por exemplo o MRP e Just-In-Time são respostas típicas em termos de sistemas de planeamento e controlo da produção. O relacionamento em forma de empresas virtuais é o paradigma organizacional emergente para responder eficaz e eficientemente às solicitações de um mercado cada vez mais dinâmico (Walters, 2000; Walters e Buchanan, 2001). Este novo paradigma de organização e relacionamento entre empresas tem vindo a gerar grande popularidade, não só nos meios académicos mas também nos meios empresariais. A eficiência destas redes de empresas depende de muitos factores, entre os quais se encontra a eficiência e eficácia do seu sistema de planeamento e controlo da sua produção. Para que o produto final possa estar no mercado de uma forma competitiva é necessário que haja um adequado sistema de planeamento e controlo da produção, que permita uma boa coordenação entre parceiros da rede. Para além do referido sistema de planeamento e controlo da produção, a materialização deste novo paradigma organizacional requer a definição de uma adequada arquitectura de referência para a cooperação, bem como o desenvolvimento de uma plataforma de suporte, com os necessários protocolos e mecanismos orientados para a coordenação (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a). A introdução das novas tecnologias de informação e comunicação fornecem poderosos meios de suporte para a implementação de técnicas ou estratégias de planeamento e controlo da produção em ambiente de empresas virtuais. A literatura é ainda vaga no que concerne a este tema, no entanto nas próximas linhas vamos tentar familiarizarmo-nos com o que está a ser feito para que as empresas virtuais sejam, para lá de uma realidade, uma opção válida de cara ao futuro.

### 3.4 – Em ambiente de empresa virtual

---

O planeamento e controlo da produção em ambiente de empresa virtual pode, ou não, ser significativamente diferente daquele que é efectuado em ambientes tradicionais. Assumidamente existirão diferenças. Estas poderão ser mais ou menos significativas em função da postura adoptada para a empresa virtual. Se a empresa virtual for formada com o objectivo de produzir um único produto, poucos lotes de um produto ou se apostar por dinamicamente seguir as alterações do mercado introduzindo alterações parciais nos produtos e conseqüentemente na estrutura da empresa virtual, então o planeamento e controlo da produção terá que estar de acordo com cada uma das vertentes enumeradas.

Tradicionalmente, associa-se o planeamento e controlo da produção à fase operativa de uma empresa. Planeamento é a determinação dos objectivos e dos meios para os atingir (infopedia, URLd). Relacionando esta definição de planeamento com o acto de planeamento da produção numa empresa tradicional, rapidamente nos apercebemos que planear poderá significar a definição dos objectivos estratégicos que se pretende que a empresa atinja num dado período. Conjuntamente, seguindo o espírito da definição, é necessário assegurar a existência dos meios para que se consiga atingir esses objectivos. Ou seja, é necessário assegurar a existência de recursos para produzir as quantidades desejadas nos momentos indicados. Esta capacidade de convergência entre capacidades e datas de entrega é claramente uma questão do foro do planeamento de capacidades (Roux *et al.*, 1999). Normalmente, este processo é precedido por alguma forma de planeamento em função de previsões ou ordens firmes, realizando-se a

programação destas ordens com base na assumpção de capacidade infinita por parte dos recursos. Apenas após este processo se procede à verificação da existência ou não de capacidade real para efectuar a referida convergência. Durante este processo, excepcionalmente, quando possível, no sentido de cumprirmo o planeado, os gestores podem recorrer a horas extraordinárias ou turnos extra (Roux *et al.*, 1999).

Controlo, em ambiente de empresa tradicional, associa-se a acções de monitorização e correcção da progressão da produção no sentido de assegurar o alcançar das metas definidas. Existem trabalhos que dividem a actividade de planeamento e controlo da produção em três níveis hierárquicos (Hopp e Spearman, 1996). Estes vão desde o longo prazo (estratégico), médio prazo (táctico) e curto prazo (controlo). Este último nível está directamente relacionado com o controlo ao nível da oficina. Com base num programa de produção previamente estabelecido (*Production Schedule*), em tempo real, vão-se controlar os fluxos de materiais que se movimentam ao nível da oficina. Paralelamente, realizam-se acções conducentes à medição da actual progressão comparativamente com o estabelecido no plano. Por vezes, como medida auxiliar, recorre-se ao uso de simulação em tempo real para permitir um estado de antevisão de cenários que poderão ocorrer e existir uma preparação para reagir em conformidade.

O ambiente de empresa virtual é caracterizado pela existência de um conjunto de parceiros, normalmente heterogéneos, geograficamente dispersos, potencialmente disponíveis para integrarem uma empresa virtual. Cada parceiro é caracterizado por especificidades e problemas próprios que é necessário levar em consideração quando se realizam acções de planeamento e controlo da produção. Cada um desses parceiros poderá simultaneamente operar em mais que uma empresa virtual, sendo também normal que um mesmo produto possa ser realizado por uma empresa virtual cujos elementos sejam diversos de um lote para outro. Outras características singulares da empresa virtual foram já focadas no *capítulo 2*, nomeadamente no que concerne à sua duração e configuração. Vejamos então as repercussões que este novo ambiente induz na actividade de planeamento e controlo da produção.

Embora o acto de planeamento contenha intrinsecamente alguma dose de controlo, nomeadamente no processo de ponderação entre a capacidade disponível e as necessidades produtivas, podemos dividir o planeamento e controlo da produção em planeamento, por um lado, e controlo, pelo outro (Starbek e Grum, 2000).

Uma grande dose do acto de planeamento passa pela correcta percepção da oportunidade de negócio. Esta acção aportará informação relativa a quais os possíveis mercados que irão absorver a produção ou serviço que vai ser realizado, quais as quantidades que será necessário produzir para satisfazer a procura, qual a distribuição da procura dentro de um determinado horizonte de tempo e qual o intervalo de tempo durante o qual a empresa virtual se manterá em funções até se extinguir. A análise da oportunidade de negócio permite produzir dados mais específicos relativos, quer ao negócio, quer ao produto. Esta análise incorpora um processo de previsão das necessidades funcionais para produzir o produto, revelando uma previsão relativa às capacidades necessárias, quer para a empresa virtual como um todo, quer para cada um dos parceiros que a integram. Em função do tipo de resposta que a empresa virtual realiza relativamente à oportunidade de negócio, assim existirão diferentes cenários para a abordagem à operação da empresa virtual. Se a empresa virtual adoptar uma postura de produção para stock<sup>12</sup>, de um produto que na análise da

---

<sup>12</sup> Normalmente, a formação de uma empresa virtual não é associada à produção para stock. No entanto, ao referirmo-nos a esta possibilidade, pretendemos contemplar a hipotética possibilidade de a empresa virtual ser formada com base na visão de uma entidade que antecipa a possibilidade de escoamento de um produto, num futuro muito próximo. Nesse sentido, inicia-se a produção para stock desse produto mesmo antes de encomendas concretas terem sido recebidas.

oportunidade de negócio se perspectivou poder ser vendido no mercado  $Y$  em  $X$  quantidade, decerto que as exigências em termos de procedimentos de planeamento e controlo da produção serão diversas do caso de a empresa produzir numa postura de produção por encomenda. Aliás, este pressuposto adapta-se também às empresas tradicionais. No entanto, num ambiente de empresa virtual, uma empresa que opere numa postura de produção mediante encomenda, enfrentará especificidades que não ocorrem num ambiente tradicional. Nomeadamente no que respeita ao assegurar da participação de parceiros cujas competências técnicas principais se complementem e sejam disponibilizadas naquele intervalo de tempo em que é necessário cooperar para satisfazer o mercado. Naturalmente que existirá também o condicionalismo relativo às quantidades que é necessário produzir em função das ordens recebidas e à capacidade de cada parceiro.

Uma vez que por definição a empresa virtual agrega parceiros geograficamente dispersos, existe a necessidade de planear cuidadosamente a questão das movimentações entre cada um dos nós da rede que perfaz a empresa virtual. Este planeamento de movimentações terá que ser necessariamente contemplado na fase de selecção de parceiros e integrado nas necessidades de funções específicas a incorporar. Isto é, devem-se incorporar elementos cuja competência técnica principal seja a realização de movimentações. Em função da natureza da empresa virtual, esta é uma questão fundamental na sua operacionalidade.

Em função do parágrafo anterior faz todo o sentido equacionar se o processo de definição das capacidades que cada parceiro deverá aportar à empresa virtual, não deverá ser considerada uma acção de planeamento, incorporado na actividade global de planeamento e controlo da produção. No fundo, e uma vez que o que se pretende é responder efectivamente a uma oportunidade de negócio concreta, este acto de planeamento pretende gerar planos de produção exequíveis e optimizados relativamente à empresa virtual como um todo (Soares *et al.*, 2000), considerando também as capacidades finitas e disponíveis de cada integrante. Desta forma, parece claro que a actividade de planeamento em ambiente de empresa virtual tende a divergir do que se faz ao nível tradicional. O planeamento e controlo da produção necessita, por um lado, de assegurar a existência de quem realize cada uma das necessidades funcionais, e por outro que quem executa tenha disponível a capacidade que se necessita para satisfazer os parâmetros estabelecidos pela análise da oportunidade de negócio. Não se pode negligenciar as acções que garantam que quem deve fazer, faça da forma e no momento adequado, averiguando-se em tempo real se tudo decorre dentro do estipulado.

Dado o dinamismo que caracteriza este ambiente de empresa virtual, ao nível do controlo, é imperativa a existência de coordenação entre as actividades a desenvolver em nós dispersos e independentes (Spinosa *et al.*, 1998b; Klen *et al.*, 2001). Na sua parte operacional, tal como uma empresa tradicional, uma empresa virtual deverá lidar com ordens (Klen *et al.*, 2001). Essas ordens serão executadas por parceiros independentes e geograficamente dispersos, não sendo necessariamente sempre os mesmos. Ou seja, a operação da empresa virtual poderá não ser baseada numa estrutura estável de parceiros, não existindo inclusive essa estabilidade ao nível dos processos. A coordenação é também fundamental nos procedimentos que é necessário realizar no sentido de assegurar que cada um dos parceiros receba a matéria-prima necessária ao exercício da sua competência técnica principal no momento e nas quantidades necessárias. Daqui emerge de novo a preponderância das movimentações e o seu adequado planeamento neste ambiente geograficamente disperso. Para lá da vertente de planeamento, o exercício de todas as actividades requer acções de controlo do seu progresso, realizadas com grande acuidade. Particularmente as movimentações, uma vez que são responsáveis pela fluidez dos materiais pela grande fábrica global.

Um factor que influencia marginalmente as actividades de planeamento e controlo em ambiente de empresa virtual tem a ver com as estruturas de suporte à sua operação. Assumidamente as redes de computadores desempenham um papel importante na funcionalidade das empresas virtuais. No entanto existe um mais vasto leque de questões às quais é necessário responder no sentido de

agilizar a operacionalidade das empresas virtuais. Nomeadamente a definição de uma arquitectura de referência com características flexíveis, estabelecimento processual de gestão da informação, entre outras necessidades (Afsarmanesh e Camarinha-Matos, 1997). Se existe a oportunidade, a vontade de avançar e potenciais parceiros, mas não existem estruturas de sustentação, parece ser claro que a empresa virtual não sairá do papel. Obviamente que essas estruturas de suporte serão tão importantes para a formação como para a operação. A sua correcta e atempada definição permitirá uma adequada coordenação de actividades ao longo de todo o ciclo de vida da empresa virtual (Spinosa *et al.*, 1998b). Parece-nos clara a importância que a troca de informação de planeamento e controlo terá ao nível do ciclo de vida da empresa virtual (Afsarmanesh e Camarinha-Matos, 1997).

Embora tenhamos apontado situações em que a operação da empresa virtual prolonga a sua actividade no tempo, uma das diferenças mais prementes relativamente à operação de empresas em ambiente tradicional, reside no carácter normalmente fugaz da oportunidade de negócio. Esta situação obriga ao estabelecimento de condições para que os potenciais participantes possam rapidamente integrar ou abandonar uma empresa virtual. Ou seja, existe a necessidade de criar estruturas que infiram rapidez na formação, reconfiguração e dissolução da empresa virtual. O que se pretende é que não se deixe passar uma oportunidade de negócio em virtude da morosidade de processos burocráticos e/ou processuais.

A pertinência do desenvolvimento destas estruturas estende-se inclusive até à questão da confiança (Camarinha-Matos e Lima, 1997). Neste particular, é de referir que para ultrapassar alguma predisposição para olhar a empresa virtual com desconfiança, passará pela definição de protocolos processuais consistentes, ágeis e robustos. Esta panóplia de ferramentas de suporte deverá ser utilizada de uma forma amigável e transparente para todos os integrantes da empresa virtual.

#### 3.4.1 – Principais inadequações das abordagens tradicionais

Muitas das empresas que estão actualmente no mercado e dispostas a participarem em empresas virtuais utilizam sistemas de planeamento e controlo da produção que não foram desenhados para se interligarem com outros sistemas existentes noutras empresas. Falamos de sistemas de índole proprietária ou não, cuja concepção ou foi realizada a pensar numa empresa concreta ou foi “modularizado” à medida da empresa. Em ambos os casos, a possibilidade de realizar ligações com outros sistemas não é normalmente contemplada. Isto ocorre inclusive em função da natureza não cooperativa que subsiste entre empresas, sejam concorrentes ou não. Uma das características mais salientes de uma empresa virtual é a dispersão geográfica de todos os seus integrantes. Nesse sentido, cada um deles terá os seus constrangimentos em função da sua localização. Também da própria situação geográfica e cultural local decorrem diferentes formas de abordar um mesmo problema inerente à actividade de planeamento e controlo da produção. O resultado poderá ser traduzido numa incapacidade premente na compreensão e partilha de dados que circulam na empresa virtual (Camarinha-Matos *et al.*, 1997). Acresce também que a utilização, num ambiente dessa natureza, de um sistema de planeamento de índole centralizada poderá não ser a melhor solução (Arnold *et al.*, 1996; Mertins e Arlt, 1999). A adequabilidade de tais sistemas estaria condicionada a um constante fornecimento de informação sobre o estado actual da produção a esse nó central (Arnold *et al.*, 1996). Outro factor condicionante surge com base no facto de todas as decisões relativas à produção serem efectuadas num só local. O mesmo autor acrescenta que no sentido de reduzir incertezas, lidar com a alta complexidade e melhorar a transparência de toda a cadeia de fornecimento, a adopção de um sistema de planeamento e controlo da produção descentralizado seria a opção indicada. No entanto a descentralização, se não for devidamente acautelada, pode eventualmente desaguar em descoordenação. Este pensamento leva-nos ao

problema da existência ou não de hierarquia na forma de condução de uma empresa virtual, a tratar em 3.4.2.

Tal como já referimos no *capítulo 1*, a necessidade de um sistema de planeamento e controlo da produção adequado às empresas virtuais é uma discussão tão antiga quanto o aparecimento deste tipo de conceito organizacional (Carvalho *et al.*, 2002). A comunidade científica concorda com a ideia de que as abordagens tradicionais de planeamento e controlo da produção não estão preparadas para serem usadas neste novo ambiente distribuído (Frederix, 1996; Makatsoris *et al.*, 1996; Dudenhausen *et al.*, 1997; Tu, 1997; Wiendahl e Helms, 1997; Gunasekaran, 1999; Azevedo e Sousa, 2000; Rupp e Ristic, 2000; Soares *et al.*, 2000; Dickerhof *et al.*, 2001; Teixeira *et al.*, URL; Zhou e Besant, URL). No entanto, os motivos apresentados para a aceitação de tal facto, bem como as soluções apontadas para a resolução do problema, não são consensuais. Alguns autores argumentam que devem ser desenvolvidos modelos completamente novos (Arnold *et al.*, 1996), enquanto outros acreditam que a sua inadaptação pode ser corrigida com recurso a acções de reengenharia ou pelo desenvolvimento de extensões (Spinosa *et al.*, 1998a; Camarinha-Matos *et al.*, 1999a; Klen *et al.*, 2001).

Uma vez que se considera que a configuração da empresa virtual pode variar, inclusivamente durante a produção de uma mesma encomenda, assiste-se à incapacidade dos sistemas actuais em lidarem com prazos de entrega variáveis, motivados pela existência de prazos de entrega intercalares variáveis e pela não existência de percursos fixos. A rigidez de planeamento em que se baseiam os sistemas de planeamento e controlo da produção em ambiente de empresas tradicionais não se coaduna com o dinamismo e flexibilidade que se associa às empresas virtuais (Azevedo e Sousa, 2000).

O pressuposto de capacidade infinita em acções de planeamento, por parte de uma maioria dos sistemas de PPC tradicionais, é uma característica com a qual se torna difícil lidar em ambiente de EVs (Frederix, 1996; Hopp e Spearman, 1996; Azevedo e Sousa, 2000), em consequência do dinamismo estrutural que é atribuído à EV. Uma outra inadequação que se deve contornar nos sistemas a funcionar em ambiente de empresa virtual, deriva do facto de neste ambiente os prazos de entrega e tempos de processamento, passarem a ser um atributo do parceiro ou conjunto de parceiros e não das peças, como sucede nos sistemas de planeamento e controlo da produção em ambiente de empresas tradicionais (Frederix, 1996). Neste ambiente globalizado, é manifesta a necessidade de sincronizar os planos directores de produção. Dada a incapacidade de comunicação que a diversidade de sistemas de planeamento e controlo da produção apresentam, é perfeitamente impossível levar a cabo tal tarefa (Dudenhausen *et al.*, 1997), contribuindo-se desta forma para a inoperância dos sistemas tradicionais em ambiente de empresa virtual.

As actividades de planeamento e controlo da produção neste novo ambiente deverão repercutir a alteração de relacionamento que se deu com a introdução da empresa virtual. Cada um dos parceiros deverá ter acesso a informação de índole global, de forma a melhor responder ao que lhe é solicitado. Neste ambiente, a cada um dos integrantes da empresa virtual é-lhe reconhecida a capacidade técnica para realizar um dado trabalho, deslocando desta forma o foco da gestão para a existência de capacidade num dado instante (Childe, 1998). A afirmação de que este é um problema de capacidade é também manifesta numa outra abordagem ao planeamento e controlo da produção numa empresa virtual dedicada ao fabrico de semicondutores (Teixeira *et al.*, URL). O planeamento e controlo da produção na empresa virtual deve considerar que cada parceiro está, efectivamente, a vender o seu tempo e as suas capacidades técnicas, em vez de vender os seus produtos (bens). A colaboração efectiva que se estabelece ao nível do planeamento e controlo da produção é levada ao nível da partilha de detalhes de programação da produção em cada parceiro e na empresa virtual de uma forma global. Esta postura distingue uma relação de cooperação integrada, apanágio da empresa virtual, de um relacionamento de troca de produtos mediante um preço (Childe, 1998).

A proximidade da ligação entre os integrantes da empresa virtual quer-se de tal forma intensa que permita a existência de uma postura operativa similar à que se dispensa a estações de trabalho numa só unidade fabril (Childe, 1998). Desta forma é possível adoptar um procedimento de programação da produção (scheduling) adequado às especificidades duma empresa virtual. O problema global é dividido em dois patamares de programação. Num nível mais elevado existe a programação relativa à necessária sequência de serviços de forma a convergir com os requisitos do cliente. O nível mais baixo concentra-se na programação da produção individual de cada um dos participantes. Refira-se no entanto que estes dois níveis devem ser considerados de uma forma integrada possibilitando a obtenção de uma programação global, exequível e de encontro às necessidades do cliente (Kandler, 2001). Note-se que esta postura poderá colidir com aquelas opiniões que defendem a autonomia de cada um dos participantes numa empresa virtual, uma vez que interfere directamente na programação de produção de cada integrante da empresa virtual. O recurso a dois níveis de gestão de informação no sentido de planear e controlar a actividade de uma empresa virtual é também utilizado em (Zhou *et al.*, 1998). Os autores recorrem nesta abordagem a dois tipos de gestores de informação (global e local), no sentido de preencher a lacuna entre os níveis de planeamento mais elevados e o controlo ao nível fabril.

O desenvolvimento e produção do produto sob a influência constante do cliente não estão previstos, a monitorização e subsequente controlo em tempo real do progresso da produção também não é contemplado, não existe uma estrutura que permita à empresa a necessária flexibilidade e dinâmica de forma a reagir e convergir com as incertezas do mercado, a não existência de algoritmos e estruturas de programação da produção capazes de fazer frente às incertezas do estado da produção no momento, são mais algumas das incapacidades que são apontadas aos sistemas de planeamento e controlo da produção tradicionais para uma utilização em ambiente de empresa virtual (Gunasekaran, 1999).

### 3.4.2 – A questão da hierarquia

Na actividade de planeamento e controlo da produção em empresas virtuais, assume especial importância a questão da hierarquia. A gestão de informação de uma forma centralizada e hierárquica, característica do planeamento e controlo da produção em ambiente de empresa tradicional, é rejeitada por alguns autores como solução para o planeamento e controlo da produção em ambiente de empresa virtual (Feldmann *et al.*, 1998; Zhou e Besant, URL). Contrariamente, outros autores referem que, concretamente no que respeita às empresas de produção, a hierarquia não pode ser evitada (Putnik, 2000). A sustentar esta postura encontra-se a complexidade estrutural dos processos a executar. A existência ou não de hierarquia condiciona decisivamente a forma de operar uma empresa virtual. Em consequência, também o sistema de planeamento e controlo da produção deverá repercutir essa postura. Por exemplo, a existência de uma empresa dominante na empresa virtual, obriga a que os procedimentos sejam realizados em função dessa empresa. Considerando como exemplo a indústria automóvel, a existência de uma empresa dominante rodeada por uma rede de fornecedores mais ou menos fixos (Afsarmanesh e Camarinha-Matos, 1997), obriga a que o sistema de planeamento e controlo da produção traduza esse relacionamento. A empresa dominante impõe os seus protocolos e processos de troca de informação, pelo que o planeamento e controlo da produção nas empresas que rodeiam a empresa dominante terá que pactuar com essas exigências. Tanto ao nível técnico como de políticas. Referimo-nos neste segundo caso, por exemplo, ao estabelecimento de políticas de prioridade de execução de ordens.

Uma outra possibilidade consiste na necessidade da existência de um elemento coordenador durante todo o ciclo de vida da empresa virtual (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a). Esse elemento poderá ter diferentes naturezas, no entanto a sua presença não poderá ser dissociada de uma postura hierárquica. Se o coordenador definir ele próprio as directrizes de condução do negócio fica clara a

existência de um relacionamento hierárquico entre ele e os demais intervenientes. Se eventualmente agir condicionado pelas directrizes emanadas por outras entidades, evidencia-se de imediato um relacionamento hierárquico. De qualquer forma, a presença do relacionamento hierárquico, que pode ser com base na figura do coordenador, evita o estabelecimento do caos funcional (Klen *et al.*, 2001).

Um relacionamento tipicamente sem hierarquia, isto é, onde todos os integrantes funcionam como iguais, é também frequente em posturas de relacionamento entre integrantes da empresa virtual. Aliás, essa postura vai de encontro a algumas das definições de empresa virtual (Camarinha-Matos *et al.*, 1998) que abordámos *no capítulo 2*. No entanto, é reconhecida a dificuldade em conseguir-se uma integração efectiva dos diversos sistemas de planeamento e controlo da produção de cada um dos integrantes da empresa virtual, tendo em mente uma optimização ao nível da empresa virtual global. No sentido de ultrapassar estas dificuldades e em função do mercado onde a empresa virtual se insere, existem as designadas soluções híbridas ou mistas (Arnold *et al.*, 1996). Neste tipo de abordagem incorporam-se potencialidades de cada uma das abordagens nas doses adequadas de forma a conseguir-se um resultado equilibrado em função dos condicionalismos existentes. Fundamental em qualquer das posturas que se aborde para o planeamento e controlo da produção é a existência de ferramentas que incluam agilidade de planeamento (Frederix, 1998) e uma componente de acompanhamento em tempo real da progressão da produção, recorrendo se possível a técnicas de próactividade.

---

### 3.5 – Abordagens de referência

---

A literatura permite o envolvimento com alguns projectos cuja postura se apresenta como referencial no estudo e desenvolvimento de soluções para lidar com as necessidades inerentes ao ciclo de vida das empresas virtuais. Como exemplos podemos apontar o NIIP Consortium (NIIP, URL), X-CITTIC, GIGROS (Kuhlmann *et al.*, 1998), MASSYVE, VEGA, PLENT (Mezgár *et al.*, 2000), BM\_VEARM (Putnik, 2000) e PRODNET II (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999a). A abordagem, o foco da intervenção e os caminhos seguidos ditaram, naturalmente, resultados diferentes para cada um dos projectos.

Em função da quantidade de referências de que são alvo na literatura, pelo número de artigos que têm produzido e pela sua dimensão (incluindo número de entidades integrantes), de entre os projectos referidos no parágrafo anterior, é possível identificar três deles como sendo os mais representativos. Referimo-nos ao NIIP, ao X-CITTIC e ao PRODNET II. De seguida far-se-á uma exposição breve sobre o NIIP, seguindo-se uma análise mais pormenorizada sobre as soluções adoptadas por cada um dos outros dois projectos. Este procedimento resulta de um maior relacionamento com o X-CITTIC e o PRODNET II ao longo da especificação da abordagem proposta nesta tese. Nesse sentido, é importante perceber-se, de uma forma breve, quais os objectivos de cada um dos projectos e qual a estratégia seguida no sentido de alcançar esses objectivos, explicitando algumas das soluções adoptadas para cumprir as metas estabelecidas. Cremos que uma adequada compreensão de cada um dos projectos passará pelo conhecimento da definição de empresa virtual adoptado, o sector industrial com que se relaciona, a infra-estrutura de informação adoptada, saber-se da existência ou não de hierarquia (forma de coordenação adoptada), as fases do ciclo de vida da empresa virtual sob as quais incide, e neste particular, saber-se a estratégia adoptada para a operação da empresa virtual.

### 3.5.1 – National Industrial Information Infrastructure Protocols (NIIP)

O NIIP consortium (*National Industrial Information Infrastructure Protocols*) resulta de uma iniciativa conjunta entre o governo e a indústria dos EUA. Concretamente, o consórcio é formado por fornecedores de referência na área das novas tecnologias de comunicação, utilizadores finais de produtos industriais, académicos e outras organizações que partilham o interesse no desenvolvimento de uma arquitectura para uma infra-estrutura de comunicação que permita a operação de empresas virtuais. O NIIP iniciou-se em 1994 nos EUA e é provavelmente o maior e mais significativo projecto (pode ser visto como um programa) na área das empresas virtuais (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999c). Engloba vários objectivos que de alguma forma se encontram encadeados ou no mínimo relacionados. Genericamente é pretendido o suporte à formação de empresas virtuais, contribuindo também para a resolução da incompatibilidade inerente ao estabelecimento de relacionamentos entre entidades que integram uma empresa virtual, caracterizadas pela utilização de estruturas de dados, processos e ambientes computacionais de natureza diversa. Para tal o projecto contribui com uma arquitectura de referência (prevê a construção de uma infra-estrutura de protocolo de software normalizado, aberto e documentado) que pretende difundir por toda a indústria dos EUA no sentido de criar uma plataforma de suporte normalizada, possibilitando desta forma a comunicação entre entidades heterogéneas e distribuídas. A arquitectura de referência proposta abarca a implementação de empresas virtuais (entenda-se a formação), a operação e a dissolução da empresa virtual. A aposta na normalização de processos é visível na formação da empresa virtual (figura 3.10) (NIIP, 1998).

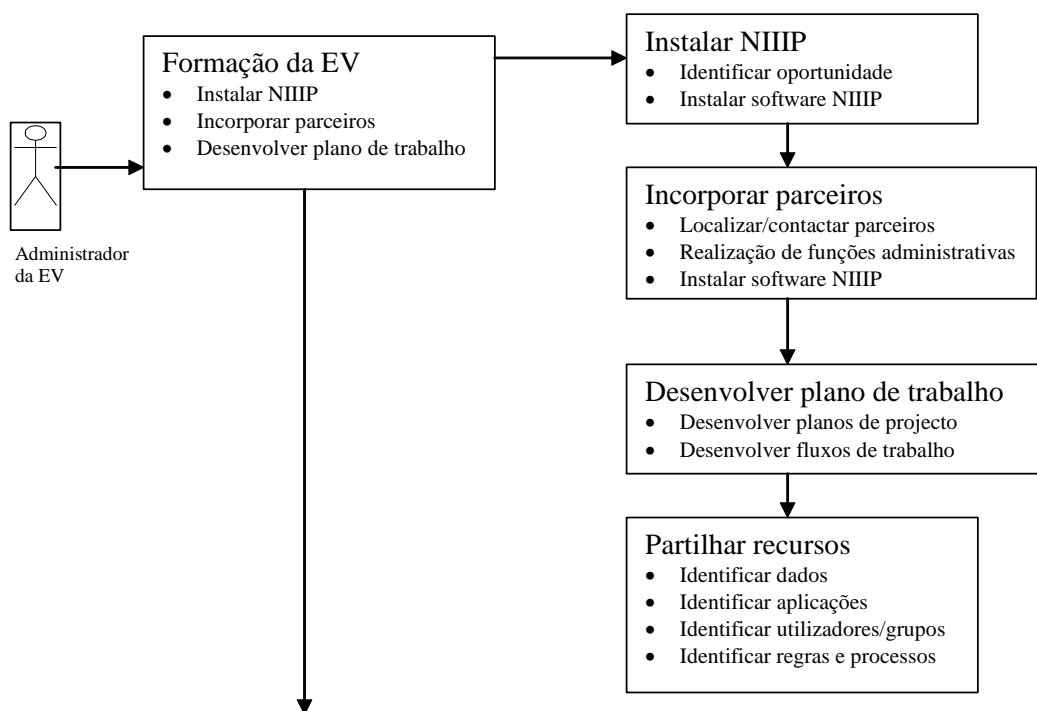


Figura 3.10 – Formação da empresa virtual. Adaptado de NIIP (1998).

Esta tentativa de normalização pretende-se estendida a todo o ciclo de vida da empresa virtual, contribuindo-se desta forma para a propalada e necessária diminuição de tempos de resposta, convergindo com os requisitos inerentes a uma adequada actividade da empresa virtual.

A operação da empresa virtual pretende normalizar os procedimentos inerentes à fase de estabilidade da empresa virtual, ou seja a janela temporal em que a empresa virtual se concentra em satisfazer as necessidades dos clientes sem ter que se preocupar com a sua integridade e robustez estrutural. Esta etapa baseia-se numa postura de resolução de problemas que ocorrem de uma forma espontânea. Envolve a criação de trabalho e a afectação de recursos no sentido de resolver os referidos problemas, seguindo-se a execução de um processo de gestão disciplinado para a produção de resultados (figura 3.11) (NIIP, 1998).

Entre os objectivos estabelecidos para o NIIP encontrava-se a demonstração da exequibilidade do projecto através de projectos-piloto em empresas comerciais e do sector da defesa. Embora o projecto original tenha sido dado como concluído no final de 1999, o desenvolvimento das tecnologias do NIIP encontra-se activamente em outros projectos recentes. Exemplos disso são o projecto NIIP SPARS (*Shipbuilding Partners and Suppliers*) que pretende dotar a comunidade de construção naval com uma infra-estrutura de informação que possibilite o trabalho conjunto e integrado entre construtores de barcos e seus fornecedores de acordo com as premissas de funcionalidade de uma empresa virtual, tal como é vista pelo NIIP (NIIP, URL). Outro exemplo é o projecto NIIP ISEC (*Integrated Shipbuilding Environment Consortium*) que se propõe desenvolver uma infra-estrutura e um conjunto de ferramentas de interoperabilidade, que resultem na integração de sistemas tecnológicos de construção de navios com base nas tecnologias web existentes. Pretende também demonstrar que a utilização dessa infra-estrutura e ferramentas redundará numa redução de custos no processo de construção de navios, quer de índole comercial quer militar (NIIP, URL).

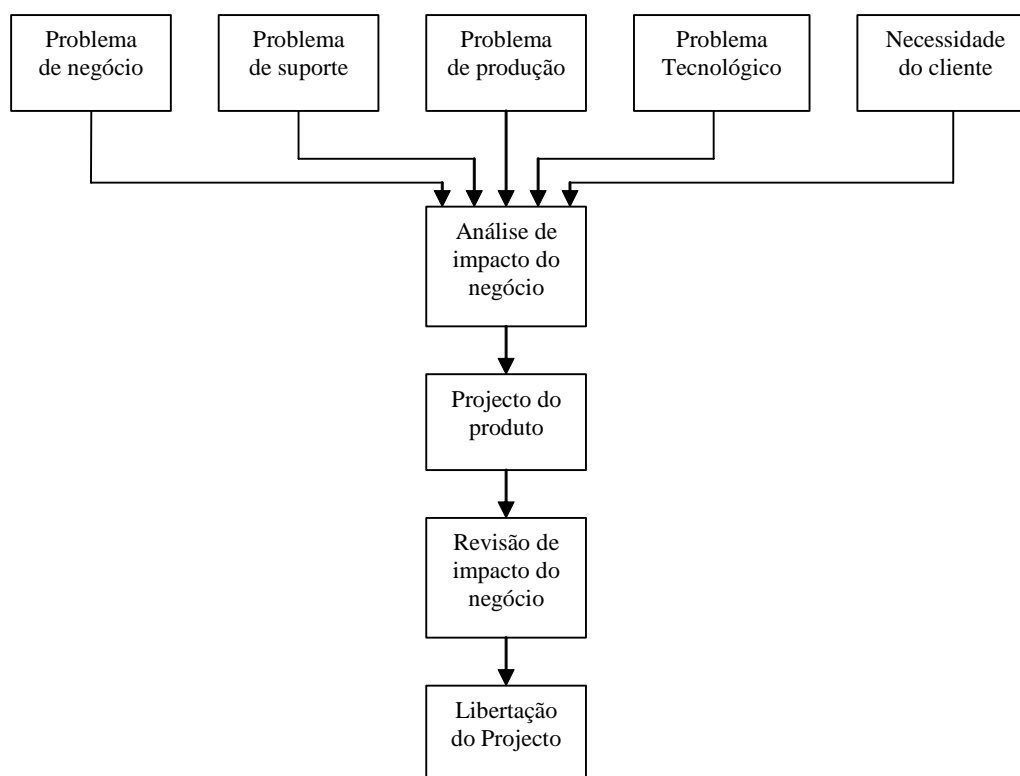


Figura 3.11 – Operação da empresa virtual (estímulos para reacção). Adaptado de NIIP (1998).

Outro projecto em desenvolvimento no âmbito do NIIP, que de certa forma se relaciona com a proposta desta tese, é designado por SMART<sup>13</sup>. Consiste numa infra-estrutura de informação que permita a integração e interoperabilidade entre Sistemas de Execução de Produção (MES - *Manufacturing Execution Systems*) e Sistemas de Informação das empresas ou entre empresas. Este projecto apresenta como aspectos inovativos o projecto de um modelo orientado a objectos configurável e que representa os diversos aspectos de um sistema MES. Utiliza conceitos como arquitectura distribuída, fluxo de trabalho, eventos, agentes inteligentes e tecnologias de gestão de conhecimento no sentido de implementar procedimentos de negócio de produção e estabelecimento de políticas. Uma outra inovação consiste no recurso à utilização de normas (STEP - *Standard for the Exchange of Product Data*) e EXPRESS (ISO 10303) para troca de dados de produtos e (OAGIS - *Open Application Group Interface Specification* e BSR - *Business Service Requests*) para interacção entre sistemas ERP (Gilman *et al.*, 1997; Barry *et al.*, 1998).

O facto de o NIIP apresentar diferentes projectos com objectivos distintos e a sua vincada focalização no mercado americano, não facilita o processo de síntese de algumas características que permitam evidenciar os contributos ou posicionamentos mais salientes de cada uma destas propostas. Nesse sentido o NIIP foi apresentado de uma forma descritiva para passarmos a ideia genérica dos seus objectivos e importância na temática das empresas virtuais. Tal como já havíamos referido, de seguida concentramo-nos nos projectos PRODNET II e X-CITTIC para que posteriormente possamos ver as diferenças entre cada um deles, bem como entre eles e a abordagem por nós proposta. Obviamente, nesse processo dever-se-á sempre considerar os objectivos e foco de incidência de cada um dos projectos.

### 3.5.2 – PRODNET II

Este é um projecto ESPRIT<sup>14</sup> e CNPq<sup>15</sup>, que engloba participantes oriundos da indústria e académicos (CSIN, Miralago, ESTEC e Universidade Nova de Lisboa – Portugal, Universidade de Amesterdão – Holanda, Lichen Informatique – França, CIMIO – Reino Unido, Universidade Federal de Santa Catarina, Fred Jung e Herten – Brasil, ProSTEP – Alemanha)(Camarinha-Matos, 1997; Spinosa *et al.*, 1998b; Camarinha-Matos *et al.*, 1999a).

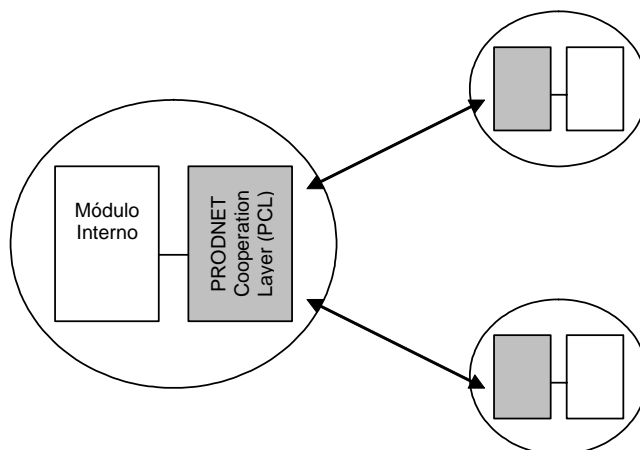


Figura 3.12 – Arquitectura básica PRODNET. Camarinha-Matos e Afsarmanesh (1999a).

<sup>13</sup> Solutions for MES Adaptable Replicable Technology

<sup>14</sup> Projecto 22647

<sup>15</sup> Projecto 680120/96.3

Tentando responder às questões apontadas no segundo parágrafo de 3.5, tidas como adequadas ao auxílio da caracterização de cada um dos projectos, refira-se que o projecto PRODNET II (Planeamento da produção e gestão numa empresa estendida - *Production Planning and Management in an Extended Enterprise*) pretende projectar e desenvolver uma plataforma aberta que suporte o ciclo de vida de empresas virtuais, com ênfase nas necessidades de pequenas e médias empresas. A sua actuação incide no sector metalo-mecânico, nomeadamente na construção de bicicletas, e pretende cobrir todas as fases do ciclo de vida da empresa virtual. Concretamente o projecto identifica as fases de criação, operação, evolução e dissolução. O desenvolvimento inicial da infra-estrutura do PRODNET II é baseado na fase de operação da empresa virtual, tocando marginalmente alguns aspectos relativos às fases de criação e evolução. Nesse sentido, o PRODNET II estabelece uma arquitectura básica de referência na qual leva em linha de conta a existência de sistemas de planeamento e controlo da produção em funcionamento nas empresas, aos quais anexa um módulo que designa por PRODNET *Cooperation Layer* (PCL) (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999b). Desta forma, é referido que na estrutura do PRODNET cada empresa é representada por dois módulos principais: O módulo interno e o PCL (figura 3.12). O módulo interno representa a unidade autónoma de cada empresa, onde se inclui toda a infra-estrutura de informação, nomeadamente o sistema de planeamento e controlo da produção, ferramentas de engenharia, entre outras aplicações a funcionar na empresa. Por vezes este módulo aparece subdividido em dois sub módulos, o que origina que por vezes se faça referência ao facto de cada empresa ser representada por três módulos principais e não por dois (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999a). Esses dois módulos são designadas respectivamente por i) Funcionalidades Avançadas de Coordenação e ii) Planeamento e Controlo da Produção (figura 3.13).

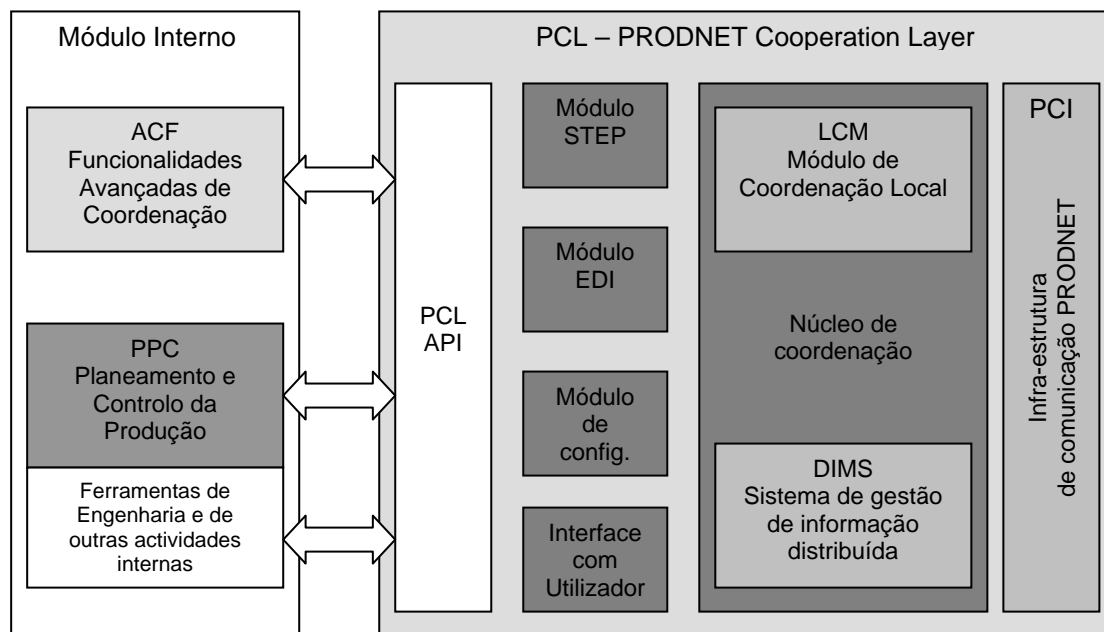


Figura 3.13 – Sub módulos da arquitectura PRODNET. Camarinha-Matos e Afsarmanesh (1999a).

O PCL é o módulo que tem a responsabilidade de realizar a ponte entre a empresa e os restantes participantes na empresa virtual. Para tal socorre-se de um conjunto de funcionalidades internas que globalmente possibilitam a comunicação entre os diversos nós da rede que constituem a empresa virtual, bem como a sustentação de acções de índole coordenativa. A figura 3.13 ilustra a existência desses módulos cujas funções específicas vão desde a modelação e controlo da troca de

informação (DIMS), passando por módulos de formatação de dados (Módulos STEP e EDI), funcionalidades de levantamento das necessidades funcionais e de configuração relativas aos parceiros heterogéneos em função da sua participação na empresa virtual (módulo configuração), interface com o utilizador, funcionalidades de coordenação e selecção de canais relativas às necessidades de comunicação e segurança das mesmas, e ainda um conjunto de protocolos de suporte às interacções entre todos os intervenientes (módulo API).

Evoluindo no sentido de direccionar a análise no sentido das funcionalidades previstas pelo PRODNET no campo do planeamento e controlo da produção, regista-se a posição dos autores ao considerarem que esta é uma das mais importantes aplicações, uma vez que suportará toda a actividade de troca de informações relativa ao inter-relacionamento dos parceiros (Camarinha-Matos *et al.*, 1999b). De acordo com a figura 3.13, toda a troca de informação entre o sistema de planeamento e controlo da produção de uma dada empresa e os restantes membros da empresa virtual realiza-se via PCL. No âmbito deste projecto assume-se que existe a necessidade de realizar acções de reengenharia ou extensões para que o sistema de planeamento e controlo da produção seja utilizável neste novo ambiente distribuído. Nesse sentido foram agregadas ao sistema de planeamento e controlo da produção utilizado pelo PRODNET (ver figura 3.14) as seguintes funcionalidades: (i) suporte para troca de informação de negócio e relativa a produtos baseada em normas; (ii) suporte para uma postura reactiva em função de eventos que ocorram na empresa virtual; (iii) suporte para troca de informação relativa ao progresso da produção e satisfação de ordens; (iv) suporte para manuseamento de ordens imprecisas ou incompletas e (v) suporte para troca de informação e acompanhamento da qualidade.

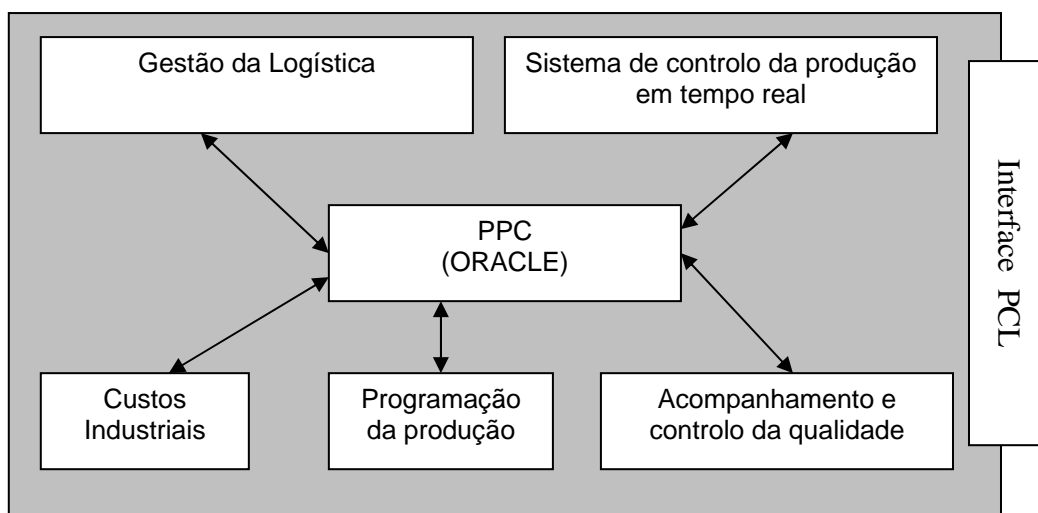


Figura 3.14 – PPC utilizado como base no PRODNET. Camarinha-Matos *et al.*, (1999b).

Em termos operativos, reconhecida a importância que o manuseamento de ordens tem, foi adoptada uma postura que se baseia na existência de dois tipos de ordens: (i) ordens dos clientes e (ii) ordens de produção. As ordens dos clientes são fundamentalmente geridas pelo sistema de planeamento e controlo da produção e pelo módulo PCL. As ordens de produção referem-se aos processos de negócio a realizar de uma forma distribuída em cada um dos parceiros e requerem a existência de um coordenador para supervisionar a sua adequação execução. Esta actividade requer grandes quantidades de troca de informação entre os diversos membros da empresa virtual pelo que a arquitectura PRODNET II prevê a existência de um módulo de gestão de processos de negócio distribuídos que recolhe informação do módulo DIMS.

Em traços gerais, cremos ter conseguido transmitir as soluções propostas pelo PRODNET II no sentido de satisfazer as exigências da operação de uma empresa virtual, nomeadamente em função da heterogeneidade dos seus integrantes e sistemas que lhe são associados. No sentido de possibilitar um encaminhamento do leitor para informação mais pormenorizada sobre os projectos aqui estudados, no final desta secção encontra-se uma tabela com a referência a todos os artigos consultados relativos aos projectos em questão de forma a facilitar um maior envolvimento de quem o desejar.

### 3.5.3 – X-CITTIC

Tal como o PRODNET II, o X-CITTIC é também um projecto ESPRIT<sup>16</sup>. Foi realizado por um consórcio que envolveu três instituições académicas (Imperial College – Reino Unido, Fraunhofer Gesellschaft IPA – Alemanha e INESC – Portugal), três empresas industriais (MITEL Semicondutores – Reino Unido, Temic – Alemanha e Alcatel – Bélgica) e ainda uma empresa que fornece sistemas de informação (Nimble – Bélgica).

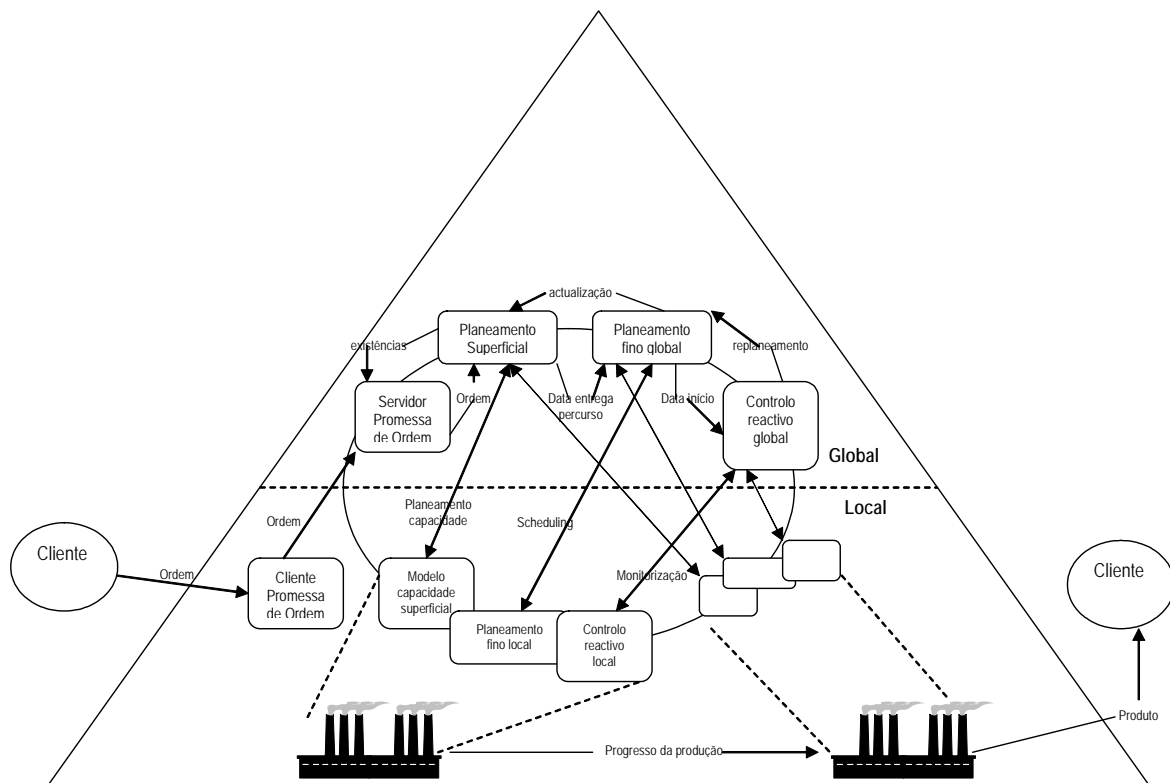


Figura 3.15 – Módulos funcionais do X-CITTIC. Rupp e Ristic (2000).

O objectivo principal deste projecto consiste no desenvolvimento de uma metodologia e de um sistema de planeamento e controlo da produção e da logística associada, a utilizar em redes empresariais complexas. Desde já apresenta um factor diferenciador relativamente aos projectos estudados até aqui, que resulta de apenas se concentrar na fase de operação de uma empresa virtual.

<sup>16</sup> Projecto 20544

O facto de se direccionar para a indústria de fabrico de semi-condutores e em consequência desta se caracterizar por actividades de produção a realizar em diversos pontos geograficamente distantes, faz com que as actividades de planeamento e controlo da produção sejam de difícil realização. Refira-se também que actividades com a especificidade das inerentes ao fabrico de semicondutores não são cobertas de uma forma adequada pelos sistemas de planeamento e controlo da produção existentes (Makatsoris *et al.*, 1996). Nesse sentido, o projecto X-CITTIC pretende focalizar-se nessas dificuldades com o objectivo de produzir uma metodologia e ferramentas que possibilitem uma adequada abordagem ao planeamento e controlo da produção neste ambiente (Azevedo e Sousa, 2000).

A arquitectura do sistema proposto baseia-se em cinco componentes principais, que se identificam na figura 3.15. O módulo Promessa de ordem é essencialmente um módulo de negociação com o cliente e de estabelecimento de percursos de produção em função das capacidades internas e de acordo com as competências técnicas de cada um dos integrantes da estrutura montada. É, consequentemente, o responsável pela realização de interações com os clientes, recebendo e submetendo internamente as ordens destes. Nesse processo determina datas de entrega realísticas perfazendo todo o planeamento da produção. Em todo esse processo o módulo Planeamento superficial tem intervenção fundamental. Este divide as ordens em diversas sub-ordens em função da capacidade e competências das empresas parceiras, via modelos de capacidade superficial de índole local (Figura 3.16).

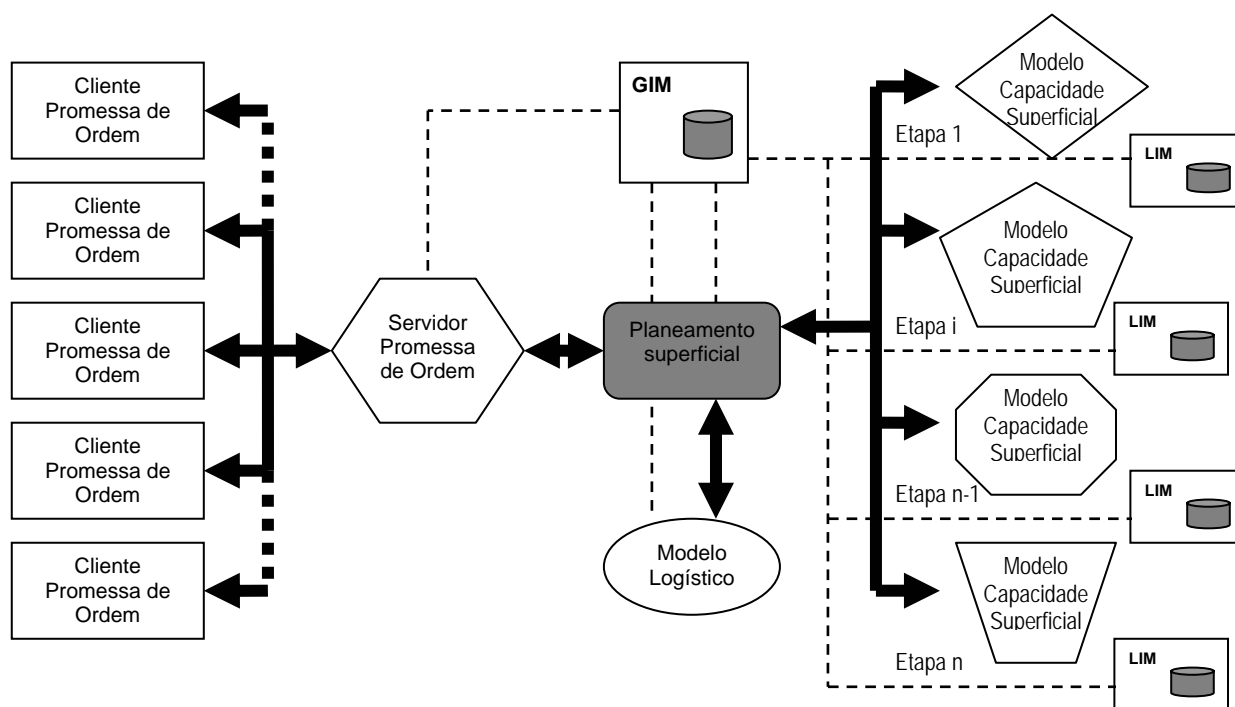


Figura 3.16 – Arquitectura do sistema Promissor de Ordem. Azevedo *et al.*, (2000).

O módulo de Planeamento fino intervém após o processo de negociação realizado no âmbito do módulo promessa de ordem. Uma vez que existem novas encomenda no sistema, este módulo vai actuar no sentido de realizar um processo de pós optimização das encomendas, considerando a estrutura global, gerando planos para cada uma das entidades intervenientes.

O módulo de Monitorização e controlo reactivo pretende assegurar que a produção decorra de acordo com o estipulado. Ou seja, pretende-se assegurar que se cumpra o acordado com o cliente. Como ferramentas para solucionar alguma eventual alteração relativamente ao previsto, este

módulo possibilita: (i) um replaneamento local, ou seja realizam-se pequenas alterações internamente à empresa onde ocorreu o problema, (ii) replaneamento baseado em negociação, ou seja, quando o passo anterior não for suficiente para ultrapassar o problema surge a necessidade de uma nova negociação que poderá passar pela participação do cliente, (iii) replaneamento global, que obviamente obriga à participação de toda a empresa, com uma eventual comunicação ao cliente de uma nova data de entrega e finalmente (iv) o recurso a avisos. Estes são utilizados para informar as empresas participantes sobre potenciais conflitos que venham a ocorrer. É desejável que essa informação se realize o antes possível.

Uma referência para o último módulo, designado por Módulo de gestão de informação. O X-CITTIC assenta a sua funcionalidade num sistema de informação distribuído, configurável e escalável. Baseia-se numa estrutura constituída por dois níveis, um global e outro local, permitindo desta forma a integração de todos os restantes módulos. Realiza também a comunicação com sistemas de informação externos como sejam sistemas ERP ou MES (Zhou *et al.*, 1998).

De seguida apresenta-se uma tabela síntese dos trabalhos consultados nesta breve explanação a estes três projectos de referência.

Tabela 3.1 – Resumo de referências

Projecto	Referências
NIIP	(NIIP, 1994-2000; Gilman <i>et al.</i> , 1997; Barry <i>et al.</i> , 1998; NIIP, 1998; NIIP, URL)}.
PRODNET II	(Afsarmanesh e Camarinha-Matos, 1997; Camarinha-Matos <i>et al.</i> , 1997; Camarinha-Matos, 1997; Afsarmanesh <i>et al.</i> , 1998; Camarinha-Matos <i>et al.</i> , 1998; Spinoso <i>et al.</i> , 1998b; Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999a; Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999b; Camarinha-Matos <i>et al.</i> , 1999a; Camarinha-Matos <i>et al.</i> , 1999b; Camarinha-Matos e Pantoja-Lima, 2001; Camarinha-Matos, 2001)}.
X-CITTIC	(Dudenhausen <i>et al.</i> , 1997; Leach <i>et al.</i> , 1997; Azevedo <i>et al.</i> , 1998; Zhou <i>et al.</i> , 1998; Azevedo e Sousa, 2000; Rupp e Ristic, 2000; Soares <i>et al.</i> , 2000; Teixeira <i>et al.</i> , URL; Zhou e Besant, URL)}.

# Capítulo 4

## 4 – EV baseada em Sistemas Produtivos Autónomos

### 4.1 – Introdução

---

Iniciamos a escrita deste *capítulo 2* com uma pequena chamada de atenção relativamente a aspectos estruturais desta tese. O assunto principal desta tese centra-se na especificação de um sistema de planeamento e controlo da produção para empresas virtuais formadas com base em unidades inovadoras. A especificação do referido sistema realiza-se recorrendo-se à metodologia IDEF0. Aparentemente, os esclarecimentos pertinentes relativos à sua funcionalidade, conducentes ao auxílio na leitura dos esquemas apresentados, bem como a justificação da utilização da metodologia, deveriam ser realizados no *capítulo 5*. No entanto, ao longo deste *capítulo 2* vai-se recorrer a esquemas baseados na metodologia IDEF0 para explicar algumas funcionalidades inerentes ao processo de transformação da organização estrutural de uma empresa tradicional numa estrutura baseada em sistemas produtivos autónomos. Desta forma decidimo-nos por realizar a tarefa de justificação da utilização da metodologia e explicação da sua funcionalidade na primeira parte deste capítulo, seguindo depois para o tema concreto, atribuído a este *capítulo 2*.

No *capítulo 1* enumerámos as directrizes que norteavam a investigação subjacente a esta tese. Um dos objectivos apresentados passava pela introdução de um conceito original que consistia na reorganização interna das empresas tradicionais, conducente a agilizar a sua participação em empresas virtuais e que paralelamente permite otimizar o funcionamento interno da empresa. Nesse sentido é proposta a reorganização interna das empresas tradicionais com base numa nova unidade elementar designada por Sistema Produtivo Autónomo (SPA)(Carvalho *et al.*, 2002). Antes de avançarmos no tema, tentando orientar o raciocínio no sentido de discernir a necessidade deste novo conceito, realizar-se-á uma breve resenha acerca da evolução organizativa das empresas tradicionais, motivações, causas e consequências dessas reorganizações, que terminará com a presente proposta de reorganização com base no SPA. Relativamente a esta nova proposta organizativa, apresentar-se-á o conceito, a forma de geração bem como as vantagens que lhe são atribuídos em termos de organização interna à empresa. De seguida far-se-á a ponte com as empresas virtuais e serão apontadas potenciais vantagens das empresas organizadas desta forma quando pretendem integrar empresas virtuais

### 4.2 – A Metodologia IDEF0

---

Uma vez que todo o esquema conceptual do sistema apresentado nesta tese foi realizado com base na metodologia IDEF0, pretende-se nesta breve secção explicar as motivações que levaram à utilização desta metodologia. Para além disso, são fornecidos elementos sobre as regras que regulam o uso desta ferramenta e metodologia de leitura de um esquema IDEF0.

---

#### 4.2.1 – História e objectivos

A *Integration Definition for Function Modeling* (IDEF) é uma família integrada de métodos de modelação com aplicabilidade em vários cenários, indo desde a área da governação, passando pelo sector industrial até à área comercial (Browne, 1996; Waltman e Presley, URL). Em Dezembro de 1993 o *Computer Systems Laboratory* do *National Institute of Standards and Technology* (NIST) normalizou a metodologia IDEF0 através da publicação nº 183 do *Federal Information Processing Standards Publications* (FIPS PUBS). A técnica IDEF0 emergiu da técnica SADT (*Structured Analysis Design Technique*) e tem uma grande utilização nos dias que correm (Chiles e McMackin, 1996; Feldmann e Tieso, 1998);

Os objectivos primários desta norma são (FIPS-PUBS, 1993):

1. Documentar e clarificar a técnica de modelação IDEF0 e especificar a sua correcta utilização;
2. Providenciar meios para uma modelação completa e consistente das funções de um sistema ou área de estudo, bem como definir os dados e objectos que relacionam essas funções;
3. Providenciar uma linguagem de modelação que seja independente dos métodos ou ferramentas a utilizar;
4. Providenciar uma linguagem de modelação com as seguintes características:
  - a) Genérica (permite analisar sistemas e áreas temáticas de grande variedade, objectivo e complexidade);
  - b) Rigorosa e precisa (permite produzir modelos correctos e utilizáveis);
  - c) Conceptual (Para representação de requisitos funcionais independentemente da sua implementação física ou organizacional);
  - d) Flexível (uma vez que permite suportar diversas fases do ciclo de vida de um projecto).

---

#### 4.2.2 – Sintaxe e semântica

Existem cinco elementos dentro do esquema funcional IDEF0 (figura 4.1).

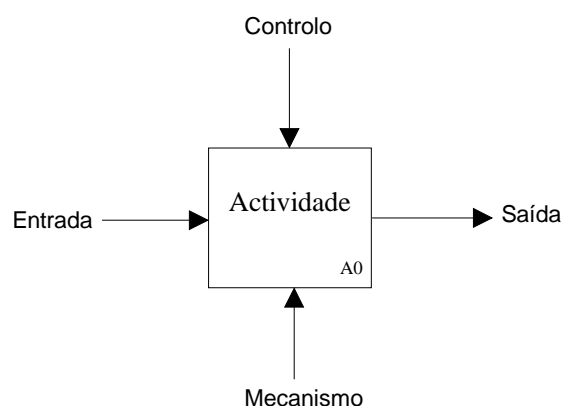


Figura 4.1 – Nomenclatura da técnica IDEF0.

São eles a actividade (designada também por função, acção, processo ou operação), representada por caixas; entradas, que são representadas por setas que flúem para o lado esquerdo da caixa que

representa a actividade; as saídas, que são representadas por setas que saem pelo lado direito da actividade; as setas que entram na parte de cima da actividade representam controlos, cuja função é a de controlar ou limitar o funcionamento da acção; finalmente as setas que flúem para a parte inferior da actividade são designadas por mecanismos e que podem ser vistos como elementos que permitem que a actividade se desenvolva (Chidambaram *et al.*, 1999)

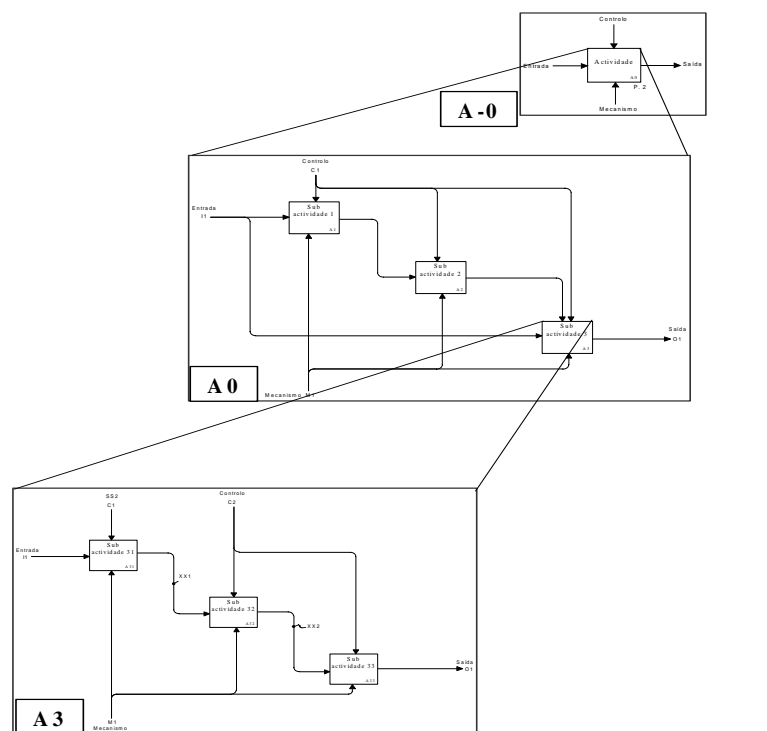


Figura 4.2 – Decomposição da técnica IDEF0

Esta técnica baseia-se numa decomposição hierárquica, partindo do geral até ao específico (Browne *et al.*, 1996). Uma qualquer actividade pode ser decomposta em sub actividades e essas sub actividades resultantes podem também ser subdivididas. Este procedimento mantém-se até ao nível de detalhe pretendido ou razoável. O diagrama de nível hierárquico mais elevado é denominado diagrama de contexto ou diagrama A-0 e representa-se por uma única caixa onde se resumem todas as funções. O diagrama A0 representa a primeira decomposição do sistema. Para além do diagrama A-0, todos os restantes devem ter entre 3 a 6 actividades numeradas. Esta limitação deve-se ao seguinte: Se uma actividade é dividida em mais de seis sub-actividades, então está excessivamente pormenorizada neste nível tornando a sua visualização incompreensível. Por este motivo deve-se considerar outro nível hierarquicamente inferior onde se reunirão algumas das actividades presentes. Se pelo contrário existirem menos de três sub-actividades, então com certeza que se estão a representar poucos detalhes, motivo pelo qual se deve reunir essas actividades apenas numa hierarquicamente superior.

A localização das caixas num determinado diagrama bem como as setas que as interligam, não implicam uma sequência temporal. Iterações, retorno de informação e processos contínuos podem ser representados por setas. A saída de uma determinada actividade pode ser utilizada numa actividade que a precede no esquema com o papel de activar.

Na figura 4.2 mostra-se um modelo hipotético onde se podem ver os diagramas A-0, A0 e A3. Por exemplo se em A0 existirem três actividades, estas serão designadas por A1, A2 e A3. Todas as sub

actividades de A3 devem seguir a designação A3x (com x a variar entre 1 e 6). Na situação da figura será A31, A32 e A33.

O exemplo da figura 4.2, que se pretendeu o mais simples possível por propósitos introdutórios, inclui já alguns detalhes que se considera importante explicar. Para se conseguir perceber de uma forma adequada um diagrama realizado em IDEF0 é necessária uma maior atenção às setas que realizam a interligação entre actividades. As setas podem por exemplo fornecer dados a mais que uma actividade (circunferências cinza na figura 4.3).

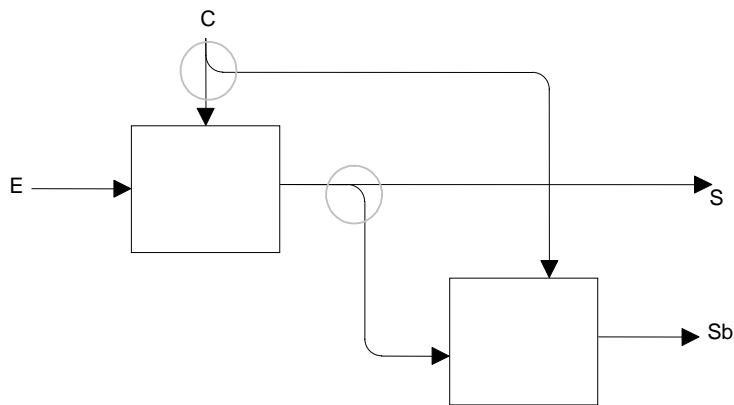


Figura 4.3 – Ramificação de setas.

Por outro lado, diferentes setas também se podem unir numa só, significando neste caso que diferentes actividades podem produzir saídas do mesmo tipo (circulo cinza na figura 4.4).

Até ao momento apenas se tinha falado em setas (independentemente do tipo) únicas. Há no entanto que fazer uma menção à possibilidade (comum) de entradas, saídas, controlos e mecanismos múltiplos.

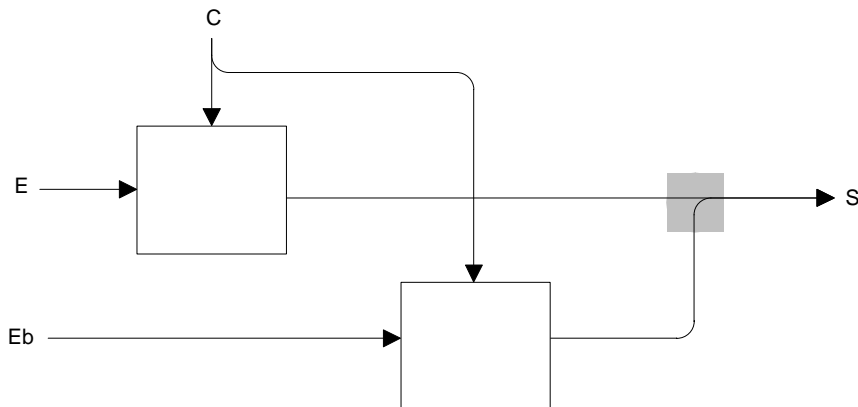


Figura 4.4 – Junção de setas.

Na figura 4.5 é possível ver-se a repercussão de entradas, saídas, controlos e mecanismos múltiplos de um diagrama A-0 no diagrama imediato hierarquicamente inferior. Na imagem apresenta-se um exemplo hipotético onde é possível vislumbrar-se a utilização de junções e ramificações de setas, bem como setas que saindo de uma actividade são utilizadas como controlo noutra actividade (linha cinza clara designada por AA). É possível também ver-se uma seta que saindo de uma actividade é utilizada como entrada noutra actividade (linha cinza clara designada por BB). O facto de a linha AA fazer o percurso por cima e a linha BB por baixo é fruto do seguimento da norma.

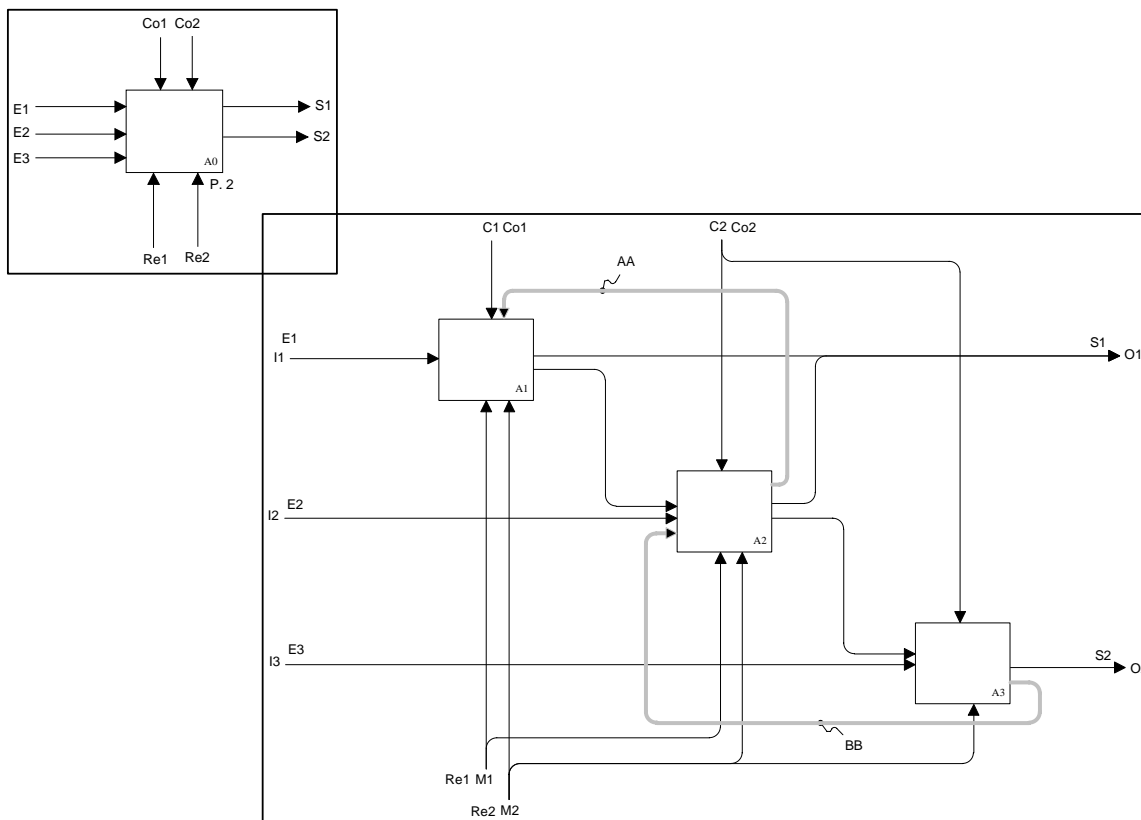


Figura 4.5 – Entradas, Saídas, Controlos e Mecanismos múltiplos.

Na especificação completa de um determinado sistema, a metodologia IDEF recorre a três elementos que lhe conferem consistência, sistematização e coerência. Concretamente trata-se dos esquemas ou diagramas IDEF0, o texto explicativo e um glossário. Os diagramas são realizados com base no exposto nos parágrafos anteriores. O texto associado aos diagramas pretende apresentar uma explicação resumida do diagrama, dando relevo a determinadas características fundamentais deste. O glossário é utilizado para definir determinados rótulos associados a setas e permitir desta forma uma interpretação correcta do diagrama.

#### 4.2.3 – Justificação da utilização da metodologia IDEF0

A utilização desta norma é fortemente recomendada em projectos que requeiram uma técnica de modelação para análise, desenvolvimento, reengenharia ou integração de sistemas de informação. Aconselha-se também a sua utilização quando se incorporam técnicas de modelação de sistemas ou empresas em análise de processos de negócio ou metodologias de engenharia de software. Uma vez que nesta tese (*ver capítulo 5*) se realiza a especificação de um sistema de planeamento e controlo da produção (PPC) para operar num ambiente distribuído, considerando também os objectivos da metodologia IDEF0, e o facto de existirem na Universidade do Minho vários grupos de trabalho a investigarem o tema das empresas virtuais, considera-se estarem reunidas as condições indicadas para a utilização desta ferramenta. Acrescenta-se ainda como factor de incentivo ao seu uso as características da linguagem IDEF0 definidas na sua norma (FIPS-PUBS, 1993):

- É compreensiva e expressiva, capaz de representar graficamente uma grande variedade de negócios, produção e outros tipos de operações de empresas em qualquer nível de detalhe.
- É coerente e simples, fornecendo expressões rigorosas e precisas e promovendo consistência no uso e interpretação.
- Melhora a comunicação entre analistas de sistemas, programadores e utilizadores.
- Está suficientemente provada e testada através de uma utilização de vários anos da Força Área dos EUA e pela indústria privada.
- Pode ser gerada por uma grande variedade de ferramentas de software existentes no mercado.

Mais pormenores referentes a esta técnica poderão ser encontrados no excelente livro *The Practical Guide to Business Process Reengineering Using Idef0* (Feldmann e Tieso, 1998) e no texto da *Federal-Information-Processing-Standards-Publications* (FIPS-PUBS, 1993).

### 4.3 – Evoluções nas estruturas organizativas

A estrutura organizativa de uma empresa consiste no conjunto de relações que une todos os recursos de uma empresa (Freire, 1997). As alterações sócio-económicas e tecnológicas modificaram profundamente as regras de mercado e de convivência entre empresas, obrigando que ao longo dos últimos anos a organização estrutural dos sistemas produtivos se tenha deslocado da postura original, fortemente hierarquizada, para o domínio das empresas virtuais (Wiendahl e Helms, 1997; Luczak e Schiegg, 2001). Sumariamente, a figura 4.6 ilustra as diferentes etapas organizativas que ocorreram nos sistemas produtivos ao longo dos anos. Nesse percurso houve necessidade de ajustar estratégias. Esses ajustamentos condicionaram e motivaram alterações organizativas nas empresas ou sistemas produtivos (Baranger *et al.*, 1993b) (figura 4.7).

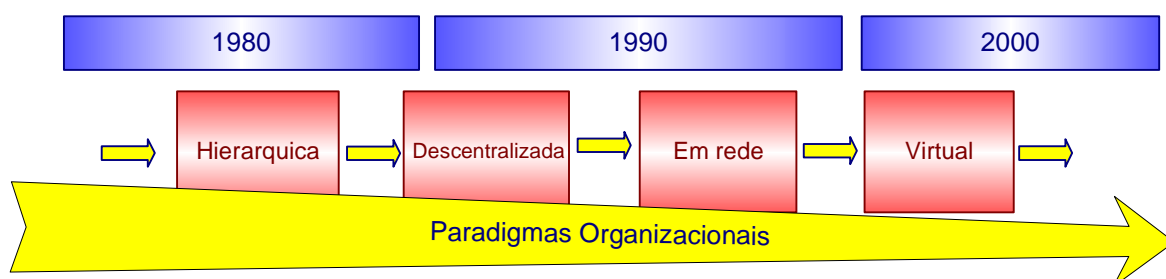


Figura 4.6 – Etapas organizativas dos sistemas produtivos. Adaptado de Luczak e Schiegg (2001)

Tradicionalmente, os sistemas produtivos organizam-se de forma a agregarem dentro das suas fronteiras todas as funções consideradas necessárias para fornecerem os produtos ou serviços que sustentam a sua existência. Desta forma existe um controlo centralizado sob todas as actividades realizadas, sendo conseqüentemente possível realizar acções de ajustamento ou combate a ineficiências identificadas dentro das suas fronteiras físicas. A reorganização interna de acordo com as necessidades da produção em função da procura, a deslocação de trabalhadores de um posto de

trabalho para outro ou o ultrapassar de pontos críticos de sucesso produtivo recorrendo à aquisição de novos equipamentos, são exemplos das acções a realizar nesse sentido. Este conjunto de procedimentos permite a realização de acções de controlo incisivo em tempo real, em função da estratégia definida ao nível da gestão de topo.

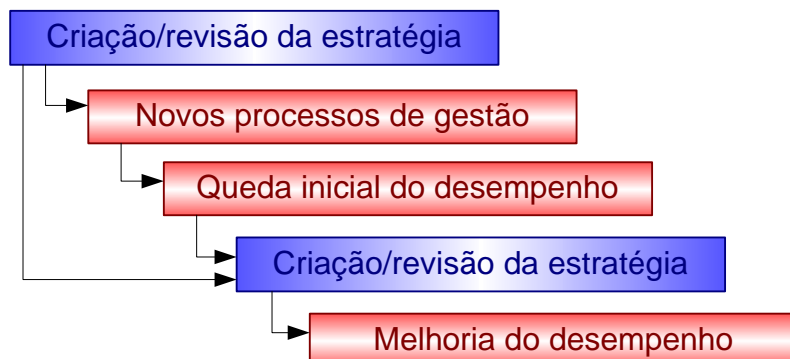


Figura 4.7 – Relação estratégia – estrutura. Adaptado de Freire (1997)

Os sistemas produtivos sustentados em estruturas organizativas ditas tradicionais são vocacionados para economias de escala, sustentando-se numa lógica de redução de custos. A metodologia de gestão associada a estes sistemas produtivos é fortemente centralizada, onde as decisões da gestão de topo fluem verticalmente, de uma forma hierárquica e rígida. As influências das tendências do mercado não se fazem sentir internamente. Uma das características mais salientes destas estruturas organizativas é a sua departamentalização. No fundo esta característica evidencia o agrupamento das actividades e recursos em unidades organizacionais, de acordo com um critério específico de homogeneidade. As formas mais representativas deste tipo de unidades baseiam-se numa classificação em estrutura simples, funcional ou divisional (Freire, 1997). Estas podem ser ainda reorganizadas de acordo com o produto, a função desempenhada, o cliente, o processo ou período de actividade. Independentemente da estrutura adoptada e das vantagens e desvantagens apontadas a cada uma das possibilidades organizativas referidas, o conceito hierárquico encontra-se invariavelmente presente.

A forma como os sistemas produtivos se relacionam entre si é um processo que se altera continuamente em função da necessidade de responder às crescentes dificuldades que estes sentem para manter a sua competitividade e conseqüentemente a sua existência (*ver capítulo 2*). Nesse sentido, houve por parte dos sistemas produtivos, o sentir da necessidade de realizar mudanças na sua postura, direccionando-os no sentido de ultrapassarem as suas fronteiras internas. Esta postura permitiu-lhes sobreviver num ambiente super-competitivo, caracterizado pela dispersão geográfica das operações, mas trouxe-lhes a dificuldade adicional de se orientarem para o exterior das suas fronteiras físicas. A adopção de estruturas organizativas avançadas, designadamente em forma de unidades estratégicas de negócios, estrutura matricial ou ainda estrutura em rede (Freire, 1997), permitiu-lhes fazer a ponte entre a estrutura organizacional tradicional e a estrutura organizacional orientada para a nova economia.

Com o objectivo de ir de encontro aos requisitos impostos pela nova economia digital tornou-se necessário repensar a estratégia a adoptar e os paradigmas de controlo da produção associados. O atingir destes objectivos provoca necessariamente alterações ao nível da estrutura organizativa dos sistemas produtivos (Preiss, 1997). Muitas empresas compreenderam a necessidade da existência de novas estruturas organizacionais que lhes permitissem gerir mais eficientemente a crescente complexidade da cadeia de valor. Na persecução desse objectivo, emergiram inúmeras soluções organizativas e de controlo funcional em função das estratégias concebidas, contemplando

necessariamente os progressos tecnológicos. Como exemplos podem ser apontados os conceitos de “abordagem de cadeia de valor”, “processo de negócio”, “abordagem *bionica* de produção”, “fábrica modular”, “produção ágil”, “fábrica *fractal*” e “organização virtual” (Mertins e Krause, 1997), “sistema *holónico* de produção” (Valckenaers *et al.*, 1997) e Sistema de produção distribuído (Sluga *et al.*, 1998). Dos exemplos que apontámos atrás, alguns têm maior representatividade junto da comunidade científica. No âmbito deste capítulo, interessa-nos fazer uma pequena cobertura das metodologias mais representativas no que concerne à reorganização estrutural dos sistemas produtivos tradicionais. Nesse sentido e uma vez que a organização virtual já foi alvo de estudo no *capítulo 2*, de seguida realiza-se uma pequena reflexão sobre três tipos de abordagens com algum sucesso no processo de convergência com os requisitos desta nova economia. Em comum apresentam a preocupação ao nível da autonomia e cooperação entre as unidades elementares que os constituem, bem como o facto de todas as abordagens serem de índole distribuída. A maior distinção que se pode fazer deles é a sua origem. O sistema *fractal* de produção tem origem na matemática, o sistema *biónico* de produção tem origem na biologia ou natureza e o sistema *holónico* de produção é inferido das teorias filosóficas da evolução de sistemas complexos.

---

#### 4.3.1 – Sistema Biónico de Produção

Um sistema biológico é caracterizado por várias especificidades, destacando-se o seu comportamento autónomo e espontâneo, bem como uma postura socialmente harmoniosa em toda a sua hierarquia de relacionamentos. A célula é o seu elemento básico estrutural. As células são similares sendo no entanto diferenciadas pela sua função. Na realização da sua função as células conseguem realizar múltiplas operações. As células agem como blocos perfazendo os diferentes patamares hierárquicos nos organismos. Atente-se no exemplo do corpo humano. Conjuntos de células funcionalmente similares e com perfis idênticos formam tecidos. Por sua vez, conjuntos de tecidos agrupam-se para formar órgãos que darão origem a sistemas. O conjunto dos vários sistemas forma o corpo humano.

A estabilidade do ambiente químico interno dos organismos vivos é conseguida regulando-se a taxa das suas reacções metabólicas. Dentro duma célula este processo realiza-se com base nas enzimas que a própria célula produz. Estas enzimas agem como catalizadores para acelerar ou restringir as reacções. Um segundo nível de regulação consegue-se recorrendo às hormonas segregadas pelas células. Estas hormonas são utilizadas em acções fisiológicas específicas noutras zonas do corpo. A sua movimentação é realizada através de fluidos corporais.

As especificidades apontadas para os sistemas biológicos são transpostas para os sistemas *biónicos* de produção. Desta forma, os sistemas *biónicos* de produção baseiam a sua estrutura e funcionalidade nas existentes nos sistemas biológicos. Nesse sentido, é assumido que os sistemas produtivos se podem formar com base em entidades autónomas, cooperativas, abertas e adaptativas.

Nos sistemas *biónicos* de produção, a célula biológica é modelada pelo conceito de *modelon*. Este é o conceito primário da produção *biónica*. Um *modelon* é uma *hieraquia* composta por *modelons* de nível inferior, operadores e uma memória de trabalho para troca de informação entre *modelons*.

Cada *modelon* tem um conjunto de propriedades e comportamentos que podem combinar com as de outros *modelons* dando origem a terceiras entidades que também podem ser designadas elas próprias por *modelons*. As enzimas biológicas são representadas por entidades designadas por coordenadores cuja responsabilidade é a de controlar e regular o sistema. Em função das

necessidades sentidas no ambiente envolvente, os coordenadores agem de forma a organizar e relacionar os *modelons* no sentido de melhor adaptarem o todo às necessidades (Sousa *et al.*, 1999).

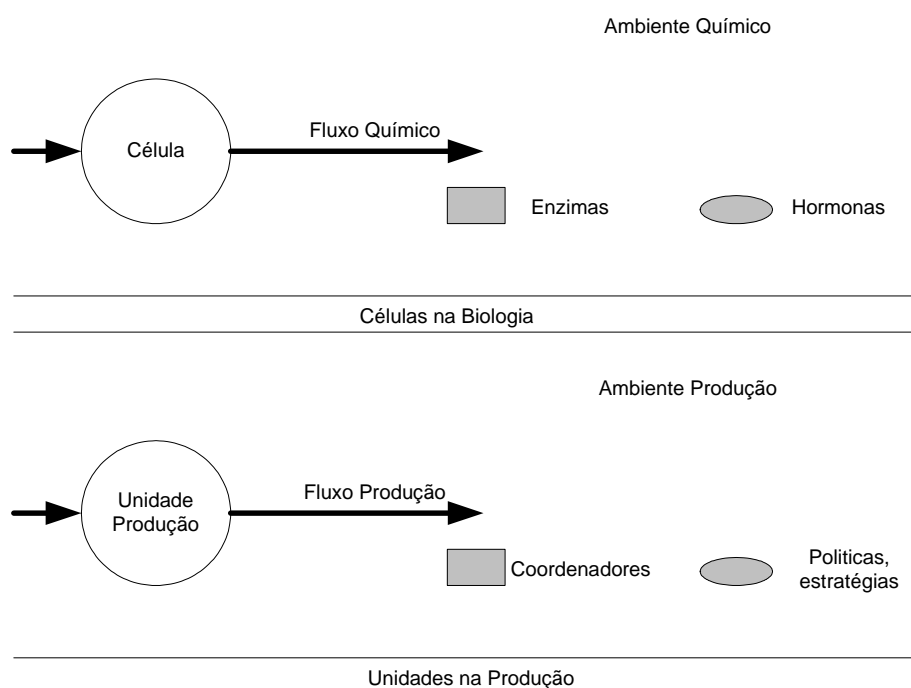


Figura 4.8 – Sistema Biológico e Produção *Biónica*. Adaptado de de Tharumarajah et al (1996)

A similitude de papéis entre as enzimas e os coordenadores está patente na figura 4.8 que pretende realizar a analogia entre células num sistema biológico e unidades na produção.

#### 4.3.2 – Sistema Fractal de Produção

Um *fractal* é uma entidade independente e actuante cujo objectivo e desempenho podem ser definidos de uma forma precisa (Ryu e Jung, 2003). O paradigma de fábrica *fractal* foi apresentado primeiramente por (Warnecke, 1993) e baseia-se no conceito matemático de *fractal* e na teoria do caos (Leitão e Restivo, 2000). Uma fábrica poderia então ser constituída com base em pequenas unidades (*fractal*) que teriam a capacidade de reagir e se adaptar rapidamente a alterações no ambiente produtivo envolvente (Tharumarajah *et al.*, 1996). A definição apresentada é de orientação teórica não sendo passível de se utilizar na prática (Ryu e Jung, 2003). Desta forma é comum realizarem-se alterações adaptativas que adequam a utilização do *fractal*, nomeadamente a contemplação de teoria de agentes tão em voga actualmente no que concerne aos sistemas de produção. Assim um *fractal* é um conjunto de agentes cujo objectivo pode ser alcançado através da cooperação, coordenação e negociação com outros agentes, podendo sofrer reconfigurações.

Tabela 4.1 – Características associadas ao fractal

	Auto organização	Auto similaridade	Auto optimização	Orientação ao objectivo	Dinâmica e vitalidade
(Leitão e Restivo, 2000)	X	X	X		
(Tharumarajah <i>et al.</i> , 1996)	X	X	X		X
(Ryu e Jung, 2003)	X	X	X	X	X
(Ryu <i>et al.</i> , 2001)	X	X	X	X	X
(Ryu <i>et al.</i> , 2002)	X	X	X	X	X

As características chave associadas ao *fractal* são apontadas de uma forma mais ou menos consensual na bibliografia (ver tabela 4.1). Adicionalmente às características referidas é necessário que a fábrica *fractal* funcione como um todo. Os *fractais* são estruturados de baixo para cima, construído *fractais* de ordem superior. Este facto força a existência de distribuição de tarefas uma vez que os *fractais* de ordem superior só executam aquelas tarefas que não podem ser realizadas em *fractais* inferiores.

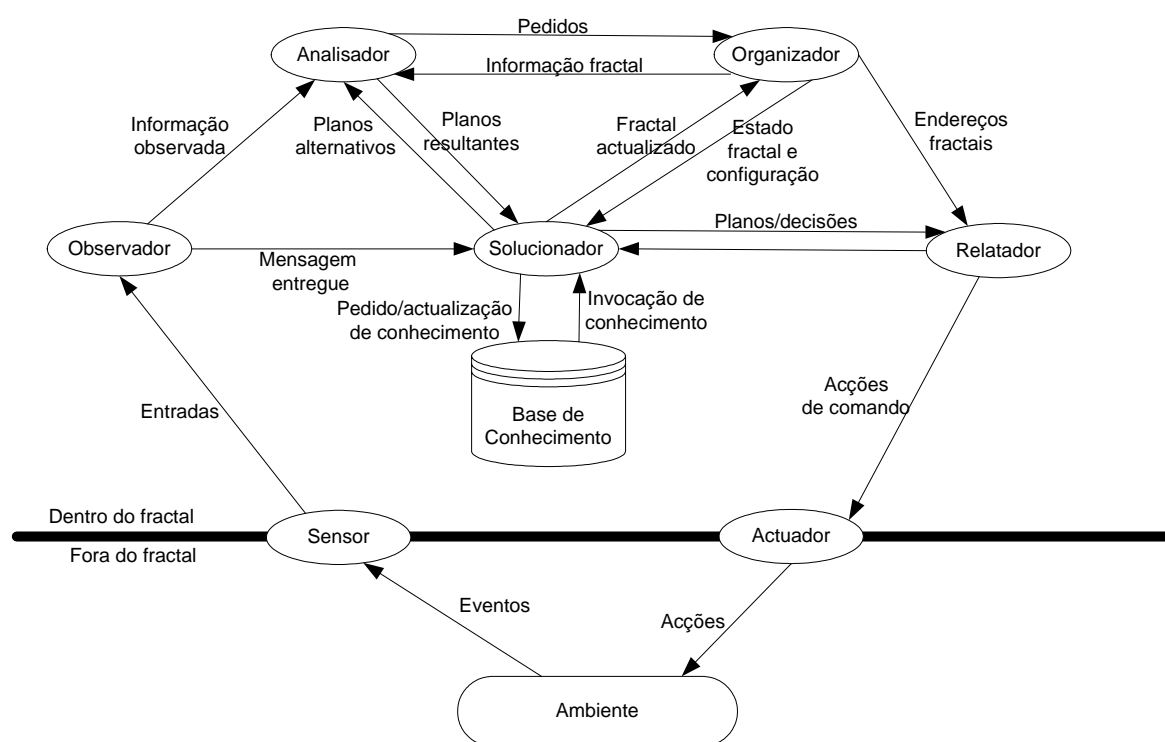


Figura 4.9 – Arquitectura *fractal* e relacionamentos entre módulos. Adaptado de Ryu *et al.*,(2001)

O conceito de sistema *fractal* de produção resulta do conceito de fábrica *fractal*. “O modelo organizacional dos *fractais* representa uma estrutura hierárquica construída a partir dos elementos de uma unidade *fractal* básica, e essa unidade incorpora um conjunto de atributos pertinentes que podem representar completamente qualquer nível na hierarquia” (Ryu e Jung, 2003). Isto significa que a utilização do conceito de *fractal* pode representar tanto o próprio sistema produtivo como um todo, como uma pequena unidade elementar como seja uma máquina. A arquitectura da unidade *fractal* básica é constituída por cinco módulos funcionais que mediante cooperação e coordenação entre eles realizam as operações inerentes ao sistema *fractal* de produção (figura 4.9).

#### 4.3.3 – Sistema Holónico de Produção

Arthur Koestler dedica-se à natureza dos sistemas complexos, como por exemplo o cérebro humano, a sociedade e os seres vivos. Nessa actividade observa que todos os sistemas complexos se organizam de uma forma hierárquica (Wyens, 1999). Koestler, genericamente, concentra-se no estudo dos aspectos estruturais e comportamentais dos sistemas complexos, focalizando-se nos

componentes e suas relações. Os seus estudos assentam nas propriedades estáticas dos sistemas uma vez que não têm em conta o estado anterior e futuro do sistema. Os sistemas complexos, como os organismos biológicos ou sociedades, são sempre estruturados como uma hierarquia multi-nível de subsistemas estáveis, que se subdividem noutros subsistemas hierarquicamente inferiores (Hopf, URL). Nos seus aspectos estruturais estes não representam a agregação de partes elementares e nos aspectos funcionais não representam uma cadeia comportamental de unidades elementares. A hierarquia é baseada nos requisitos funcionais ou comportamentais e não na estrutura física (McFarlane, 1995).

No decorrer das suas acções de estudo de hierarquias e formas intermédias dos organismos vivos e das organizações sociais, Koestler verificou que o todo e a parte, num sentido absoluto, não existem (Hopf, URL). Com base nestas observações, Koestler, criou a palavra “*holon*” (Presley e Liles, 2001) no intuito de designar subsistemas que são simultaneamente o todo e a parte (Ferreira *et al.*, 1997).

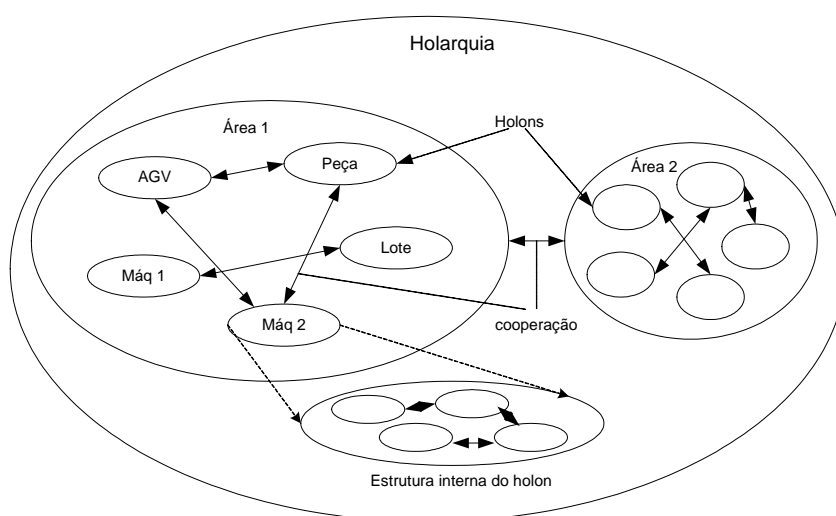


Figura 4.10 – Holarquia. Adaptado de Tharumarajah et al (1996)

Os sistemas *holónicos* combinam o conceito natural dos sistemas hierárquicos e a integração dos elementos autónomos dos sistemas distribuídos. A arquitectura dos sistemas *holónicos* é realizada com base em relacionamentos do todo com a parte. Basicamente, um sistema *holónico* é uma organização dinâmica e hierarquizada de agentes autónomos e cooperativos. O termo *holarquia* refere-se a uma organização hierárquica de *holons*. *Holarquias* são caracterizadas pela sua abertura uma vez que o *holon* é constituído por outros *holons* e faz simultaneamente parte de um *holon* maior (Valckenaers e Brussel, URL) (figura 4.10).

Cada *holon* encerra em si duas tendências diametralmente opostas. Por um lado encontra-se a tendência integrativa em função de a parte pertencer ao todo. Por outro lado a parte tende a conservar a sua autonomia individual (Ferreira *et al.*, 1997). Em grande parte, a receptividade que os sistemas *holónicos* de produção obtiveram junto da comunidade científica sustenta-se na capacidade de permitirem a construção de sistemas complexos não se intimidando com essa complexidade inerente, tirando partido dela no sentido de optimizarem a utilização de recursos e permitirem uma adequada adaptabilidade às alterações do ambiente que os rodeia. Estas potencialidades baseiam-se em duas características fundamentais dos *holons* (Hopf, URL): (1) autonomia e (2) cooperação.

O conceito de sistema *holónico* de produção é uma *holarquia* que pretende abranger todas as actividades que tem que ser realizadas no âmbito de um processo produtivo. Estes sistemas pretendem trazer para o ambiente dos sistemas de produção, teorias de base filosófica. Em consequência, uma vez que os filósofos para lá de observarem os fenómenos também os tentam explicar, espera-se que os sistemas *holónicos* de produção se baseiem em sólidos fundamentos teóricos. Como exemplos de *holon* de produção consideram-se as ferramentas, máquinas, transportadores, peças de trabalho, operações de máquinas entre outros (Sousa e Ramos, 1998). A introdução deste conceito pretende ser mais uma resposta às necessidades recorrentes da alteração no ambiente produtivo como consequência da designada economia digital. A adaptação do conceito de *holon* para o de sistema *holónico* de produção foi levada a cabo pelo consórcio HMS (*Holonic Manufacturing System*) que desenvolveu um glossário no sentido de tornar consistente a utilização desta filosofia na produção (Tharumarajah *et al.*, 1996; Monostori *et al.*, 1998): Holon é um bloco construtivo autónomo e cooperativo de um sistema de produção, cuja função pode ser a de transformar, transportar, armazenar ou validar informação e/ou objectos físicos; Autonomia é a capacidade de uma entidade criar e controlar a execução dos seus próprios planos ou estratégias; Cooperação, que consiste num processo de desenvolvimento e execução de planos mutuamente aceites e executados pelo conjunto de entidades envolvidas; Holarquia, é um sistema de *holons* que cooperam no sentido de alcançar um objectivo. Esta *holarquia* tem capacidade para limitar a autonomia dos *holons*; Sistema holónico de produção, agora defino com maior formalismo, é uma *holarquia* que integra uma gama completa de actividades de produção no sentido de realizar um sistema produtivo ágil; Atributos holónicos são os atributos de uma entidade que faz um *holon*.

---

#### 4.4 – O Sistema Produtivo Autónomo (SPA)

---

Como vimos na secção anterior, existe a tendência de transportar formas organizativas de outros domínios para os sistemas produtivos. Na essência pretende-se importar estruturas organizativas e processos de gestão de relacionamento com sucesso provado nos seus ambientes nativos, na esperança de que com modificações adaptativas, essas estruturas organizacionais permitam uma resposta mais eficiente e eficaz, por parte dos sistemas produtivos, às necessidades da sociedade/economia digital.

A reorganização em torno das filosofias apontadas nas secções anteriores é introduzida com o objectivo de dotar os sistemas produtivos de maior capacidade de adaptação às convulsões que caracterizam os ambientes das sociedades do século XXI. Na literatura, a aplicação destas tendências organizacionais tem sido realizada, de uma forma geral, recorrendo ao conceito de agente. As empresas virtuais baseadas em agentes são “apenas” mais um caminho entre vários. Pela nossa parte, pretendemos fugir a essa tendência. Pretendemos contribuir com um novo conceito organizativo que passe, essencialmente, pela reorganização e optimização funcional das estruturas existentes em torno de um conceito que se sustenta essencialmente na autonomia e agilidade, sem recurso a intermediários. Nesse caminho realiza-se uma profunda introspecção funcional nos sistemas produtivos, que, se devidamente realizada, deverá resultar na identificação de diferentes unidades funcionais autónomas, que designamos por Sistema Produtivo Autónomo. Não pretendendo ser visto como uma panaceia mas apenas como mais um contributo, a reorganização dos sistemas produtivos tradicionais em torno do conceito de Sistema Produtivo Autónomo, possibilitará que os sistemas produtivos se organizem mais favoravelmente para uma integração eficaz e eficiente em empresas virtuais, permitindo-lhes, simultaneamente, identificar e eliminar unidades internas cujo desempenho não seja satisfatório. Nas próximas linhas esta e outras considerações serão debatidas em profundidade.

#### 4.4.1 – O conceito de sistema produtivo autónomo

Uma empresa ou sistema produtivo é uma entidade legalmente reconhecida com fronteiras de responsabilidade e autoridade perfeitamente definidas. Cada empresa é, na verdade, uma entidade independente (Preiss, 1997). De acordo com o que escrevemos em 4.3, as empresas estão tradicionalmente organizados em estruturas hierárquicas. Este tipo de organização obriga a que as comunicações sejam efectuadas a partir do patamar hierárquico mais elevado, normalmente a gestão de topo, para os níveis hierarquicamente inferiores. Este procedimento repete-se até ao patamar mais baixo da hierarquia, percorrendo diversos níveis de responsabilidade. O percurso inverso também ocorre. Neste tipo de organização estrutural, cada departamento ou secção, consegue apenas comunicar com o mundo exterior através da gestão de topo. A figura 4.11 representa precisamente uma situação desse género. Note-se que as comunicações internas enfermam de mal semelhante. Uma secção pertencente ao departamento 1 (DEP1), para comunicar com outra do departamento 3 (DEP3), teria necessariamente que passar a mensagem pelo seu coordenador hierárquico imediatamente superior e daí até ao coordenador hierárquico de mais alto nível do departamento 3 (DEP3). Depois seguiria para a secção desejada.

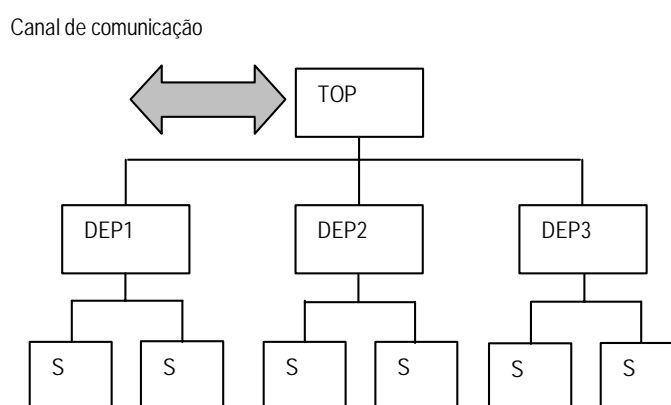


Figura 4.11 – Estrutura hierárquica e ligação ao exterior. Adaptado de Carvalho et al (2003)

As modificações no ambiente envolvente à empresa poderão induzir uma primeira reacção por parte da gestão de topo. A partir desse momento essa influência poderá ou não ser disseminada através de toda a hierarquia. Se essa disseminação acontecer adivinha-se desde já uma reacção lenta e tardia em termos funcionais por parte da empresa. Isto considerando o caso menos grave que se baseia na não necessidade de realização de alterações organizacionais significativas. Até aos dias de hoje, assistia-se a uma atitude próactiva por parte das empresas, que lhes permitia ultrapassar os atrasos consequentes da “preguiçosa” estrutura hierárquica. No entanto, neste ambiente que estamos a considerar a volatilidade da procura é de tal forma elevada que a atitude próactiva não é suficiente. Relembre-se que quando as alterações no exterior são mais rápidas que a capacidade de reorganização interna da empresa, estas estão irremediavelmente condenadas a fechar (Preiss, 1997).

A identificação empírica de um sistema produtivo é uma tarefa aparentemente simples. Para esta ideia contribui o facto de se associar um sistema produtivo à realização de uma actividade na qual se insere uma entrada e se obtém uma saída. Essa certeza é tanto mais forte se a saída for concretizada num bem tangível, como por exemplo um computador, um sapato ou uma secretária. Uma linha de produção é claramente identificada como um sistema produtivo. No entanto, apenas alguns conseguem classificar o departamento de planeamento e controlo da produção como sendo

um sistema produtivo. Este sistema tem entradas, processamento, entidades a serem processadas, recursos, informação e saídas (ordens, afectação de recursos, etc.), tal como em qualquer outro sistema produtivo. De acordo com esta perspectiva, uma empresa pode ser vista como uma entidade baseada em redes multi-nível complexas de pequenos sistemas produtivos, interligados mediante relacionamentos funcionais e hierárquicos. Esta visão organizativa é apenas mais uma tentativa de contribuir com um ponto de vista diferente para a organização das empresas tradicionais no sentido de integrarem empresas virtuais. Na literatura são realizados processos semelhantes de reorganização indirecta de empresas no sentido de integrarem empresas virtuais. Utilizamos a palavra indirecta porque muitas vezes a reorganização realiza-se em termos lógicos mas sem a conseqüente alteração física. Exemplos disso são a formação de empresas a partir de actividades de empresa, considerando o conceito de actividade de empresa como o elemento construtivo básico, definindo-se como sendo qualquer comportamento organizado tendente a transformar uma entrada numa saída (Barnett *et al.*, 1994). Um conceito relacionado refere uma empresa como sendo uma colecção de actividades de empresa, sendo estas últimas definidas como conjuntos de processos de negócio (AMICE, 1993). Processo de negócio é uma sequência de actividades que transformam uma entrada numa saída e lhe acrescentam valor (Vernadat, 1996).

Antes de avançarmos é conveniente realizar-se uma reflexão sobre algumas questões pertinentes. Deveremos, por um lado, tentar justificar o facto de pretendermos alterar a actual estrutura organizativa dos sistemas produtivos; por outro lado, é necessário definir qual irá ser a unidade elementar básica em torno da qual se irá realizar esse processo de transformação ou reengenharia. Finalmente, é também conveniente ponderar quais, se realmente existirem, as vantagens que advirão de todo este processo, e em que moldes se farão sentir.

Podemos iniciar esta reflexão recuperando o tema de formação de empresas virtuais, amplamente debatido no capítulo 2. Segundo (Probst *et al.*, 1997; Camarinha-Matos *et al.*, 1999a; Yusuf *et al.*, 1999; Mezgár *et al.*, 2000), existem duas abordagens possíveis para operacionalizar uma empresa virtual. (1) É possível reorganizar as unidades de negócio de uma grande empresa, focalizando-as nas suas competências técnicas principais, colocando-a a operar como uma empresa virtual. Uma outra possibilidade (2), orientada para pequenas e médias empresas, reside na agregação temporária de pequenas empresas para realizarem produtos (bens e serviços) em volume e qualidade a que não estariam habilitados se o tentassem individualmente. Pegando na primeira situação, é razoável questionarmos quais os moldes em que se faz a divisão da grande “empresa mãe”? Será em torno das suas competências técnicas principais? Se este for o caminho, e inserindo agora a segunda abordagem, será que se deve dividir a dita grande empresa até que as suas unidades de negócio se equiparem a uma pequena e média empresa? Se sim, quais as medidas a considerar para fazer essa comparação? Por outro lado, porque motivo se deverá estancar o processo de divisão da empresa nesse patamar? E porque não continuar? Inclusive, poder-se-á considerar que as pequenas empresas são ainda passíveis de análise no sentido de se dividirem em unidades mais pequenas. Mas isso não existe já sob a forma de departamentos e secções? Se sim, como se justifica a procura de uma nova unidade na qual se pretenda basear uma reorganização das empresas tradicionais? Contributo significativo no sentido de obter a resposta a todas estas questões é centrado na adequabilidade da utilização do conceito de competência técnica principal, ou no estabelecimento de outro tipo de unidade elementar, obviamente, em ambos os casos, sem nunca perder de vista o conceito de integração de parceiros na empresa virtual. Vamos tentar orientar o pensamento em dois sentidos. Por um lado centrando-nos no objectivo de integrar empresas virtuais; por outro as vantagens para a empresa em sofrer o processo de reengenharia.

Do capítulo 2 é sabido que a formação de uma empresa virtual, genericamente, pretende agrupar um conjunto de competências técnicas em torno de um conjunto de funções que é necessário executar de forma a produzir um ou vários produtos. As competências técnicas vão ser fornecidas por empresas que se dispõem a realizar a função requerida. Imagine-se que uma das necessidades identificadas para a realização de um determinado projecto é o armazenamento de informação num

servidor. Esse serviço será disponibilizado por um determinado recurso Y. A questão que se põe é a de saber se a empresa que disponibiliza esse serviço tem como competência técnica principal a realização desse tipo de funções? A resposta poderá ser sim, e a referida empresa centra, de facto, a sua actividade no fornecimento exclusivo dessa capacidade, não a uma, mas a várias empresas virtuais. No entanto, a resposta poderá também ser não. Eventualmente poderá existir no mercado uma empresa que se dedique a uma outra actividade mas que não utiliza mais de 30% da capacidade dos seus discos rígidos para armazenamento. Então, uma vez que a empresa se encontra na disposição de “alugar” essa “capacidade sobrança”, não poderia disponibilizar essa capacidade para uma determinada empresa virtual, enquanto realiza outro tipo de funções numa outra? Claro que sim!! O que acontece é que este raciocínio colide parcialmente com a definição de competência técnica principal mas orienta um primeiro passo para o estabelecimento de uma unidade elementar. Assume-se que uma pequena ou média empresa só deve ter uma competência técnica principal? Não nos parece, continuamos com a ideia de que é necessário identificar outro tipo de unidade elementar. Paralelamente, este raciocínio alerta-nos também para o facto de que a utilização de sistemas produtivos de pequenas dimensões, focalizados na sua competência técnica principal, para formação de empresas virtuais poderá não ser o processo óptimo a considerar. Isto porque internamente à empresa, alguns departamentos ou secções, embora eficazes e eficientes, poderiam continuar a ter uma baixa taxa de utilização. Ou, embora o produto final da empresa fosse aceitável, subsistiam unidades ineficientes.

As unidades a disponibilizar para a formação da empresa virtual deverão seguir uma postura emagrecida. Assim se uma determinada função necessária à operação de uma empresa virtual, para ser executada, necessitar de um conjunto concreto de recursos, então deverá ser fornecido estritamente esse conjunto de recursos, sem “ruído” adicional. Considerando o processo genérico de formação de empresas virtuais, a existência exacta do recurso necessário, tornaria o processo de integração mais rápido e adequado. O problema mais pertinente continua a centrar-se, precisamente, na definição de uma unidade elementar. Ou seja, em torno de que unidade se deve reorganizar a empresa para que esta, agilmente, consiga por um lado fornecer serviços de uma forma competitiva, a uma empresa virtual e por outro manter a sua operacionalidade interna, pertencendo, porventura, simultaneamente a mais que uma empresa virtual. Cada empresa é diferente de outra e conseqüentemente adivinha-se que a definição da constituição dessa unidade elementar não será um processo de idêntica execução, de empresa para empresa. Uma última análise à estrutura hierárquica leva-nos a questionar se a tal unidade elementar não poderia ser o departamento ou secção. A nossa opinião é que provavelmente poderiam suceder situações em que sim e situações em que não. Dependeria da empresa em questão. Vejamos: a execução de determinado tipo de operações poderá, eventualmente, ser composta por funções que estarão dispersas por mais que um departamento numa determinada empresa. Por exemplo o fabrico de uma peça e cobrança ao cliente envolvem a produção, contabilidade e vendas. Uma outra empresa poderia estar estruturada de forma que necessitássemos o departamento de marketing e produção.

De forma a produzir produtos de uma forma competitiva, dando adequada resposta às pretensões dos clientes, as empresas de produção estão a transformar-se. Essa transformação orienta-se para a constituição de redes de unidades de natureza diversa, nomeadamente unidades fabris, centros de logística e unidades de armazenagem (Soares *et al.*, 2000). Este primeiro conceito de rede baseia-se num conjunto de unidades perfeitamente conhecidas no contexto produtivo, mas que na nossa opinião foge um pouco da reengenharia interna que se pretende. No fundo, este posicionamento aproxima-se mais da definição de empresa virtual, uma vez que concretiza a associação de relacionamento de unidades estanques em torno das suas competências principais. Deve-se então propor uma outra unidade referencial mediante a qual se conduza o processo de reengenharia, sabendo-se de antemão, que cada caso será um caso em consequência das competências técnicas principais que a empresa disponibiliza e as ligações interdepartamentais existentes. Nesse sentido, podemos olhar para uma empresa como uma rede de sistemas de produção cooperativos que se relacionam numa postura de “fornecedor-cliente” ou “parceiro-parceiro” (Carvalho *et al.*, 2003c).

Esta postura de relacionamento de cliente-fornecedor, embora considerando que cada unidade é a empresa completa, aparece associada ao conceito de rede logística (Schonsleben, 2000). Com a excepção do consumidor final, cada cliente é simultaneamente co-productor ao longo da rede logística. O sistema de planeamento e controlo da produção fornece programações aos outros departamentos e o armazém armazena peças para diversas secções de produção, por exemplo. Se for possível introduzir autonomia aos departamentos, grupos de departamentos ou partes de departamentos, então toda a empresa poderá ser observada como uma rede de unidades independentes que trocam serviços entre elas. Uma vez que a empresa esteja organizada desta forma, cada um dos seus sistemas de produção poderá procurar oportunidades de negócio fora das fronteiras da empresa sem o envolvimento da gestão de topo (figura 4.12).

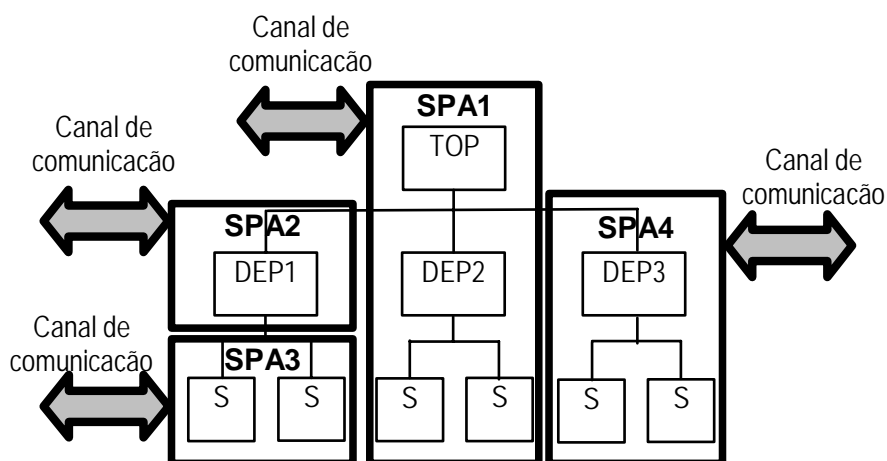


Figura 4.12 – Estrutura organizativa com base em SPA. Adaptado de Moreira et al (2003)

Esta é a principal ideia em que se baseia o conceito de Sistema Produtivo Autónomo (SPA). Um SPA é uma parte de uma empresa que, sendo ele próprio um sistema produtivo (influência do conceito *holónico*), consegue estabelecer relacionamentos com outros SPAs que sejam parte da mesma ou de outras empresas, de forma a criarem uma empresa virtual. No entanto, tal como para todos os conceitos que se pretendem introduzir, sabemos que este não é um tema pacífico. Alguns autores assumem que um recurso é a menor entidade utilizável como parte constituinte de uma empresa virtual. Assumem, portanto, que se esse recurso for necessário a uma empresa virtual e for encontrado numa determinada empresa, então esse recurso poderá fazer parte da empresa virtual. A nossa opinião difere um pouco desta. A integração desse recurso na empresa virtual só será possível se a empresa que o possui estiver preparada e organizada para fornecer a sua utilização. Desta forma, falar-se de SPA pressupõe predisposição organizativa e funcional para integrar empresas virtuais. Uma empresa que queira “vender” ou “alugar” um serviço deverá saber qual o custo em que incorre a prestação desse serviço, qual o custo de serviços similares no mercado, ter conhecimento do mercado em si, para citar apenas alguns dados necessários. A dinâmica e flexibilidade que será obtida através de uma rede global de SPAs é, na nossa opinião, enorme. Uma empresa virtual, criada pela combinação certa de SPAs consegue ser mais competitiva que as empresas existentes. Acreditamos que nenhuma empresa existente consegue naturalmente possuir a combinação mais eficiente e eficaz de SPAs para responder sempre com a mesma eficiência a alterações na procura.

O desempenho global de uma empresa não está apenas relacionado com a selecção adequada dos SPAs. Num ambiente de empresas virtuais baseadas em SPAs a eficiência das comunicações entre SPAs, a eficiência da gestão e a eficiência das movimentações dos bens físicos entre SPAs, têm um

papel fundamental no desempenho global da empresa virtual. A competitividade destas empresas encontra-se condicionada pela possibilidade de uma formação rápida, facilmente gerida e com custos de movimentações que não sejam proibitivos. Em termos internos, a transformação de uma empresa em redes de SPAs permite, por um lado, avaliar a sua eficácia e eficiência, uma vez que se colocam serviços necessários internamente em competição autónoma, externamente às fronteiras da empresa, com SPAs que realizam serviços similares. Nesse processo é possível avaliar o seu desempenho, do qual é possível retirar ilações. Se o SPA não for considerado competitivo na competição exterior, no desempenho do serviço que realiza, então, de certo que não serve os propósitos da empresa e de acordo com os princípios de mercado extinguir-se-á.

Se no decurso deste processo se concluir que são uma grande maioria os SPAs que não são suficientemente competitivos, a empresa poder-se-á ver obrigada a redefinir o produto que disponibiliza. Se, no limite, o SPA que resta for apenas um, o novo serviço coincidirá com o que o SPA disponibiliza. Se pelo contrário os SPAs que não são competitivos forem poucos, a empresa deverá encontrar no mercado SPAs competitivos que realizem as funções que deixaram de ser realizadas pela sua estrutura interna. Neste percurso, tendencialmente, a vantagem competitiva de saber fazer e conhecimento do mercado inerente aos sistemas produtivos organizados tradicionalmente, poder-se-á perder, o que quanto a nós é uma desvantagem importante.

Há dois séculos atrás, no seu livro “A riqueza das nações”, *Adam Smith* tentou explicar os mecanismos que conduziam as sociedades. Explicou que o sistema de mercado é um sistema social auto-organizado, auto-controlado, auto-regulado e auto-dirigido. Até certo ponto essas mãos invisíveis continuam a gerir a economia global. O sistema de mercado influencia fortemente o comportamento das empresas como um todo, mas, em virtude da sua estrutura organizacional, afecta apenas os elementos que contactam com o exterior. A transformação da estrutura hierárquica tradicional das empresas numa estrutura baseada em SPAs realiza-se com base na influência do mercado a todos os sectores da empresa. Ao funcionar como uma rede de SPAs, a empresa sente em cada um deles a influência do ambiente envolvente, permitindo-lhes uma reacção mais rápida e consentânea com as necessidades que o mercado apresenta no momento, preparando a empresa para rapidamente reagir a essas alterações e permitindo uma fácil quantificação da eficiência de cada parte da empresa. Esta reacção induz melhor qualidade de serviços prestados por cada SPA e pela empresa como um todo, permitindo também que a luta pela sobrevivência comece em cada “célula” do “corpo global empresa”. Este tipo de organização auxilia também a uma definição precisa das competências técnicas principais da empresa, permitindo a identificação dos seus pontos fortes e fracos.

#### 4.4.2 – Formalização

Com a formalização do conceito de SPA pretendemos especular sobre procedimentos conducentes a uma metodologia que auxilie a transformação de uma empresa tradicional numa rede de SPAs. Como poderá, efectivamente, uma empresa realizar esse percurso que é a passagem de uma organização vincadamente hierárquica para uma estrutura distribuída baseada em SPAs? A resposta a esta questão não se nos afigura simples. O estabelecimento de uma metodologia que permita a uma empresa definir o seu próprio conjunto de SPAs não é fácil. Acreditamos inclusive que não será possível nem necessário estabelecer uma metodologia rígida e normalizada. Em função da heterogeneidade funcional e organizacional das empresas existentes, acreditamos que cada empresa deverá identificar o seu próprio conjunto de SPAs, bem como definir as interfaces que permitirão a comunicação entre eles. A identificação do conjunto de SPAs em cada empresa poderá e deverá basear-se em factores de índole diversa e que passarão pela cultura da empresa, conhecimento, estratégia, tipo de produto e posicionamento no mercado (Carvalho *et al.*, 2003c). No entanto é possível definir algumas linhas directoras que conduzirão esse processo.

O processo de transformação que desejamos para a organização da empresa tradicional pode ser enquadrado dentro do conceito de reengenharia de uma empresa. Este conceito consiste na realização de um novo projecto radical dos processos de negócio de uma empresa cujo objectivo é obter melhorias dramáticas (Hammer, URL). Na opinião do mesmo autor, considerado o criador do conceito de reengenharia, esta aplica-se a grandes e pequenas empresas onde se realizam intervenções substanciais no sentido de criar um tipo completamente diferente de empresa ou organização. Realiza-se um exame alargado a todos os processos e recursos da empresa, nomeadamente humanos e materiais. As empresas iniciam este processo mediante o quebrar das suas fronteiras internas, replaneando os seus processos internos. De seguida são repensados e replaneados os seus processos inter-empresas dando origem a configurações de relacionamentos completamente diferentes do que existia antes. De acordo com as ideias que compilámos em 4.2, a transformação de uma empresa acontece por vezes em consequência da necessidade de alteração da estratégia que conduz os destinos da empresa. Consiste num processo de alteração da empresa de um dado estado actual para um desejável estado futuro. Esse procedimento baseia-se num plano sistemático concebido com base na estratégia (incluindo aspectos culturais, de processo e tecnológicos) (Underdown, 1997). A transformação ou reengenharia de uma empresa organizada de uma forma tradicional para uma organização baseada em SPAs é também um processo que se conclui com a obtenção de uma empresa substancialmente diferente da inicial. As alterações são visíveis quer ao nível de organização interna, quer de relacionamento interno e externo, quer ainda no que respeita ao serviço que disponibiliza. No entanto a aplicação do conceito de reengenharia às organizações no sentido de obter alterações drásticas, não é uma metodologia defendida de uma forma unânime. A manutenção do *status quo* ou a realização de um processo alargado de reengenharia numa empresa poderão não ser opções “saudáveis” (Phalpher, 1999). A primeira situação, como é visível, manteria a empresa tal como se encontra e então não estaríamos aqui a falar de processos de transformação e é consequentemente descartável neste contexto. A aplicação de um processo de reengenharia, porventura demasiado radical, poderá ser conduzido ao fracasso caso não se acatelem alguns dos seguintes males que normalmente enfermam o processo: demasiada complacência, falhar no processo de difundir a estratégia da empresa, subestimar a estratégia, negligenciar a solidificação na cultura da empresa de novas posturas obtidas durante o processo, falha no estabelecimento de objectivos intermédios, entre outros (Phalpher, 1999).

No entanto, considerando o objectivo da introdução do conceito de SPA, pretende-se a aplicação de um processo de reengenharia na mais profunda acepção do conceito. Pretendemos alterações significativas na organização da empresa tradicional para que esta sobreviva ao novo ambiente. O fracasso desta transformação significa o desaparecimento da empresa.

Não se pretende como contributo desta tese o desenvolvimento de uma metodologia que quando aplicada consiga transformar uma empresa organizada tradicionalmente, numa empresa baseada em SPAs. No entanto, podem-se apresentar algumas ideias que possibilitarão futura investigação nesse campo. Para tal, com a devida vénia, utilizando uma parte do trabalho de (Underdown, 1997) sobre a transformação de uma empresa, e com alguns ajustamentos, consegue-se perspectivar algumas das actividades genéricas desejáveis numa metodologia conducente à transformação da empresa tradicional numa empresa baseada em SPAs.

A metodologia de transformação de uma empresa apresentada por (Underdown, 1997) é um conjunto estruturado de estratégias integradas que possibilitarão a transformação de uma empresa de um estado actual para uma condição futura desejada. É uma colecção organizada de actividades que descrevem o que deve ser feito para modificar a empresa como um todo. A metodologia é composta por quatro actividades primárias designadas por: desenvolvimento de uma visão e de uma estratégia, criar a cultura desejada, integrar e otimizar a empresa e desenvolver soluções tecnológicas (figura 4.13).

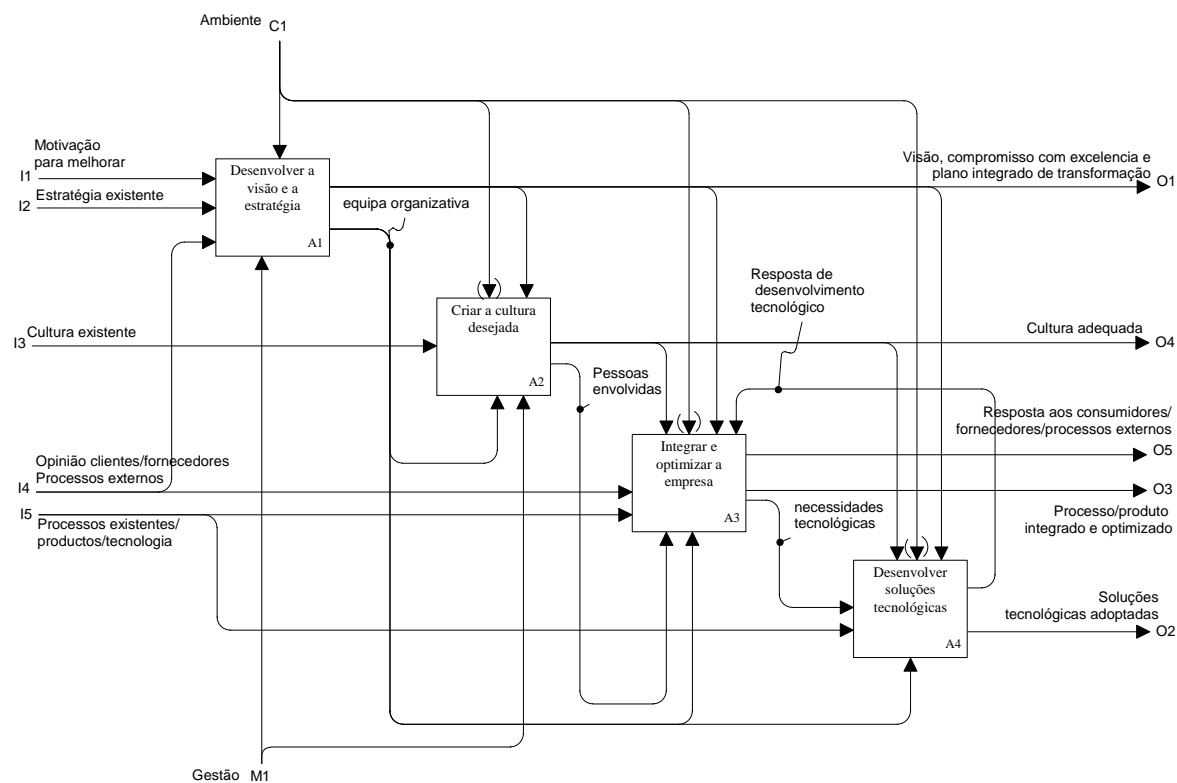


Figura 4.13 – Actividades para transformação de uma empresa. Adaptado de Underdown (1997)

A metodologia apresentada pelo autor referido é exaustiva e não se adapta em alguns pontos ao pensamento que temos para a reengenharia da empresa no sentido de ser organizada em SPAs. Concentrando a nossa atenção apenas na primeira actividade (A1) e suas sub-actividades (A1x) e pese embora os detalhes que consideramos não se ajustarem, é perceptível a aplicabilidade do método ao nosso caso concreto. Esta actividade pretende o desenvolvimento de uma visão do que a empresa aspira a ser e um plano para atingir esse estado desejado. Desenvolver a visão e a estratégia é o processo de prever uma condição futura desejável, encontrando simultaneamente os meios para atingir esse estado desejável. Durante o processo, tira-se partido da motivação existente por parte da gestão e da estratégia ainda embrionária, para criar um compromisso no sentido de formalizar o desejo e necessidade de mudança. No presente caso a visão já está definida, emergindo das alterações ocorridas no ambiente envolvente à empresa transformando-se num imperativo estratégico no sentido de evoluir a actual estrutura rígida e profundamente hierarquizada da empresa para um estado que lhe permita, agilmente, integrar empresas virtuais. A concretização da visão passa pela execução dos passos que a empresa terá que percorrer para atingir um estado de organização interno baseado em SPAs. Esse percurso será conduzido com base numa estratégia. A estratégia para estruturar uma empresa em termos de SPAs não é um processo linear. Depende de vários aspectos, indo desde a política da empresa até ao nível de compreensão das suas capacidades. Tendo consciência de qual o modelo organizativo que se pretende alcançar, é de todo desejável que se realize um processo diagnóstico no sentido de se perceber, de uma forma consistente, qual a preparação actual para iniciar com robustez o processo de transformação. Nesse processo diagnóstico cabem acções relativas a clarificar qual o negócio principal da empresa e, se aplicável, em que sub-actividades este se sustenta. Coligir e compilar dados históricos sobre o posicionamento da empresa no mercado. Recolher dados relativos a alterações da estratégia e consequente alcançar ou não de objectivos. Poder-se-á também considerar importante para o diagnóstico a recolha e tratamento de informação referente à dispersão geográfica do negócio.

É assumido que um dos aspectos principais da iniciativa de reorganização da empresa em torno do conceito de SPA se prende com a sua preparação para a participação em empresas virtuais. De uma forma geral, a participação de empresas ou partes de empresas em empresas virtuais realiza-se com base nas novas tecnologias de informação e comunicação. Nesse sentido será conveniente focalizar também uma sub-vertente de diagnóstico no levantamento da preparação da empresa em termos de utilização de tecnologias de informação. Será importante para todo o processo conhecer-se se a empresa tem presença actual na Internet, se o seu relacionamento com clientes e fornecedores tem a participação de uma componente web, concretamente comércio electrónico, utilização de e-mail para a recepção de encomendas e emissão de ordens de produção, relacionamento tipo B2B, entre outras possibilidades. Na nossa perspectiva é também importante a realização de um diagnóstico às capacidades informáticas internamente à empresa. Por exemplo, saber se existe algum tipo conceptual de rede informática, realiza-se partilha de dados informáticos com fornecedores ou departamentos da empresa geograficamente dispersos?

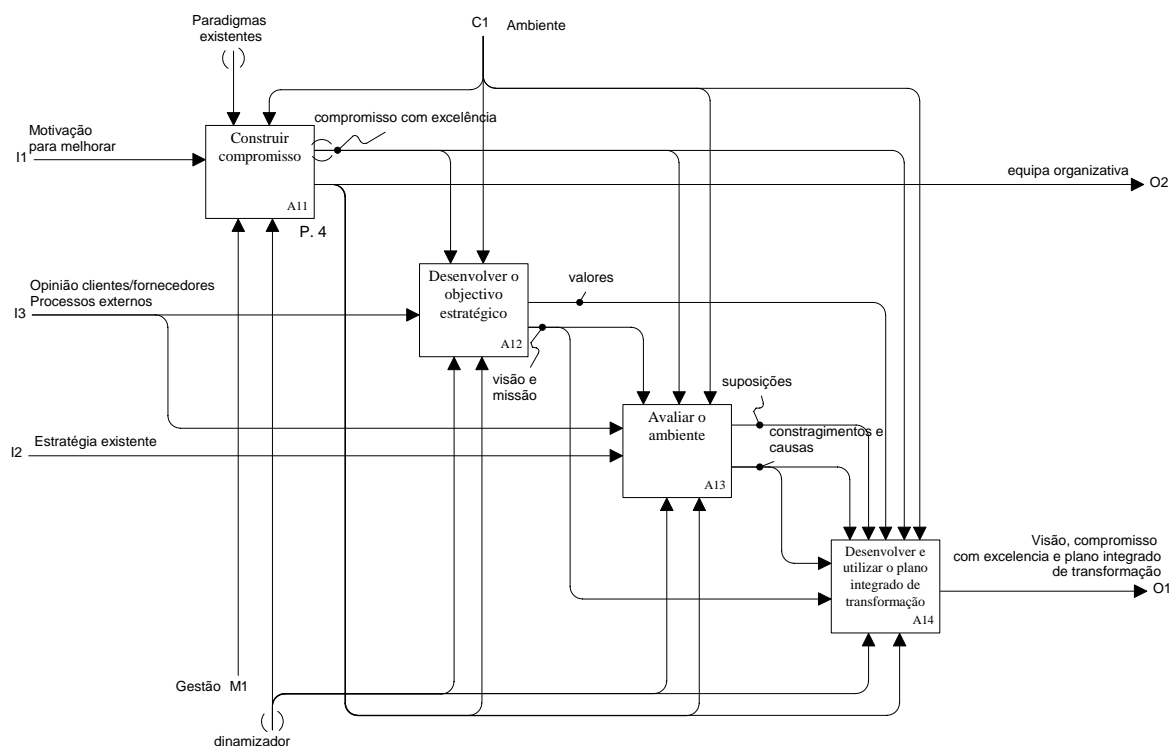


Figura 4.14 – Desenvolver a visão e a estratégia. Adaptado de Underdown (1997)

Quanto maior for o envolvimento da empresa com estas tecnologias, previsivelmente menor será o esforço de implementação de estruturas de comunicação entre os futuros SPA estabelecidos e consequentemente maior a preparação de cada um deles no sentido de se movimentarem no ambiente das empresas virtuais. A forma como uma empresa se auto-organiza em SPAs dita a sua futura eficiência, tanto no ambiente tradicional como no de empresas virtuais. Existem algumas preocupações a levar em consideração quando se pretende realizar o processo de reengenharia da empresa: (1) cada SPA terá que ser autónomo ao nível da gestão, viabilidade económica e visibilidade externa; (2) Os restantes SPAs da mesma empresa estão igualmente disponíveis para explorar oportunidades de negócio em igualdade de circunstâncias com SPAs de outras empresas (Carvalho *et al.*, 2003c).

Já aqui se assumiu que em função da natureza, cultura, funcionalidade e dimensão da empresa a transformar, existirá uma estratégia consentânea. Uma possível direcção no sentido de definir o conjunto de SPAs dentro de uma empresa é olhar para as unidades organizacionais existentes, nomeadamente departamentos e secções e procurar formas de os tornar autónomos. Se um departamento consegue fornecer um produto (bem ou serviço) com razoável desempenho e esse departamento tem o conjunto de recursos necessários para ser auto-gerido, então esse departamento poderá tornar-se um SPA. A figura 4.14 representa as actividades necessárias para que a empresa assuma efectivamente o compromisso de realizar a transformação. A partir daqui o processo não deverá ter inversão. Para que tal suceda é necessário então o estabelecimento de um compromisso formal interno, como que sendo uma chancela formal de início do processo. Este processo consiste em perceber e aceitar os conceitos e consequências da transformação. Uma vez na posse de todos os dados necessários à transformação é necessário definir um plano organizativo que consiga conduzir todo o processo e ter noção de quais os recursos que serão necessários bem como a sua distribuição futura (figura 4.15).

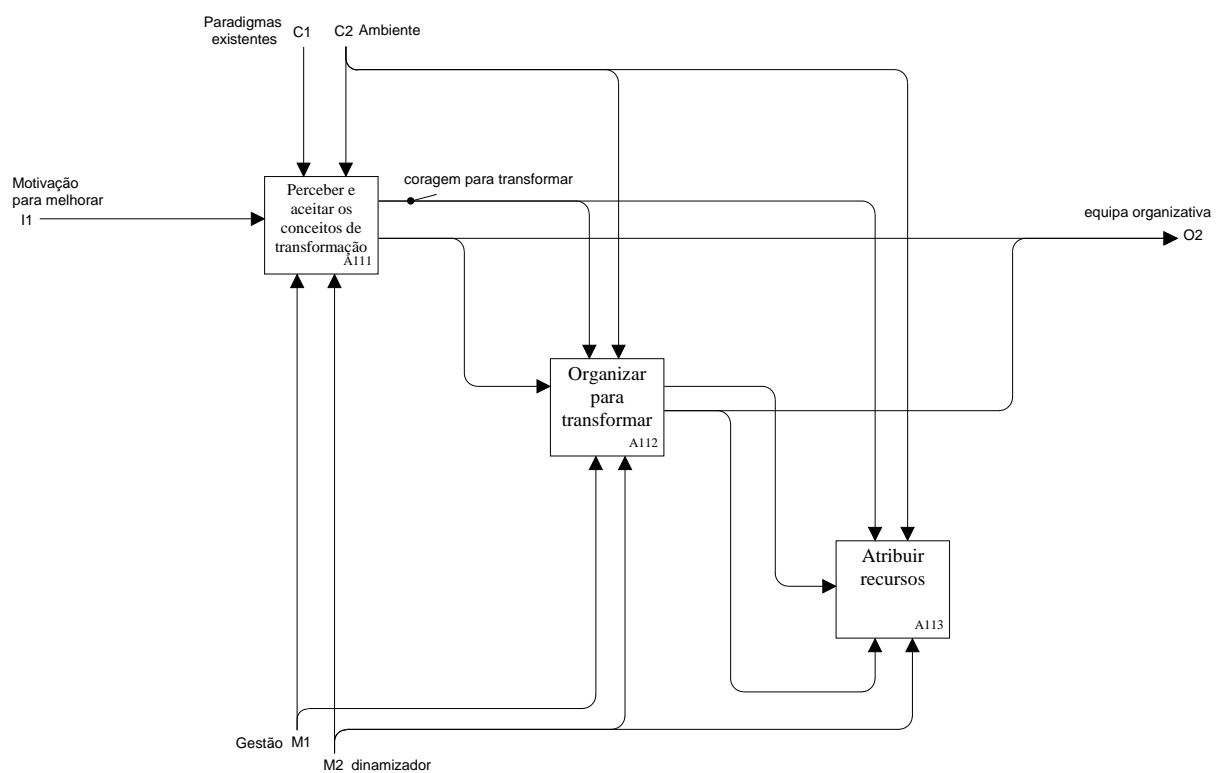


Figura 4.15 – Construir compromisso. Adaptado de Underdown (1997)

O desenvolvimento do objectivo estratégico é uma actividade que pretende balizar todas as outras actividades subsequentes. Nela são estabelecidas as bases e fronteiras de todo o processo que conduzirá à concretização da estratégia. Por exemplo no caso concreto que estamos a considerar, o objectivo estratégico é identificar SPAs dentro da empresa tradicional no sentido de a reorganizar em torno deles. Este processo tem que ser consistente, coerente mas com alguma dose de liberdade precisamente em função da empresa em questão. No limite, dentro de uma determinada empresa, o maior tamanho que um SPA poderá ter deverá coincidir com a própria empresa. Essa situação vai de encontro ao que sucede nos dias de hoje, onde empresas independentes se agregam para tomar partido de uma oportunidade de negócio. Considerando o pólo oposto, o mínimo tamanho que um SPA poderá ter é o conjunto mínimo de recursos capacitado para processar entidades, mantendo a capacidade de gestão, operação e comunicação com o exterior.

Um factor importante na definição de SPAs é a avaliação do ambiente em que a empresa se enquadra. Nomeadamente no que respeita à concorrência que se move no seu entorno. Um conhecimento adequado do meio envolvente permite avaliar e definir com precisão caminhos adequados para o desenvolvimento dos serviços que os SPAs irão disponibilizar e assim contribuir com mais elementos para facilitar o estabelecimento de SPAs competitivos. Claro que também é de fundamental importância um olhar interno para conseguir compatibilizar as necessidades de serviços competitivos para o exterior com aquilo que a empresa em si faz de melhor e conseqüentemente lhe permita estar no mercado mais competitivamente. A acção de transformação poderá ser efectuada com fins pró-activos, ou seja é realizada com o objectivo de manter a empresa na vanguarda e com uma postura competitiva, ou poderá ser realizada com fins reactivos, uma vez que o ambiente de mercado e toda a concorrência evoluíram, e é necessário reagir-se para não se perder competitividade.

Este processo fica completo com a elaboração de um plano de transformação integrado que resulta do objectivo a atingir servindo simultaneamente de guia na condução do processo. Estabelece as acções a realizar e reproduz as opções realizadas durante todo o planeamento gizado anteriormente. Terá diversos patamares de aplicação em função do nível hierárquico onde vai ser aplicado. Para cada nível da estrutura hierárquica existente é definido um plano de acção cujo objectivo é redistribuir a atribuição de funções e ligações entre os diferentes recursos existentes. Neste plano estarão patentes as novas responsabilidades, formas de actuação, relacionamento e objectivos. Como traduz todo o esforço realizado anteriormente, da sua correcta avaliação resulta o sucesso do processo de transformação da empresa.

#### 4.4.3 – Empresas Virtuais baseadas em SPAs

Um dos objectivos com que se partiu para a escrita deste capítulo era o de reestruturar as empresas tradicionais com o objectivo de agilizarem a sua participação em empresas virtuais.

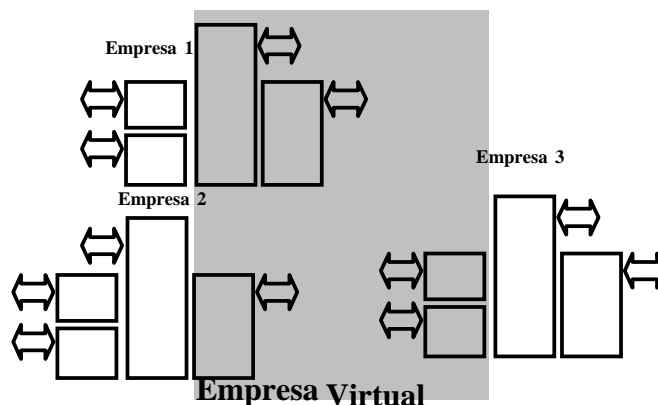


Figura 4.16 – EV baseada em SPAs. Adaptado de Moreira *et al.* (2003)

O capítulo 2 mostrou a importância da componente agilidade em empresas que pretendam sobreviver de uma forma competitiva nas exigências que caracterizam a sociedade digital. A resposta foi dada sob a forma de reorganização da empresa em torno do conceito de SPA. A empresa virtual integrará, em torno de uma oportunidade de negócio, os SPAs necessários e adequados à satisfação dessa oportunidade de negócio (figura 4.16). Cada empresa “mãe” poderá contribuir com um, dois ou todos os SPAs que a constituem.

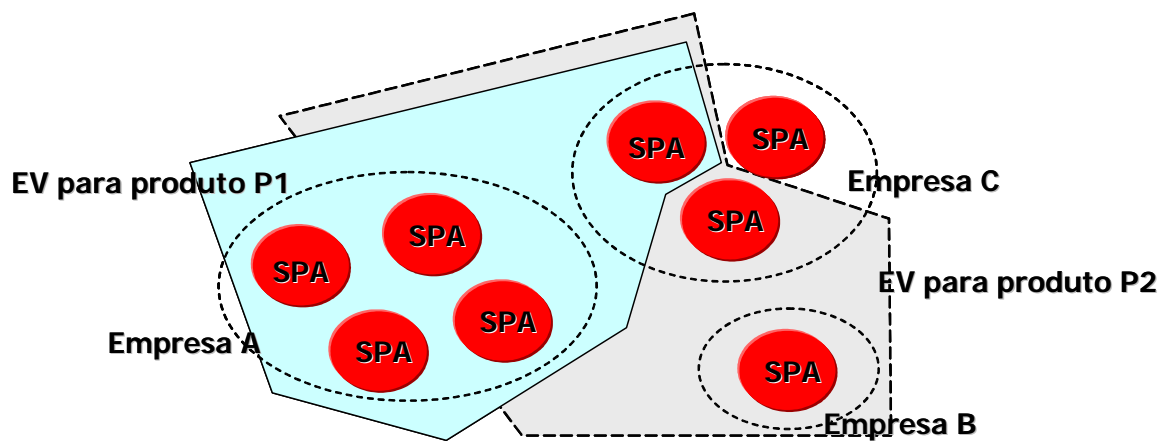


Figura 4.17 – Participação de SPAs em duas EV. Pires *et al.*, (2002)

A organização de uma empresa virtual em termos de SPAs permite-lhe uma rápida acção de readaptação às alterações do mercado. Neste processo dinâmico é imperativo que se mantenham elevados níveis de desempenho no fornecimento de produtos, com especial incidência nas componentes de custos e qualidade. A definição de um processo de formação de empresas virtuais com base em SPAs, apresentação das vantagens, e estruturas necessárias ao ciclo de vida da empresa virtual, será alvo de tratamento profundo no próximo capítulo. Neste ponto, como chamadas de atenção importantes, refira-se a possibilidade de diferentes SPAs da mesma empresa poderem participar em diferentes empresas virtuais simultaneamente. Existe ainda a possibilidade de que um SPA de uma mesma empresa participe, simultaneamente, em mais que uma empresa virtual (figura 4.17).

# Capítulo 5

## 5 - Especificação Funcional do Modelo

O objectivo final deste capítulo é a especificação completa do funcionamento do sistema de planeamento e controlo da produção proposto para empresas virtuais. De forma a contornar a complexidade que tal tarefa encerra, subdividiu-se o capítulo em três partes principais.

Numa primeira parte dão-se a conhecer quais os pressupostos assumidos no desenvolvimento do sistema, realizando-se também uma especificação da estrutura organizativa de uma hipotética empresa virtual que servirá de suporte à especificação do sistema. São focadas superficialmente várias questões pertinentes, com o objectivo de alertar o leitor para os vários temas marginais ao alvo de estudo desta dissertação. Este procedimento baseia-se na necessidade de se ter consciência de problemas colaterais que poderão ser impeditivos de um desempenho adequado da empresa virtual. Em simultâneo, esta acção pretende diminuir o número de factores a controlar no decorrer da especificação do sistema proposto. Nesta fase de desenvolvimento, considera-se irreal a tentativa de controlar todas as ocorrências que poderão surgir no decorrer da acção de operação de uma empresa virtual. Assim, com o procedimento referido pretende-se delimitar e focalizar a área de intervenção deste trabalho. A operacionalidade do modelo e as conclusões retiradas na parte final desta tese, apenas se manterão válidas, enquanto as condições estabelecidas para os pressupostos se mantiverem inalteradas. O mesmo raciocínio é válido em relação às regras de funcionamento especificadas para cada uma das várias entidades intervenientes. Na secção de trabalhos futuros serão apontados caminhos para futuras investigações que poderão passar, precisamente, pelo levantamento de algumas das restrições impostas neste estudo.

A metodologia IDEF0 impõe que a especificação de um determinado sistema, seja em análise ou concepção, se realize com recurso a três elementos fundamentais: Os diagramas IDEF0, um texto explicativo e um glossário (*ver 4.2*). Com base nessas exigências, a segunda parte do capítulo concentra-se na caracterização das várias entidades intervenientes no sistema, de forma a cumprir a norma (texto explicativo). São definidas as suas características, a função individual com que contribuem para o sistema global e o relacionamento que têm com as demais entidades do sistema. Será dado realce às entidades consideradas de maior importância no funcionamento do sistema, mediante a sua caracterização exaustiva, recorrendo-se ainda a comparações com exemplos de entidades que desempenham papéis similares em trabalhos de outros autores.

Na terceira e última parte explica-se o funcionamento do sistema proposto com base em diagramas IDEF0. Inicia-se a explicação pelo processo de formação da empresa virtual e correspondente procura selecção e organização dos parceiros. Em seguida entra-se na parte nuclear do trabalho, que é a fase de operação da empresa virtual. É neste ponto que se descrevem as acções realizadas, no sentido de planear a execução de ordens e acompanhamento do progresso da produção. Conclui-se este capítulo com a explicação da fase de dissolução da empresa virtual.

O elemento glossário exigido pela metodologia será apresentado como anexo A.

## 5.2 – Pressupostos e caracterização do ambiente

---

### 5.2.1 – Introdução

---

Na literatura muitos são os trabalhos que se concentram na definição de procedimentos e regras, ou seja soluções, para a formação/organização de uma empresa virtual. Não nos esqueçamos porém que após a empresa formada é necessário encetar um conjunto de acções de planeamento e coordenação que permitam originar o motivo para o qual a empresa foi formada: produzir bens e/ou serviços. É nesse campo de actuação que este trabalho pretende incidir, contribuindo, na nossa opinião, para a clarificação de ideias relativas à coordenação dos vários integrantes da empresa virtual, bem como para o estabelecimento de uma abordagem que irá permitir planear e controlar a produção, neste tipo de empresa.

Globalmente, o grupo de trabalho do departamento de produção e sistemas da Universidade do Minho no qual se insere esta tese, pretende definir os passos que vão desde a identificação de uma oportunidade de negócio emergente até à formação, operação e dissolução de uma empresa virtual. O estabelecimento exaustivo e consistente dos procedimentos e pressupostos que permitirão criar e encetar o funcionamento efectivo de uma empresa virtual (neste caso baseada em SPA), são objectivos a atingir. A investigação foi conduzida sempre com a preocupação de definir sistemas que sejam passíveis de ser realmente implementados, suportando-se necessariamente na assumpção de alguns pressupostos. Na nossa perspectiva, o ciclo de vida de uma empresa virtual é composto por três fases principais. A **Formação**, a **Operação** e a **Dissolução**. Refira-se ainda a existência de uma fase algo diluída (não sendo considerada por nós como uma fase principal – mais adiante se justificará porquê) e que se designa por reconfiguração. Embora tendo a preocupação de em todo o momento se fornecer informação, de uma forma exaustiva e pormenorizada, sobre todas as entidades e estruturas que suportarão todo o ciclo de vida da empresa virtual, o trabalho desenvolvido e apresentado nesta tese resulta, maioritariamente, das investigações focalizadas na **fase de Operação**.

Neste trabalho considera-se que a Operação da empresa virtual vai ter início com os **parceiros** que a integram perfeitamente **definidos** e com cada um ciente do seu papel ou seja **apto a desempenhar** a sua **competência principal** uma vez que lhe seja solicitado pela entidade que vai coordenar o funcionamento da empresa virtual. Os parceiros escolhidos terão ao seu dispor todos os mecanismos necessários à integração na empresa virtual, via MSPA.

Como nota dominante na bibliografia, encontra-se referência a empresas virtuais que se mantêm em actividade por períodos de tempo muito curtos indo de poucas horas até poucos dias. Nesta tese considera-se que a actividade da EV poderá ser mantida por um período de tempo mais alargado<sup>17</sup>, considerando-se algumas semanas ou mesmo meses. Esse tempo será sucessivamente alargado ou não, mediante a existência de encomendas que em CA sejam consideradas em volume suficiente para manter a viabilidade económica da EV. Refira-se ainda que em função do carácter regenerativo da EV, em função das alterações do mercado, é possível que esta opere durante vários

---

<sup>17</sup> Embora esta referência já tenha sido realizada no capítulo 1, relembra-se que na literatura se considera que a operação de uma empresa virtual tem uma duração muito limitada devido ao carácter fugaz da oportunidade de negócio. Nesta tese considera-se que a empresa virtual se manterá a operar enquanto o seu funcionamento for considerado lucrativo. No decurso desta tese, quando se verificar a necessidade de utilização deste conceito, usa-se a expressão “operação por um período de tempo mais alargado”.

meses mediante uma alteração constante de parceiros que permitam a EV adaptar-se às alterações da vontade dos clientes.

### 5.2.2 – Considerações sobre o planeamento e controlo da produção

O sistema de planeamento e controlo da produção deve ir de encontro às necessidades da empresa. Determinadas empresas necessitarão de dar mais ênfase a um determinado aspecto do planeamento e controlo da produção enquanto outras empresas darão mais ênfase a outros. Num determinado caso o planeamento das necessidades de materiais pode ser de extrema importância e complexidade enquanto que noutro caso o maior problema pode-se encontrar no controlo fabril. Daí que cada empresa deva encontrar o sistema que melhor responde às suas necessidades.

Para a empresa virtual deve ser idealizado um sistema que sustente um processo de subdivisão de ordens em sub-ordens a serem executadas via actividades assíncronas e coordenação de parceiros. A estrutura em que as empresas virtuais se baseiam, nomeadamente para períodos de colaboração curtos deverá ser leve e flexível. A gestão da empresa virtual deverá concentrar-se na gestão global das sub-ordens deixando para os parceiros a sua gestão interna (Martinez *et al.*, 2001).

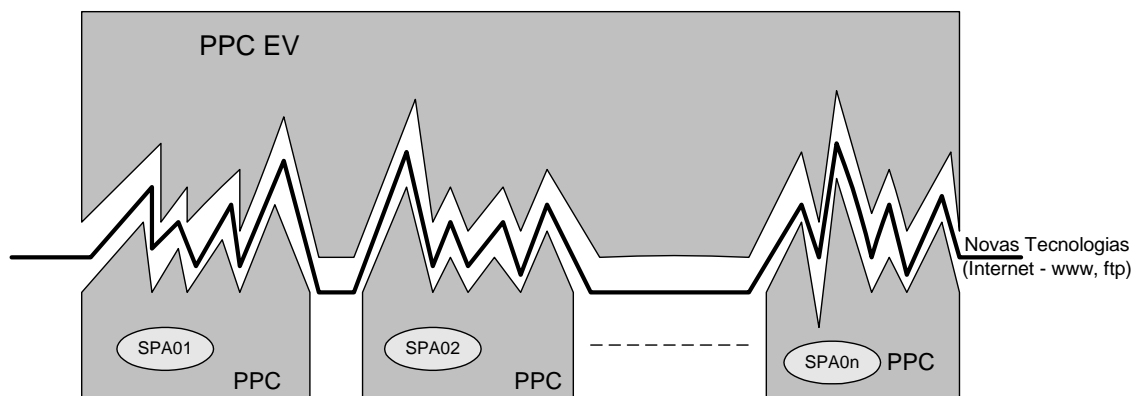


Figura 5.1 – Relacionamento entre o sistema PPC dos SPA e da empresa virtual.

Neste trabalho realiza-se uma distinção clara relativamente há existência de um sistema de planeamento e controlo da produção da empresa virtual e um sistema de planeamento e controlo da produção de cada um dos parceiros que a integram (figura 5.1). O sistema de planeamento e controlo da produção de cada um dos parceiros é da responsabilidade de cada um deles e não é alterado directamente pelo sistema de planeamento e controlo da produção da empresa virtual. Este procedimento baseia-se em vários pressupostos. Considera-se que a autonomia de cada parceiro na condução dos seus sistemas internos se mantém mais funcional se não for perturbada por influências exteriores. Uma vez que um SPA é autónomo e tendo presente que essa autonomia foi alcançada também com base num funcionamento eficiente (*ver capítulo 4*), considera-se desejável não alterar a sua harmonia interna de funcionamento mediante interferências por parte do sistema de planeamento e controlo da produção da empresa virtual. Deve-se também compreender que pelo facto de uma empresa virtual estar associada a um mecanismo de resposta rápida em função de alterações no mercado é de todo importante dotá-la de sistemas que permitam reagir a essas alterações com o mínimo de custo e no menor tempo possível. Essa reacção passa pela alteração da constituição da empresa virtual mediante a entrada e saída de parceiros. Assim, se for configurado um sistema de planeamento e controlo da produção que se adapte aos sistemas de planeamento e controlo da produção dos SPA, e que não interfira neles internamente, também será realizada uma

integração mais ágil de novas unidades à empresa virtual. Registe-se ainda a propensão que a maior parte das empresas (ainda) tem para não disponibilizar certo tipo de informação aos demais integrantes da empresa virtual (falta de confiança, falta de maturidade de mercado virtual).

A interligação entre o sistema de planeamento e controlo da produção dos parceiros e o sistema de planeamento e controlo da produção da empresa virtual será alvo de contratualização durante a fase de formação da empresa virtual. Em termos de relacionamento entre os dois níveis de planeamento e controlo da produção, o cenário mais desejável e adoptado ao longo desta dissertação é a existência de um elemento operacional de ligação em cada um dos parceiros que vá alimentando o sistema global com informação de progressão periódica, bem como todo o tipo de acções resultantes das exigências do sistema que introduzimos. Como se viu no *capítulo 3* as funções que se pretendem para um sistema de planeamento e controlo da produção podem ser avaliadas em função do nível de agregação em que se está a funcionar. A intervenção destes sistemas pode centrar-se em acções de planeamento estratégico, operativo ou de controlo. Na vertente estratégica normalmente associada a acções de mais longo prazo o sistema de planeamento e controlo da produção auxilia na definição dos recursos necessários à realização da produção. São exemplos dessa postura o auxílio na definição do número de horas/homem, capacidade/máquina ou espaço de armazenamento. Ao nível operativo ou de controlo o sistema de planeamento e controlo da produção auxilia em tarefas de definição de planeamento de materiais e capacidade e controlo que permitam o integral cumprimento de prazos e quantidades. Tendo em conta esta postura e as características desejadas para o sistema de planeamento e controlo da produção, é possível adiantar-se que o sistema proposto neste trabalho sofre influência das diferentes fases identificadas para o ciclo de vida da empresa virtual. Pode-se mesmo referir que algumas das suas funcionalidades se encontram distribuídas, ou são controladas em cada uma dessas fases. Por exemplo, questões que tenham a ver com o planeamento de recursos e capacidades de forma a conseguir-se realizar o tipo de produção adoptado e a cumprir os níveis de produção assumidos em função do estudo da oportunidade de negócio, são enquadradas na fase de formação da empresa virtual. Na formação serão definidos planos que permitirão governar a actuação da empresa virtual e constituídas entidades que auxiliarão a sua operação. Na fase de operação, fundamentalmente, vão estar incluídas as actividades que irão possibilitar o cumprimento dos níveis de produção e prazos estabelecidos.

### 5.2.3 – A confiança entre parceiros

O debate sobre a confiança no relacionamento entre partes que realizam negócios é um tema sensível e sempre actual, sobre o qual já nos debruçamos, de uma forma genérica, no capítulo 2. Objectivamente, o sucesso de relacionamentos virtuais dependerá largamente da construção e manutenção de confiança entre os intervenientes. A confiança foi identificada como a componente mais importante para um funcionamento com sucesso de equipas virtuais, alianças estratégicas e redes de pequenas empresas (Ishaya e Macaulay, 1999). Normalmente a confiança advém de um comportamento leal acumulado ao longo de uma relação entre entidades. Ou seja, se entre dois quaisquer parceiros existir um histórico de bom relacionamento mútuo então provavelmente entre esses dois parceiros existirá confiança. Se o comportamento for idóneo, quanto maior o tempo de relacionamento maior é a confiança. Na área em estudo nesta dissertação, a idoneidade pode ser induzida por um correcto cumprimento de prazos, provimento de materiais ou serviços dentro das especificações, datas ou níveis de qualidade estabelecidos.

Paralelamente ao descrito atrás, um outro meio de se obter alguma confiança é mediante o suporte jurídico sob a forma de contratos. Durante a formação e reconfiguração da empresa virtual, vão ser estabelecidos contratos entre os vários parceiros (ao nível do Conselho de Administração), para que exista consistência jurídica dentro da empresa virtual. Dessa forma cada parceiro saberá

exactamente quais as suas obrigações e direitos dentro da empresa virtual (Hoffner *et al.*, 2001) definem todo o ciclo de vida de uma empresa virtual com base no estabelecimento de contratos). O desempenho final de cada parceiro será expresso em relatório a enviar à entidade certificadora para definição do seu perfil (criação e actualização do histórico de intervenção de cada SPA). Assim será mais fácil avaliar o parceiro numa eventual futura participação numa empresa virtual. Refira-se ainda que ao longo de várias participações em empresa virtual, se um determinado SPA tiver vários relatórios insatisfatórios sucessivos, a entidade certificadora (Mercado de Sistemas Produtivos Autónomos) poderá propor a expulsão do membro em causa.

#### 5.2.4 – A Empresa Virtual neste trabalho

Tendo presente o conceito de empresa virtual e as diferentes interpretações existentes na bibliografia (*ver capítulo 2*). Considerando ainda o expresso atrás neste capítulo, define-se nesta tese a empresa virtual como sendo **uma rede de Sistemas Produtivos Autónomos, que cooperam durante um determinado período de tempo de forma a retirarem proveito de uma oportunidade de negócio**. Indo de encontro à definição de Sistema Produtivo Autónomo (SPA), estes poderão ser empresas ou partes de empresas. Os SPAs serão seleccionados e organizados de forma a ocuparem todas as funções necessárias ao bom desempenho da empresa virtual. Na organização que propomos, não se fala em hierarquias mas sim em níveis de responsabilidade. Assim nesta tese será possível encontrar-se um conselho de administração da empresa virtual, um gestor da empresa virtual, um broker e uma entidade iniciadora, como as entidades envolvidas de maior relevo. A existência de um mercado de SPAs, como infra-estrutura de suporte ao ciclo de vida da empresa virtual, é tida como fundamental, para o funcionamento de uma empresa virtual com base nas funcionalidades propostas nesta abordagem. Sucintamente, este mercado servirá como escaparate a possíveis intervenientes em empresas virtuais, para o estabelecimento de regras e normalização de procedimentos integrados no ciclo de vida da empresa virtual, bem como para o facilitar de ferramentas de suporte a esse mesmo ciclo de vida.

Os sistemas de planeamento e controlo da produção baseados no cálculo de necessidades de materiais, inicialmente designados por sistemas MRP, passando posteriormente a uma designação mais abrangente (MRP II), têm sido os sistemas com maior implementação desde 1970 para cá (Browne *et al.*, 1996; Courtois *et al.*, 1997)(*ver capítulo 3*). Com as alterações ocorridas ao nível social, económico e tecnológico surgiu o conceito de empresa virtual e com ele a necessidade de alterações ou mesmo do desenvolvimento de novos sistemas de planeamento e controlo da produção. As abordagens existentes, mostravam-se inadequadas para satisfazer as necessidades de operação, numa sociedade onde predominam alterações constantes nas vontades do consumidor, predominando uma postura produtiva de produção por encomenda<sup>18</sup>. Relativamente a este ponto importa referir que se por um lado uma empresa que siga a postura de produzir-por-encomenda (PPE) tende a produzir produtos de acordo com a vontade do cliente, por outro lado deve-se ter em linha de conta que é necessário auxiliar o despertar da fértil imaginação do cliente. Num debate sobre este tema entraria todo o conteúdo de uma disciplina de gestão da procura, que também não é pretensão desta tese. Obviando esta questão, assume-se que no âmbito deste trabalho, tendo presente a natureza da empresa virtual considerada, a postura de produzir-por-encomenda se traduz

<sup>18</sup> Refira-se que o conceito de PPE é associado a diversas perspectivas. A este conceito pode ser associado todo o processo que vai desde a especificação do produto por parte do cliente, passando pela implementação de uma estrutura que permita produzir o produto e finalmente a produção do referido produto. Este conjunto de actividades é também designado na literatura por engenharia-por-encomenda (EPE). Nesta tese tudo o que tenha a ver com a engenharia do produto, planeamento e selecção de recursos é associado à fase de formação da EV. As acções de planeamento e controlo que possibilitem a satisfação de encomendas com base na coordenação dos recursos existentes são realizadas na fase de operação.

na existência de uma estrutura previamente montada, que permitirá produzir produtos catalogados, cuja produção será iniciada em função da entrada de uma encomenda por parte do cliente. Esta encomenda provocará um conjunto de actividades coordenadas pelo gestor da empresa virtual, que deverão resultar na satisfação da necessidade do cliente, dentro das condições estabelecidas (prazo, quantidade, qualidade, entre outras).

Nas próximas linhas far-se-á a caracterização de cada uma das entidades e estruturas de suporte envolvidas.

## 5.3 – Entidades e estruturas envolvidas

---

### 5.3.1 – O Mercado de Sistemas Produtivos Autónomos (MSPA)

---

Embora não seja o alvo de estudo desta dissertação, existe no entanto a necessidade de caracterizar o conceito de mercado de sistema produtivo autónomo (MSPA). Tentaremos explicar o que é o MSPA, quais as suas funções, sua eventual organização e quais os motivos que originaram a necessidade da sua existência. Este procedimento é induzido pela necessidade de explicar pormenorizadamente ao leitor todos os contornos marginais ao tema central deste trabalho. Só com o recurso à caracterização e justificação dos vários intervenientes do trabalho, será possível que quem lê esta dissertação entenda completamente a funcionalidade do sistema.

Da leitura dos capítulos e secções anteriores é possível depreender-se que o motivo do surgimento de uma empresa virtual (EV) se baseia na tentativa de reacção a uma oportunidade de negócio emergente. Acrescente-se ainda que a empresa virtual pode ser considerada uma rede dinâmica, considerada fluida e flexível, uma vez que os seus integrantes podem mudar frequentemente. No meio de todo este dinamismo, certamente será pertinente colocar questões como (alguns exemplos): Onde é que poderei encontrar parceiros para o meu negócio? Serão eles parceiros idóneos? Como procederei para estabelecer contratos formais para esta parceria? Quais os procedimentos a executar para que a organização funcione eficaz e eficientemente? Nas próximas linhas tentaremos de alguma forma responder a essas e outras questões.

O primeiro passo consiste na introdução do conceito de MSPA, que para além de garantir a seriedade dos parceiros, permite também responder às restantes questões equacionadas. Nesse sentido faremos uma revisão bibliográfica prévia, para que se possa ter uma ideia de outras abordagens existentes na literatura, cujos objectivos se aproximam daqueles que propomos para o MSPA.

#### 5.3.1.1 – Aproximações ao MSPA na bibliografia

---

Quando se fala em empresa virtual, uma questão que cremos ser importante é a procura de eventuais interessados em participarem na empresa virtual. Onde vamos procurar parceiros? Será que todas as empresas existentes por todo o mundo serão potenciais candidatos? Conseguiremos encontrar um parceiro em tempo útil? Para já, e uma vez que o conceito de empresa virtual implica a existência e utilização das novas tecnologias da informação (Existe uma visão interessante de funcionamento de empresas virtuais sem recurso às novas tecnologias de informação em (Strader *et al.*, 1998), só as empresas que aderiram a essas tecnologias serão passíveis de ser consideradas. Por outro lado, as empresas que satisfaçam esses requisitos estarão certamente distribuídas por vários sectores de actividade. Também em cada um desses sectores existirão empresas com maior ou

menor aptidão à participação em empresa virtual. A procura do parceiro ideal dentro de cada um desses sectores de actividade seria difícil, exaustiva ou provavelmente infrutífera (Shakshuki *et al.*, 2002). Para manter o dinamismo e a flexibilidade da organização da EV dever-se-ia obter o conjunto de parceiros ideais em tempo real (Cunha *et al.*, 2000). Ou seja, a procura e selecção deveria proporcionar os elementos mais adequados de uma forma rápida. importa também referir que o esforço na procura (com recurso a algoritmos) dos parceiros ideais, cresce exponencialmente com o tamanho do domínio a procurar.

Uma forma encontrada para responder à dificuldade inerente à procura de parceiros, foi apresentada por (Franke e Hickmann, 1999) quando se referem ao conceito de “Virtual Web – (VW)”. A *Virtual Web* é uma colecção de parceiros pré-qualificados que concordaram em formar um grupo de potenciais membros de corporações virtuais. A *Virtual Web* pode comparar-se a um armazém ou um inventário de recursos, actividades produtivas e competências, que podem ser utilizadas em função de uma oportunidade de negócio ou necessidades do cliente. A *Virtual Web* define determinadas regras e regulamentações para facilitar a formação de corporações virtuais, para desenvolver confiança entre parceiros que cooperam e para acelerar o processo de trazer determinados produtos ou serviços para os mercados. Esta abordagem define no fundo uma plataforma de parceiros com carácter estável (a *Virtual Web*) de onde vão sair elementos adequados, que irão formar a designada Corporação Virtual (CV) em função de uma oportunidade de negócio. Repare-se que os integrantes das VW são idóneos e quando pretendemos encontrá-los sabemos onde ir. Esta é uma aproximação ao que neste trabalho designamos por Mercado de SPA. Saliente-se ainda o carácter estável da *Virtual Web* e o carácter pouco duradouro da Corporação Virtual.

Continuando com a tentativa de ilustrar a resposta dada por alguns autores às questões que colocámos no início desta secção, encontramos na literatura a referência a mercados electrónicos como meio de formação de empresas virtuais. Um mercado electrónico pode ser visto como o local virtual onde empresas com a particularidade de se encontrarem geograficamente dispersas e possivelmente não se conhecendo, se podem encontrar uns e cooperar de modo a obterem um objectivo ou negócio comum (Rocha e Oliveira, 1999). A infra-estrutura que permite as comunicações e trocas de informação entre integrantes do mercado é uma rede electrónica. Os mesmos autores referem que para além das empresas individuais, no mercado electrónico é possível encontrar-se outros elementos cuja função é facilitar um conjunto de funcionalidades auxiliares. Entre outras encontram-se ferramentas de auxílio à procura de bens e/ou participantes, serviços de filtragem de informação ou auxílio à realização de negociações. Assim a empresa virtual resultante combinará com confiança e rapidamente competências de vários parceiros heterogéneos e independentes sob a aura do mercado electrónico. Como elementos de fomentação da rapidez é possível encontrar-se protocolos de negociação de maneira a otimizar a selecção de candidatos a parceiros que se tornarão membros da empresa virtual com base em critérios, designadamente as suas apetências e disponibilidade.

Uma visão bastante trabalhada e que persegue o mesmo objectivo é designada por Mercado de Recursos e é apresentada por Cunha *et al.*, (2000). Estes autores referem-se aos potenciais parceiros com a designação de “recursos”. Apresentam os conceitos de mercado de recursos e mercado de recursos focalizado, com o objectivo de facilitar e otimizar o processo de selecção e integração de candidatos a parceiros na empresa virtual. O estudo apresenta-se exaustivo no que concerne à procura, selecção e integração de recursos candidatos a integrarem a empresa virtual. Decorre num ambiente de recursos distribuídos, ligados com base nas tecnologias da comunicação e informação. Na persecução dos propósitos apontados como sendo os objectivos do trabalho, foram consideradas as seguintes necessidades:

- existência de um mercado de recursos independentes candidatos a integrarem a EV;

- a possibilidade de utilização das novas tecnologias de informação e comunicação para realizar operações entre recursos;
- a minimização dos tempos de integração de parceiros na EV, seja na formação seja na reconfiguração.

A visão de mercado de recursos proposta por estes autores revela ser possível obter do mercado, informação sobre os recursos, sobre produtos e também sobre clientes. Na base do seu funcionamento entram também outras funcionalidades:

- existência de procedimentos de acesso;
- possibilidade de negociações remotas e utilização de serviços;
- interação com redes e mercados de fornecedores existentes, bem como com utilizadores de serviços e produtos.

Em termos organizativos, este mercado de recursos consiste num serviço electrónico de intermediação entre os recursos a integrarem a base de conhecimento e os clientes (organizações que procuram parceiros). Esta visão de rede com base nas novas tecnologias de informação e comunicação é comum a todas as abordagens que temos vindo a considerar, o que é natural em função dos objectivos com que a maioria dos autores parte quando pretendem criar, seja um mercado, uma bolsa, ou uma carteira de potenciais parceiros.

Um dos factores de diferenciação entre o trabalho apresentado por Cunha *et al.*, (2000) e os restantes existentes na bibliografia consultada consiste na introdução do mercado de recursos focalizado. Este conceito é o resultado da execução de um algoritmo, que tem como entrada alguns parâmetros de procura, utilizados com intenções restritivas. Consequentemente, esses parâmetros determinarão o tamanho do mercado de recursos focalizado. O algoritmo de procura vai actuar sobre o mercado de recursos e o resultado será um seu subconjunto, com as melhores soluções possíveis, em função das restrições impostas. O processo desenrola-se em duas etapas fundamentais; (i) a identificação do domínio de focalização e a separação no tempo e no espaço das operações de identificação do domínio e (ii) a operação de procura e selecção de parceiros.

A necessidade de acelerar todo o processo de formar, operar e dissolver uma empresa virtual, conduziu à tomada de consciência da urgência em automatizar um grande número de tarefas conducentes a uma real e eficaz implementação da empresa virtual, especialmente no que toca à definição ou regulação dos contractos entre os vários intervenientes. Uma das tarefas que foram consideradas prioritárias foi a criação e utilização de mercados virtuais (Hoffner *et al.*, 2001).

Para esse mercado foram enumerados os requisitos necessários em função do cliente, da terminologia e do que é possível obter-se desse mercado (Hoffner *et al.*, 2000). Neste mercado os fornecedores poderiam publicitar os seus serviços e os consumidores poderiam procurar os serviços de que pretendem usufruir. A “existência” dos referidos elementos num espaço virtual conhecido, permite auxiliar o processo de criação de empresas virtuais, nomeadamente no que respeita à selecção de parceiros de negócio, bem como relativamente a todo o processo operativo. É reconhecida a necessidade de existirem vários acordos entre os operadores do mercado e os candidatos a integrarem empresa virtual, para que se possa funcionar eficientemente. Para que todo este nível de dinamismo seja atingido, é necessário que o mercado seja regido por regulamentos bem definidos e aceites por quem o pretender integrar. Alguns dos processos identificados no projecto dos autores referidos, passam pela definição de serviços e contratos, formação e registo, operações do dia a dia, notificações e troca de informação, obtenção de acordos e assinaturas de contratos. Relativamente a este último ponto, é possível encontrar-se neste trabalho a referência a assinaturas digitais de contratos e notários digitais. Uma outra característica de grande importância

atribuída ao mercado reside no facto de se garantir que o parceiro é capaz de realizar o que dele se pretende (serviços ou bens) (Westland, 2002).

Numa análise a um relatório da Direcção Geral das Empresas da Comissão Europeia relativamente ao B2B – Mercados electrónicos dedicados às transacções entre empresas – (Martinho, 2002), são apontados sete pontos concretos, como sendo aqueles que provocam desconfiança das empresas relativamente aos mercados electrónicos. As opiniões entre organizações que foram ouvidas pela comissão, por um lado associações/câmaras de comércio, empresas e entidades de certificação, e por outro os operadores de mercados electrónicos, são opostas. As primeiras revelaram-se preocupadas com a segurança e confidencialidade de dados sensíveis, falta de informação clara sobre os termos e condições dos contratos, e também sobre os procedimentos que as transacções têm que seguir. Uma outra preocupação patente reside na atitude a tomar mediante o surgimento de litígios. Por seu turno, os operadores contrapõem, referindo que fornecem informação que permite dar resposta às preocupações manifestadas pelas organizações.

### 5.3.1.2 – O MSPA no Sistema Proposto

Entendendo todos os problemas que foram apontados ao longo desta secção, passamos a caracterizar a solução que se considera poder responder a todos eles de uma forma objectiva.

As unidades passíveis de integrar uma empresa virtual, são designadas neste trabalho por Sistema Produtivo Autónomo (SPA), pelo que o local onde é necessário acudir-se no sentido de arranjar parceiros, será o que neste trabalho se designa por Mercado de SPA (MSPA). Fundamentalmente, a sua utilização assenta em dois grandes propósitos que são originários das necessidades debatidas nos parágrafos desta secção. Assim, sob o ponto de vista estrutural e normativo, identificam-se os seguintes contributos do MSPA:

- facilita, flexibiliza, regula e agiliza a operação de procura e selecção de parceiros para integrar a EV, com recurso a:
  - base de dados de parceiros actualizada, organizada em função de critérios relevantes (por exemplo competência técnica principal/matrizes de actividade);
  - existência de procedimentos normalizados com objectivo de realizar a integração de parceiros (candidatos) na EV;
  - existência de entidades certificadas/acreditadas para operarem no mercado (broker)
  - existência de regras de funcionamento do mercado;
  - existência de ferramentas que permitem operar no mercado;
  - existência de estruturas e infra-estruturas de suporte e gestão do mercado qualificadas e certificadas.

Por outro lado o MSPA contribui ainda com o acto de:

- assegurar a idoneidade dos vários integrantes da EV e da estrutura suporte do mercado. Para tal recorre a:
  - verificação prévia dos requisitos definidos como necessários à entrada no mercado;
  - tratamento dos dados existentes em relatórios de participação em anteriores EV;
  - assegura a existência de sanções e/ou indemnizações em situações de incumprimento/infracções;
  - obrigatoriedade de aceitação por parte de todos os integrantes do mercado das regras vigentes;

- Assume a responsabilidade perante as falhas dos membros.

É possível enumerar-se um conjunto de vantagens inerentes à existência deste mercado, sob o ponto de vista do SPA que pretende ser potencial integrante de uma empresa virtual. Assim o MSPA possibilita:

- a publicitação do SPA e do produto que este disponibiliza e que o distingue da demais concorrência;
- a possibilidade de ser seleccionado para integrar uma eventual empresa virtual;
- a visibilidade que não teria caso não integrasse o MSPA;
- possibilidade de realizar de um modo integrado um produto competitivo;
- ganhar competitividade relativamente aos concorrentes que não integram o MSPA;
- aumentar os lucros;
- auditar de um modo continuado, com base em procedimentos consolidados, a actualidade dos seus processos funcionais internos.

### 5.3.2 – O Papel do Broker

Na secção 5.3.1 tentou-se demonstrar a necessidade, funcionalidades e possibilidades do MSPA. Uma vez explicada essa entidade integrante do sistema proposto, deparamo-nos com a necessidade de proceder similarmente em relação a uma outra entidade que irá interagir intimamente com o MSPA, permitindo que este seja utilizável. Referimo-nos concretamente ao conceito de Broker. Para já adianta-se que esta entidade será a única capacitada para realizar operações entre o meio exterior (mercado geral) e o meio restrito (protegido/certificado) que é o MSPA. Assim, nesta secção pretende-se esclarecer o leitor sobre o que representa o Broker nesta tese. Tentaremos perceber em que condições este termo pode ser utilizado e quais os significados que comporta mediante a área de intervenção.

Recorrendo ao site da “*porto editora*” e entrando no dicionário de inglês – português, no sentido de averiguar o significado da palavra Broker, deparamo-nos com os seguintes sinónimos: agente; intermediário; negociante de coisas em segunda mão; corrector de fundos. Se por outro lado recorrermos ao auxílio do dicionário de sinónimos do “*Microsoft Office*” o resultado será: agente; negociante; conselheiro.

Para o NASD (National Association of Securities Dealers, inc.), que é a maior organização de auto regulação para a indústria de segurança nos EUA, da qual são membros todas as firmas de segurança que realizem negócios com o público desse país (sendo ainda responsável pela operação e regulação do Nasdaq), o Broker é um indivíduo ou firma que age como intermediário entre um comprador e um vendedor e que usualmente cobra uma comissão.

Este conceito de Broker está directamente relacionado com o conceito de mercado debatido na secção 5.3.1 deste capítulo. A utilização conjunta de um Broker e do Mercado de SPA permite trazer a este ultimo, integridade e confiança e conseqüentemente contagiá-la aos investidores. Estas características conseguem-se através de uma eficiente regulação e o fornecimento de serviços baseados em tecnologias. Por exemplo o NASD toca virtualmente todos os aspectos do negócio da segurança nos EUA, desde o registo e a educação de todos os participantes industriais, até à fiscalização das firmas de segurança, forçando ambas as partes ao cumprimento das normas instituídas.

É possível encontrar-se trabalhos na bibliografia (Kanet *et al.*, 1999; Camarinha-Matos, 2001) em que o Broker tem características coincidentes com as da entidade iniciadora (EI), que será caracterizada mais adiante nesta secção, e com o gestor da empresa virtual (*ver* 5.3.3). No artigo de

Camarinha-Matos (2001), se em causa estiver a definição de processos de negócio com planeamento centralizado, o Broker designa-se por coordenador da empresa virtual ou Broker de negócio. Se o planeamento for tipo hierárquico, o coordenador da empresa virtual ou Broker de negócio são também simultaneamente as entidades que identificam a oportunidade de negócio (EI neste trabalho). O Broker pode também ser considerado um elemento que realiza uma procura. Mais concretamente é associado ao conceito de agente que realiza a procura de novas oportunidades de negócio em sites espalhados pela rede (Internet) (Rabelo e Espinosa, 1997; Kanet *et al.*, 1999). É também possível encontrar-se o Broker como o responsável pelas comunicações e negociações entre unidades de planeamento independentes (Arnold *et al.*, 1996). Este fornece às várias unidades intervenientes informação sobre capacidades, inventários, etc. Paralelamente identifica potenciais focos de desacordo, realiza então comunicações e negociações via rede informática entre as partes envolvidas, de maneira a apresentar soluções consideradas aceitáveis para todas as partes.

Miles e Snow, referidos em (Kanet *et al.*, 1999), apontam uma nova estrutura organizacional, a que chamam organização em rede dinâmica e onde se destaca o elemento designado por Broker. A função deste interveniente é juntar todas as entidades independentes que constituirão a nova organização. Kanet *et al.* (1999) escrevem que provavelmente esta é a primeira referência ao termo Broker no que respeita à literatura sobre o tema de projecto organizacional. Os mesmos autores apontam que a existência do Broker é fundamental na estrutura das empresas virtuais. Ele age como um Broker de informação, mas a sua actividade vai além disso. É apontado como iniciador, coordenador, moderador e ponto de contacto com eventuais e potenciais clientes, da empresa virtual. Como se pode constatar o Broker intervém em todas as actividades básicas e fundamentais da empresa virtual, participando em todas as fases apontadas por estes autores como sendo aquelas que perfazem o ciclo de vida de uma empresa virtual. No entanto, a característica que mais diferencia esta abordagem daquela que por nós vai ser seguida é o facto de o Broker ser um membro da empresa virtual.

Um comportamento semelhante pode ser encontrado em Franke e Hickmann (1999). Aqui o Broker, designado por Net-Broker intervém em praticamente todas as fases do funcionamento da corporação virtual a partir da rede virtual. É responsável pela procura de empresas e instituições que se complementem ao nível das suas capacidades produtivas e de realização de serviços, que sejam competitivas na realização dessas tarefas e que desejem trabalhar em equipa. No fundo o Net-Broker age como um promotor de relacionamentos. Uma vez elaborada uma bolsa (rede virtual) de potenciais participantes (semelhante ao que neste trabalho designamos por Mercado de SPA) na corporação virtual, o Net-Broker deverá ocupar-se de fomentar a colaboração entre os vários integrantes da rede virtual. A monitorização do desempenho da rede virtual bem como o auxílio aos parceiros mais débeis são outras das funções atribuídas ao Net-Broker. Uma vez que uma oportunidade de negócio seja detectada o Net-Broker deverá formar uma corporação virtual com base nos parceiros adequados existentes na rede virtual. Mais uma vez a sua função de intermediário é patente. Mas, para além disso, o Net-Broker é nesta abordagem coordenador, dinamizador, fiscalizador e grande cérebro das operações. A sua actuação dá pouco espaço de manobra aos restantes intervenientes, não possibilitando na nossa opinião uma postura que fomente o “espírito de corpo” entre os vários intervenientes, ou seja, não facilita um relacionamento entre intervenientes que vai de encontro ao conceito de empresa virtual.

A figura do Broker aparece também como interveniente, quer em transacções realizadas em mercados ditos tradicionais, quer em transacções realizadas com base em mercados electrónicos (Westland, 2002). Em ambos os casos o Broker aparece como elemento que permitirá a diminuição dos riscos inerentes a qualquer transacção. A rejeição de transacções que incorporem elevados riscos está associada no primeiro caso a operadores humanos suportados possivelmente por automação e no segundo caso por software e mecanismos automatizados. Sabendo-se da experiência, julgamento da qualidade do negócio e intuição do Broker humano e uma vez que nos

mercados electrónicos a função de Broker é realizada por algoritmos que não têm as características apontadas aos humanos, o autor defende que nestes meios electrónicos se deve investir em sistemas que permitam saber os custos de cada transacção de risco (Westland, 2002).

Para (Katzky e Dissel, 2001), o Broker actua na parte inicial da formação da empresa virtual, sendo o seu papel caracterizado pela procura de negócios e publicitação da rede virtual. Mais uma vez o BKR é também apontado como um elemento que facilita e promove o relacionamento entre o cliente e, neste caso, a produção.

No sistema de planeamento e controlo da produção que se apresenta, o Broker é uma entidade organizacional estruturante, cujo objectivo primeiro é o auxílio à procura de parceiros por parte da entidade iniciadora (EI) para a formação da empresa virtual. A actuação do Broker incide sobre o mercado de SPA. O Broker é o elo de ligação entre a EI e a informação existente no MSPA. Uma vez detectada a oportunidade de negócio e dependendo das características da EI, isto é se têm suficiente conhecimento de mercado para elaborar um plano de projecto preliminar ou não, vai-se dar início à fase de procura de parceiros. No âmbito deste trabalho é possível (e desejável) encontrar parceiros certificados no MSPA. Para tal a EI sabe que se deve dirigir a uma entidade acreditada para realizar operações no MSPA. Essa entidade é o Broker. Estabelecido contacto, a EI apresenta-lhe um conjunto de pretensões para a realização da procura (as ferramentas de suporte à realização das tarefas são disponibilizadas pelo MSPA).

O Broker desencadeia então as acções necessárias à realização da procura de SPA, disponibilizando à EI uma página Web normalizada, com vários formulários para esta preencher. Os dados introduzidos serão os requisitos que o Broker vai usar na procura a efectuar no MSPA. De seguida o Broker vai efectuar a busca e uma vez realizada a sua tarefa disponibiliza à entidade iniciadora uma lista dos SPA que melhor se ajustam às características que a entidade iniciadora solicitou. Essa lista é disponibilizada contendo, se possível, mais do que uma alternativa para cada passo do plano de projecto.

Após a EV formada, o Broker é dispensado sendo necessária a sua intervenção apenas na constatação da necessidade de uma acção de reconfiguração. Os SPA que compõem a EV comunicarão entre si sem necessidade da intervenção do Broker, sendo coordenados por um SPA com funções de gestão/coordenação (*ver secção 5.3.3*).

De uma forma sucinta, cremos que da leitura dos parágrafos anteriores é possível concluir-se que o Broker é a única entidade capacitada e certificada para operar no MSPA, permitindo desta forma o usufruto por parte dos membros potenciais e efectivos do MSPA, de todas as funcionalidades que foram apontadas ao MSPA. Saliente-se ainda que o Broker não é um elemento directamente interessado no negócio, ou seja, o seu interesse resume-se apenas ao nível operacional. A sua preocupação é a de disponibilizar com clareza, objectividade e eficiência, respostas a todas as pretensões que lhe são apresentadas pela EI, bem como o facilitar de documentação e processos para a formação da EV. Deste modo, comparativamente com outros trabalhos referenciados em parágrafos anteriores, é importante referir que o Broker não é um parceiro da EV. O Broker não é o elemento que vislumbra a oportunidade de negócio e inicia o processo de formação da EV. O Broker não toma iniciativas, antes, age mediante pretensões. Uma outra diferença fundamental relativamente a outras abordagens é o facto de o Broker intervir apenas até ao momento em que a fase de formação termina. Dentro da operação o Broker não é necessário (note-se que a fase de reconfiguração não está inserida na operação).

Assume-se que a leitura atenta desta secção permitirá ter a noção das características inerentes ao Broker ao longo deste trabalho. Uma vez caracterizado o Broker, é também possível distingui-lo relativamente a outros trabalhos que versam a mesma temática. Fundamentalmente, a partir deste

ponto, cremos ser possível ao leitor entender futuras alusões à intervenção do Broker no seio do sistema que proposto, objectivo com o qual se iniciou a escrita desta secção.

### 5.3.3 - O Gestor da Empresa Virtual (GEV)

No *capítulo 3*, focou-se a necessidade de coordenação, como uma das características fundamentais a existir, num sistema de planeamento e controlo da produção, orientado para uma utilização em actividades a realizar em ambiente distribuído. Dado o carácter distribuído da empresa virtual, sentimos no sistema que propomos, a necessidade de incluir uma entidade que faça a gestão, ou que coordene as actividades dos vários SPA intervenientes. Falamos na necessidade da existência de um gestor da empresa virtual. Nas próximas linhas vai-se tentar realizar um apanhado do que existe na bibliografia sobre este ponto concreto, efectuando-se, sempre que possível, confrontações com aquela que é a solução por nós adoptada. Parte-se da tentativa de esclarecimento dos conceitos de gestão e também de coordenação (uma vez que na literatura sobre o tema as definições de um e outro termo são por vezes coincidentes e outras vezes o primeiro engloba o segundo), passando para uma sucinta revisão sobre o que de mais relevante existe na literatura sobre o assunto em questão. Daí evolui-se para a caracterização e explicação do funcionamento do gestor da empresa virtual neste sistema.

#### 5.3.3.1 – Gestão e Coordenação

Na literatura encontram-se várias definições para os vocábulos “Gestão” (ou quem a realiza i.e. gestor) e “Coordenação” (ou quem a realiza i.e. coordenador). A variedade aparece em função do autor, bem como do sector de actividade em causa.

A palavra gestão atravessa várias áreas de conhecimento, apresentando conseqüentemente conceitos e interpretações diversas. É possível encontrá-la no âmbito das operações, dos recursos diversos (incluindo os humanos); numa perspectiva financeira, na produção, na estratégia, na qualidade, no ambiente, ligada aos dados, para referir apenas alguns exemplos. Vamos no entanto tentar encontrar definições que tenham obviamente a ver com o âmago desta dissertação, incidindo sob o aspecto generalista da gestão de uma empresa, da produção, ou de operações.

O Movimento designado por gestão e incitado por *Henry R. Towne* pode ser subdividido em quatro etapas distintas: a gestão científica, a fase de relações humanas, a gestão como ciência e a fase da informação (Dilworth, 1992). A fase da gestão científica foi caracterizada por um aumento de responsabilidades por parte da gestão, introduzindo abordagens científicas à análise do trabalho diário e ferramentas utilizadas. *Frederick Taylor*, considerado o principal impulsionador desta fase teve da parte de alguns colegas, contributos importantes na procura sistematizada de melhorar a produção. *Henry Gantt* introduziu os seus diagramas, *Frank* e *Lillian Gilbreth* debruçaram-se sobre estudos relativos a tempos e movimentos.

Era patente uma preocupação com a aplicação da teoria matemática e estatística a problemas relativos ao negócio. A utilização de modelos, equações e fórmulas, como meios de compreensão de problemas e no apontar de possíveis soluções, era uma realidade. Procurava-se alcançar a solução mais adequada ou se possível a solução óptima.

Mais objectivamente, a gestão pode ser entendida como sendo o processo de se conseguir obter resultados (bens ou serviços) com o esforço dos outros (Teixeira, 1998). Pressupõe a existência de uma organização, isto é, várias pessoas que desenvolvem uma actividade em conjunto para melhor atingirem objectivos comuns. A tarefa da gestão é interpretar os objectivos propostos e transformá-

los em acção empresarial. Realiza-o através de planeamento, organização, direcção e controlo de todos os esforços em todas as áreas e em todos os níveis da empresa, afim de atingir esses mesmos objectivos. De uma forma não tão consensual, considera-se que é uma actividade ou arte em que aqueles que ainda não tiveram êxito e aqueles que provaram não ter êxito, são dirigidos por aqueles que ainda não fracassaram (Frenckner, 1998). O acto de realizar a gestão (gerir) é caracterizado por prever e planear, organizar, dirigir, coordenar e controlar (Marques e Cunha, 1996; Fayol, 1998). Gerir implica também a capacidade de ajuizar o fundamento correcto das decisões que convém tomar, graças a uma recolha de informações tão rápidas, completas, claras e abundantes quanto possível (Baranger *et al.*, 1993a). Se a gestão se realizar sob um contexto organizacional, então pode ser entendida como a arte de fazer coisas através das pessoas ou em duas palavras “fazer-fazer” (Marques e Cunha, 1996).

Do parágrafo anterior é possível verificar-se que o acto de coordenar é por vezes considerado como uma das funções da gestão. Dentro de uma estrutura empresarial (pública ou privada), são reservados postos de trabalho para alguns funcionários, cuja tarefa é, essencialmente, assegurar uma coordenação entre as funções e os serviços. Sem autoridade particular na linha hierárquica, estes quadros funcionais aconselham, apresentam e têm frequentemente uma responsabilidade bastante precisa (Baranger *et al.*, 1993a). Ao nível da empresa virtual, a acção de coordenação (de processos e actividades) pode ser vista como a gestão adequada das dependências entre actividades distribuídas, consistindo simultaneamente no acto de unir elementos activos com um propósito único e comum (Camarinha-Matos, 2001). Em ambientes distribuídos que envolvam sistemas heterogéneos e autónomos, a coordenação é necessária para realizar e guardar o acompanhamento do desenrolar das dependências entre subsistemas dispersos. Só desse modo é possível garantir a consistência de funcionamento das unidades dispersas (Schuldt *et al.*, 1999).

Com a breve reflexão anterior pretendemos passar a mensagem de que a fronteira entre um termo e o outro e a sua forma de dependência ou relacionamento, não é clarificado de uma forma precisa pela literatura. Na postura de empresa virtual que preconizamos, vão coexistir as ideias subjacentes aos dois conceitos, ou seja, existirão actividades enquadráveis no conceito de gestão e no conceito de coordenação. Como se verá nas próximas linhas, a acção que o gestor da empresa virtual realiza sobre os SPAs que compõem a lista de materiais e movimentações, tem por um lado propósitos de gestão, uma vez que tenta alcançar os objectivos propostos com os menores custos possíveis, por outro lado, para que essa actividade tenha sucesso existe a necessidade de encetar acções precisas de coordenação.

### 5.3.3.2 – O Gestor da Empresa Virtual na bibliografia

Na bibliografia sobre a temática de empresas virtuais, mais concretamente no que se refere às técnicas utilizadas na operação da empresa virtual, nem sempre se recorre à utilização de um gestor da empresa virtual. Como iremos ver de seguida, em termos de designação, é frequente a referência a coordenadores, supervisores, gestores, empresas líder, Broker, entre outras designações menos frequentes. Note-se no entanto que (tal como referido anteriormente para a designação de empresa virtual), por vezes, designações diferentes escondem o mesmo conceito e designações coincidentes referem-se a conceitos distintos. No que toca ao gestor da empresa virtual, quando o conceito existe é possível encontrá-lo associado quer apenas à fase de construção (formação)<sup>19</sup> da empresa virtual, ou então à fase de operação (produtiva ou de realização de serviços) ou ainda em todo o ciclo de vida da empresa virtual (esta situação depende das fases definidas pelos diferentes autores, para o ciclo de vida da empresa virtual, ou seja depende do funcionamento da empresa virtual).

<sup>19</sup> Não nos referimos sem reservas à designação de “Formação” devido à grande variedade de definições e designações das etapas que constituem o ciclo de vida de uma EV, existentes na bibliografia.

Para (Mezgár *et al.*, 2000) reportando-se ao projecto PLENT<sup>20</sup>, a necessidade da existência de um coordenador da rede (designação utilizada para o conjunto de pequenas e médias empresas (PME) que perfazem um conceito semelhante ao de EV) é motivada pelo facto de as fases de produção levadas a cabo por cada nó da rede (cada nó corresponde a uma PME) terem que ser coordenadamente planeadas levando em linha de conta as necessidades e constrangimentos de cada um dos nós. O coordenador deverá distribuir e controlar tarefas a realizar em cada um dos nós. Para que estas tarefas sejam realizadas com eficácia, a unidade coordenadora necessita que lhe seja fornecida informação precisa e constantemente actualizada sobre as fases do processo distribuído, capacidade e desempenho de cada um dos nós, transporte entre cada um dos nós e políticas de distribuição de trabalho.

Num outro projecto ESPRIT (GNOSIS-VF, URL), é-nos apresentada uma outra perspectiva onde a entidade que gere a empresa virtual é designada precisamente por Gestor da Empresa Virtual (Kalliokoski *et al.*, 2000), que, como é visível, é coincidente (a designação) com a que nós adoptámos para o sistema proposto. No trabalho de Kalliokoski *et al.* (2000), apresenta-se um modelo de cooperação da EV que tem a ver com operações de gestão da produção sobre a rede de companhias que nela participam. Uma vez que o funcionamento da EV está directamente ligado às fases que constituem o seu ciclo de vida, um dos objectivos que os autores se propõem atingir é a identificação dos processos e transacções mais comuns (típicas) que decorrem entre cada uma das fases identificadas. O funcionamento baseia-se num ciclo definido por planeamento-execução-monitorização. Caracterizando os intervenientes, referira-se que o modelo consiste em actores (companhias), fases de processo e fluxo de informação entre os actores (na figura 5.2 apresenta-se um exemplo de cooperação entre duas companhias, mais concretamente o relacionamento apresentado pode referir-se a um pedido de disponibilidade de capacidade de produção ou de compra de material). Feita esta pequena descrição para uma melhor compreensão da caracterização do gestor da EV, dando de novo ênfase ao tema principal desta secção, é também possível concluir-se do modelo em questão que os intervenientes estão divididos em dois grupos ou níveis. No primeiro nível encontra-se o gestor da EV e no segundo nível encontram-se os demais parceiros.

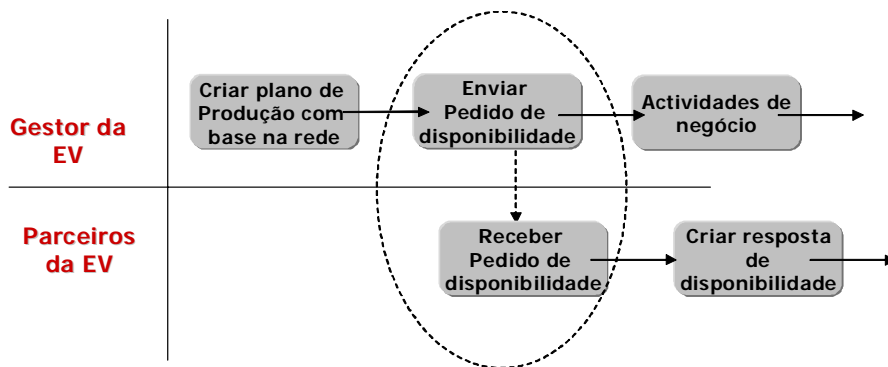


Figura 5.2 – Interações típicas entre empresa que cooperam, mais concretamente relativo a um pedido de disponibilidade. Adaptado de Kalliokoski *et al.*,(2000)

A empresa que desempenha o papel de gestor da empresa virtual é normalmente aquela que detém o contacto com o cliente. Neste trabalho o gestor da empresa virtual é também quem coordena a actuação da empresa virtual, bem como aquele que descortina a oportunidade de negócio.

<sup>20</sup> Projecto ESPRIT nº 20723

Algumas das funções que se encontram sob a responsabilidade do gestor da EV passam pela identificação de parceiros, registo de parceiros na rede, pedidos de disponibilidade, reserva de recursos, estabelecimento de contractos (com base em ordens de produção/realização de serviços) troca de informações sobre materiais e datas de entrega de materiais e também a realização de acções de monitorização. No fundo estas são acções que se enquadram no ciclo de planeamento-execução-monitorização focado em linhas anteriores.

Biondi et al (2000), ao descrever o funcionamento de cada uma das fases do ciclo de vida da EV corrobora estas mesmas funções, referindo-se no entanto (em termos de designação) a uma unidade coordenadora ou empresa líder.

O termo coordenador da empresa virtual é também dado à empresa que inicia o processo de criação de uma determinada EV (Klen *et al.*, 2001). Ao coordenador são atribuídas as tarefas de gestão de processos de negócio (ordens distribuídas). Entre outras acções o coordenador da EV deverá realizar a gestão/resolução de eventos inesperados tais como atrasos, cancelamentos, modificações ou alterações de prioridades relativos a ordens. A sua acção funcionará com base em troca de informação entre o coordenador e os demais parceiros.

A actuação do coordenador da EV aparece também relacionada com a gestão e supervisão das interdependências que deverão existir (uma vez atribuídas as responsabilidades a cada parceiro) entre as várias ordens distribuídas existentes numa EV (Camarinha-Matos, 2001). É defendida a existência de uma abordagem hierárquica como forma adequada para a realização da coordenação ao longo da infra-estrutura da EV, onde o nível do coordenador da EV se distingue do nível dos demais parceiros (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a).

#### 5.3.3.4 – Caracterização do Gestor da Empresa Virtual

Após uma resenha bibliográfica, que se pretendeu esclarecedora e passível de dotar o leitor com a noção do que se passa ao nível das várias formas de coordenação e gestão do funcionamento dos vários parceiros de uma empresa virtual, vai-se avançar no sentido de caracterizar o gestor empresa virtual no âmbito da abordagem proposta. Nesse sentido vão-se apontar as principais características do gestor da empresa virtual, deixando para a secção que se segue a enumeração das suas funções. Começaremos por referir que o gestor empresa virtual é um SPA, que está classificado no MSPA como executante de tarefas de gestão de uma determinada área. Note-se que o gestor empresa virtual, ou as funções que executará no nosso sistema, poderão ser desempenhadas por um conjunto de pessoas que disponibilizam as suas capacidades de gestão em uma, ou várias áreas (produção, financeira, etc.) sob a forma de um SPA. No entanto o seu desempenho será sempre observado como o de “um” gestor empresa virtual, sem se atender ao que se passa dentro dessa entidade. O que interessa é que realize as funções que dele se pretende com eficácia. O SPA que desempenhará essas funções será designado a partir da fase de formação (quando se seleccionam os parceiros). Em termos de funções a desempenhar pelos SPA no desenrolar do ciclo de vida da empresa virtual, o gestor da empresa virtual desempenhará funções classificadas como sendo de apoio e controlo. Tal como todos os restantes SPA, poderá ser substituído no decorrer da operação da empresa virtual (embora estas situações possam surgir mais associadas aos SPA que realizam funções classificadas como sendo de realização de operações de produção). Na sua acção o gestor da empresa virtual tem à sua disposição ferramentas que lhe permitem realizar as suas actividades e que são fornecidas pelo MSPA. Essencialmente estas são as características principais do gestor da empresa virtual neste sistema. Vejamos de seguida as funções ou actividades que são atribuídas ao gestor da empresa virtual.

#### 5.3.3.4 – Actividades do GEV no sistema proposto

O que se pretende nesta sub-secção é a definição das funções que estarão sob a responsabilidade do gestor da empresa virtual. Permitam-nos no entanto que façamos uma chamada de atenção para o facto de que neste ponto não estamos se discriminar qual a área de actuação ou de negócio (ambiente de produção) em que o gestor da empresa virtual vai actuar. Este é um factor importante porque em função da área de negócio teremos correspondentes tipos de acções a serem tomadas e consequentemente diferentes funções a serem desempenhadas. Cada ambiente de produção é único, não existindo um conjunto único de procedimentos que consiga abarcar adequadamente todas as condições (Hopp e Spearman, 1996). No entanto, todas as funções que o gestor da empresa virtual irá desempenhar terão necessariamente que se encontrar em consonância com o exposto em 5.3.3.3.

Previamente referiu-se que a formação da EV surge em função de se captar do mercado uma oportunidade de se realizar um determinado negócio. As acções empreendidas no sentido de reunir SPAs, juntamente com o fornecimento de infra-estruturas de apoio adequadas, podem ser consideradas como uma primeira acção de gestão. Esta gestão situar-se-ia ao nível estratégico ou da gestão do projecto da empresa virtual. Ou seja, a oportunidade de negócio configura um conjunto de situações de índole estratégica, como sejam uma primeira previsão de que se vai conseguir vender  $x$  unidades do produto  $y$ ; a identificação das características específicas dos SPA necessários (competências técnicas base e uma capacidade determinada) e que permitirão produzir o produto pretendido. A responsabilidade desta gestão deverá ser atribuída (caso tenha conhecimentos para isso) à entidade iniciadora (EI).

Antes de se definirem concretamente as funções atribuídas ao gestor da empresa virtual, é importante salientar que num nível de gestão anterior ao realizado pelo gestor da empresa virtual se encontram um conjunto de acções da responsabilidade do Conselho de Administração (CA) e que se classificam como sendo de nível estratégico/táctico. Na secção (5.3.5) vai-se caracterizar o Conselho de Administração, pelo que se remete o leitor para essa secção para obter mais detalhes referentes a esta entidade. Adianta-se para já a ideia que do Conselho de Administração vão ser emanadas directrizes que irão balizar a gestão realizada pelo gestor da empresa virtual.

As funções a realizar pelo gestor da empresa virtual situam-se num nível designado por operativo/controlado. A sua actividade fundamental será a de gerir a operação da empresa virtual, sob uma perspectiva de gestão da produção. Essa gestão passará por duas fases fundamentais e que são uma fase de planeamento de curto prazo e uma fase de monitorização da produção e respectivo controlo. Vejamos então a enumeração das funções que o gestor da empresa virtual deverá realizar no âmbito do sistema proposto:

Acções de planeamento:

- Elaboração do Plano Director de Produção;
- Execução de procedimentos com intuito de satisfazer encomendas de clientes;
- Planeamento de capacidade;
- Reserva de recursos mediante emissão de vários tipos de ordens;
- Gestão do fluxo de informação sobre materiais, realização de serviços, datas de entrega, quantidades, com os elementos parceiros da empresa virtual;
- Planeamento das necessidades de materiais e outras acções logísticas, nomeadamente ao nível de movimentações.

Acções de monitorização e controlo:

- Recepção dos relatórios de progressão de cada um dos SPA;
- Em relação às várias ordens emitidas, realizar a comparação entre o estado actual e o previsto;

- Desenvolver acções que permitam a correcção de desvios de desempenho relativamente ao previsto, nomeadamente através de expedição de avisos ou ordens de correcção.

Em resumo, pode-se concluir que o gestor da empresa virtual se assume como uma figura fundamental no sistema proposto. Da sua actuação depende uma eficaz e eficiente operação da empresa virtual. (O facto de o gestor da empresa virtual ser um SPA introduz versatilidade ao modelo de referência de planeamento e controlo da produção que se propõe. Deste modo, de acordo com o ambiente de produção em que se insere a empresa virtual em questão, será possível “seleccionar” o SPA mais indicado para a gestão desse tipo de negócio)

---

#### 5.3.4 – A Entidade Iniciadora (EI)

---

##### 5.3.4.1 – Caracterização

Dentro do espírito deste trabalho, a formação de uma empresa virtual é claramente iniciada com o aparecimento de um conjunto de condições concretas num determinado instante, perfeitamente localizado, a que damos o nome de oportunidade de negócio. A partir dessa premissa é necessário definir-se como se vai e quem vai proceder de forma a transformar essa oportunidade de negócio num negócio concreto. Seguindo a postura que norteia a realização desta tese, a estrutura organizativa que permitirá alcançar o estado de negócio é a empresa virtual. A forma como esse processo se conduzirá será amplamente debatido na secção relativa à formação da empresa virtual, mais adiante neste mesmo capítulo. Consequentemente, o que se pretende nesta pequena reflexão, é a identificação de algumas considerações pertinentes sobre a entidade que será responsável pela condução do processo que vai desde a percepção dessa oportunidade de negócio, até à formação de uma estrutura que permita concretizar essa oportunidade de negócio. Uma leitura exhaustiva da bibliografia, permitiu retirar a ideia de que a maioria dos relatos versando a formação da empresa virtual, se iniciam com a afectação a uma determinada entidade da responsabilidade de congregar recursos que permitam concretizar essa empresa virtual. Este grupo de trabalho considera que as características associadas à entidade que inicia o processo de formação da empresa virtual estão directamente relacionadas com a maior ou menor dificuldade inerente à formação da empresa virtual, bem como com a eficiência e eficácia da estrutura montada. No âmbito desta tese, a entidade responsável pela detecção de uma oportunidade de negócio emergente e pela condução das actividades que resultarão na formação da empresa virtual é designada por Entidade Iniciadora (EI). É nossa opinião que esta entidade iniciadora deverá ser um SPA que possui conhecimento suficiente sobre o negócio, permitindo-lhe elaborar um primeiro plano de projecto ao qual damos o nome de plano de projecto superficial da empresa virtual. Este plano contém informação suficiente para se iniciarem operações de procura de parceiros que encaixem nas funções identificadas como necessárias à formação da empresa virtual. Aparentemente este processo transparece alguma facilidade de execução. No entanto essa ideia é enganadora uma vez que o plano de projecto superficial da empresa virtual sofrerá necessariamente diversas modificações até atingir o estatuto de definitivo. Uma vez que o que nos preocupa nesta secção é a caracterização da entidade iniciadora, esclarecimentos detalhados sobre a formação da empresa virtual estarão presentes na secção 5.4.

A sensibilidade da entidade iniciadora para uma oportunidade de negócio é manifestamente diferente tratando-se de uma entidade iniciadora com conhecimento sobre o negócio ou de uma entidade iniciadora que não tenha conhecimento sobre o negócio. No limite, pode-se inclusive considerar que uma entidade iniciadora que se enquadre nesta segunda possibilidade não conseguirá sequer aperceber-se da existência da oportunidade de negócio. Fora essa situação limite, uma entidade iniciadora sem conhecimento do negócio teria necessariamente que utilizar recursos

intermédios antes de atingir o plano de projecto superficial da empresa virtual com alguma qualidade. No entanto esta situação não será inibidora da formação de uma empresa virtual eficaz e eficiente. Acreditamos no entanto que a situação desejável será a de uma entidade iniciadora com conhecimento sobre o negócio, sendo essa uma das características que atribuiremos à entidade iniciadora nesta tese. Uma vez que a entidade iniciadora é também um SPA, terá consequentemente conhecimento do MSPA e do procedimento para aceder a ele (via Broker). A entidade iniciadora realizará inicialmente com o Broker diversas interações de forma a definir os parâmetros de procura. Numa segunda fase a entidade iniciadora juntamente com alguns SPAs realizará interações no sentido de evoluir o plano de projecto superficial da empresa virtual, ajustando-o aos SPAs já seleccionados, objectivos pretendidos e SPAs existentes no MSPA disponíveis para ocupar as funções do plano de projecto superficial da empresa virtual (mais evoluído) ainda não atribuídas.

Uma das características que gostaríamos de salientar relativamente à entidade iniciadora na abordagem proposta, tem a ver com o facto desta ostentar, em maior ou menor grau, alguma dose de participação na decisão de escolha de SPAs para integrarem a empresa virtual. Essa característica será ainda mais vincada na situação de conhecimento do negócio por parte da entidade iniciadora. Esta situação permitirá que o, até este momento, “dono da ideia” mantenha algum poder decisório que inviabilize a descaracterização da ideia de negócio surgida inicialmente. Na secção seguinte introduzir-se-á o conceito de conselho de administração da empresa virtual onde a expressão “dono da ideia” será desmistificada. Voltando ao pensamento anterior, é possível adiantar-se que esta capacidade decisória por parte da entidade iniciadora não é uma característica partilhada pelas diversas posturas passíveis de ser encontradas na bibliografia. Esta afirmação servirá de mote para uma breve alusão às diferentes posturas que se podem encontrar para o conceito que aqui se traduz por entidade iniciadora.

#### 5.3.4.2 – Entidades que realizam acções de entidade iniciadora na bibliografia

Na literatura sobre o tema de empresa virtual é possível encontrar-se entidades iniciadoras cujas funções desempenhadas ao longo do ciclo de vida da empresa virtual, ultrapassam em muito aquelas que lhe são atribuídas nesta tese. A identificação de oportunidades de negócio é uma das funções às quais a entidade iniciadora se encontra genericamente associada. No entanto, enquanto que na abordagem que propomos essa identificação surge com naturalidade e decorrente da actividade normal da entidade iniciadora enquanto SPA, noutras propostas a entidade iniciadora é praticamente um profissional da procura de oportunidades de negócio. Nessas situações a sua actividade principal será a de Broker ao qual são atribuídas funções de procura e selecção de parceiros, formatação de informação, coordenação de parceiros, estabelecimento de contratos, resolução de conflitos e elemento de contacto com clientes, para além da já citada procura e reconhecimento de oportunidades de negócio (Kanet *et al.*, 1999). Esta postura em que o Broker é simultaneamente entidade iniciadora é partilhada por outros autores (Franke e Hickmann, 1999). Neste último caso, embora a designação seja a de Broker, este executa funções coincidentes com as que nesta tese atribuímos à entidade iniciadora. Existem outros exemplos onde a designação de Broker se associa ainda à de coordenador da empresa virtual, acrescentando-lhe ainda mais o conjunto de actividades sob sua responsabilidade (Camarinha-Matos, 2001).

Consideramos as situações descritas atrás como sendo um pouco mais limitativas que aquela que propomos. Esta ideia sustenta-se no facto de considerarmos improvável que uma mesma entidade detenha conhecimento sobre variadas áreas de negócio e recursos suficientes, que lhe permitam realizar toda a panóplia de actividades que lhe são atribuídas nos trabalhos apontados no parágrafo anterior. Assim, na nossa óptica, cremos ser incomparavelmente mais pesada e menos ágil a postura da entidade iniciadora nessas condições, uma vez que terá que dividir os seus esforços por um maior número de responsabilidades, ou recorrendo à delegação de algumas dessas

responsabilidades. Esta situação afasta-se da ideia que pretendemos nesta tese. A postura por nós proposta permite a existência de um grande número de potenciais entidades iniciadoras, que apenas têm que se servir de uma infra-estrutura montada e pronta a utilizar. A importância da entidade iniciadora relativamente ao negócio durante o ciclo de vida da empresa virtual, dependerá da quota de responsabilidade acordada e assumida aquando da constituição do conselho de administração, entidade que vamos introduzir de seguida.

### 5.3.5 – O Conselho de Administração e a estrutura de controlo

A empresa virtual, tal como é apresentada nesta tese, é formada por um conjunto de SPAs cuja actuação é necessário coordenar eficaz e eficientemente. Cada um dos SPAs realizará actividades parciais, cujo resultado uma vez agregado, dará origem ao produto global da empresa virtual. Assim a definição de uma estrutura que permita a realização do controlo efectivo desta rede assume-se como fundamental (Camarinha-Matos, 2001). Na secção 5.3.3 apresentou-se o gestor da empresa virtual, que seria a entidade responsável pela gestão operacional do funcionamento da empresa virtual. No entanto essa entidade não poderá, nem deverá, autonomamente definir quais as estratégias a seguir no sentido de alcançar os objectivos inicialmente previstos para o negócio. Essa actuação poderia descambar no desvirtuar do potencial negócio, não sendo também essa a função que se pretende para o gestor da empresa virtual nesta abordagem. Existe então a necessidade de criar uma outra entidade responsável pela definição dos objectivos a alcançar, da estratégia a seguir para que esses objectivos sejam atingidos e da supervisão do funcionamento estratégico da empresa virtual. Em todo este processo terá necessariamente importância fundamental a entidade iniciadora. Relembre-se que a entidade iniciadora detém até este momento o estatuto de “dono da ideia”. Como tal as suas indicações serão fundamentais na construção de uma entidade orgânica que pretenda estabelecer e velar por uma estratégia para a empresa virtual. No entanto, considerando a partilha de risco em que incorre cada um dos SPAs que formam a empresa virtual, uma entidade com essas responsabilidades deverá providenciar um fórum privilegiado de congregação de todas as sensibilidades, ou pelo menos da sua maioria. Assim, essa entidade terá a designação de Conselho de Administração da empresa virtual (CA). Neste conselho de administração, directa ou indirectamente, estão representados todos os integrantes da EV, e será o órgão máximo na hierarquia da EV. É neste órgão que se ratificam contratos entre os vários parceiros, nos quais se estabelecem todos os pormenores relativos a obrigações e direitos de cada um dos parceiros, bem como os procedimentos a realizar em função de cada evento originário da coordenação da empresa virtual. Frise-se que apenas se ratificam, uma vez que o documento genérico é facilitado pelo MSPA.

Este conselho vai ser constituído na fase de formação da empresa virtual e integrará representantes de cada um ou de grupos de SPAs. Terá sob sua responsabilidade funções como a gestão estratégica, admissão e dispensa de SPAs, definição de mercados alvo, bem como a definição contratual da ligação de cada SPA com a empresa virtual. Esta última função deverá ser cuidadosamente realizada, uma vez que uma previsão e definição atempada, exaustiva e completa de todas as situações passíveis de ocorrer durante o ciclo de vida da empresa virtual, permitirão uma maior agilidade e eficiência no funcionamento da empresa virtual. Para este facto contribuirá decisivamente o MSPA, disponibilizando meios de formalização previamente elaborados com base no capital de conhecimento adquirido ao longo da sua actividade. Ao integrarem o MSPA, os SPAs têm a noção de que devem assumir as regras que aí se encontram em vigor. Como tal, todas as decisões resultantes do plenário do conselho de administração deverão ser acatadas. O SPA ou SPAs que não assumam essas decisões deverão ser alvo de sanções que ficarão registadas no seu cadastro, armazenado no MSPA. A forma como as decisões serão aprovadas em conselho de administração variará de empresa virtual para empresa virtual. No entanto, em todas as empresas virtuais que baseiem o seu ciclo de vida na estrutura que propomos nesta tese, as decisões

emanadas pelo conselho de administração serão executadas pelo gestor da empresa virtual. Este procedimento abre a possibilidade de um pequeno debate sobre o tipo de relacionamento que existe entre o conselho de administração e o gestor da empresa virtual, entre este último e os demais SPA e entre o conselho de administração e todos os SPAs que realizam actividades de produção.

### 5.3.5.1 – Arquitecturas de controlo

As opiniões relativamente à estrutura de controlo sob a qual se deveria basear o controlo da EV dividem-se. São várias as opiniões que referem que o funcionamento da EV beneficiaria se essa estrutura de controlo fosse assente numa perspectiva não-hierárquica (Camarinha-Matos *et al.*, 1998). Existem igualmente trabalhos que apresentam claramente as justificações para que esse controlo seja efectuado seguindo uma filosofia hierárquica (Camarinha-Matos *et al.*, 1999a; Putnik, 2000). O recurso a soluções híbridas é também uma possibilidade (Arnold *et al.*, 1996).

Tradicionalmente, ao nível dos sistemas de fabrico automatizados, encontram-se definidas quatro tipologias básicas de estruturas de controlo. São elas a forma centralizada, hierárquica, hierárquica modificada e heterarquica<sup>21</sup> (Dilts *et al.*, 1991). A figura 5.3 a, b, c e d mostra um esquema representativo de cada uma dessas arquitecturas, onde os rectângulos representam estruturas de controlo e os círculos representam entidades de produção. Alguns autores reduzem estas quatro formas a três uma vez que englobam as duas formas hierárquicas numa só (Leitão e Restivo, 1999).

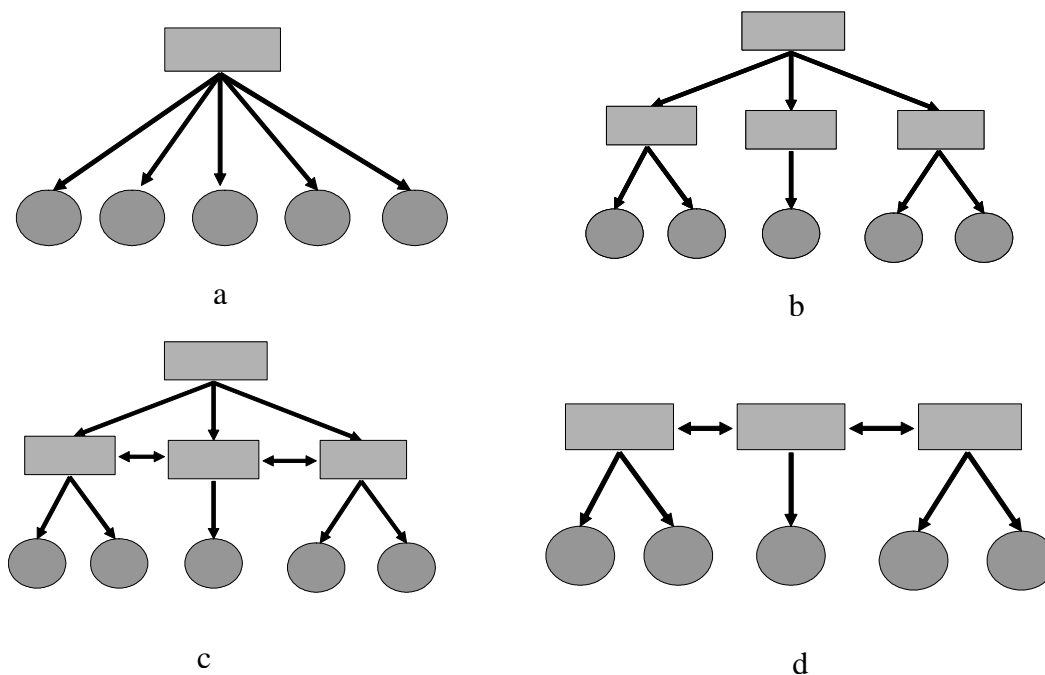


Figura 5.3 – Arquitecturas de controlo. a – Centralizada; b – Hierárquica; c – Hierárquica modificada e d – Heterarquica. Adaptado de (Dilts *et al.*, 1991).

A forma centralizada é caracterizada pela existência de um ponto global de armazenamento de informação, possibilitando assim acções de optimização e acesso facilitado. Caíram claramente em

<sup>21</sup> Na literatura este termo é utilizado como tradução do termo inglês heterarchical, que pretende significar sem hierarquia.

desuso em parte pela lentidão e inconsistência no acesso e obtenção de informação. A evolução verificada ao nível dos sistemas informáticos e de comunicações, aliadas a novas necessidades funcionais, possibilitaram o aparecimento de novas estruturas de controlo denominadas hierárquicas. Estas estruturas possibilitam a adaptabilidade do sistema em função de novas necessidades que venham a surgir, disponibilizando facilidade de integração de novas funcionalidades ou unidades. A existência de unidades de controlo distribuídas diminui a complexidade de controlo aos níveis superiores e simultaneamente assegura que a complexidade de controlo em cada um dos nós distribuídos seja também limitada. A possibilidade de realização de controlo de acções em malha fechada é outra das vantagens inerentes a esta arquitectura. A vertente modificada prevê ainda interligações entre os diferentes módulos de controlo dentro de um mesmo sub nível. Esta característica permite limar algumas arestas funcionais relativamente à ocorrência de distúrbios durante o funcionamento dos sistemas, sem que exista a necessidade de recorrer aos níveis de controlo superiores. Esta abordagem acentua o conceito de controlo descentralizado. Refira-se ainda que para ambas as estruturas o relacionamento de controlo é realizado via conceito de *master-slave* (Dilts *et al.*, 1991; Leitão e Restivo, 1999).

Com o objectivo de ultrapassar as desvantagens apontadas às arquitecturas referidas surge a arquitectura heterarquica (Dilts *et al.*, 1991). Esta postura permite um elevado grau de autonomia de cada módulo de controlo, conduzindo a uma elevada capacidade de reacção a perturbações. A não existência de níveis superiores de controlo incrementa a autonomia mas poderá conduzir a situações de pouca optimização, integração e homogeneidade uma vez que despoja a arquitectura de um nível de controlo com perspectiva global. Esta dificuldade foi particularmente sentida na utilização de agentes inteligentes em tarefas de planeamento e controlo da produção. No sentido de suprir as dificuldades apontadas, evoluiu-se para uma arquitectura designada por quasi-heterarquica. A grande diferença nesta arquitectura reside no facto de se adicionarem um ou mais níveis de controlo à primeira forma de arquitectura de controlo heterarquica (Usher e Wang, 2000).

#### 5.3.5.2 – Arquitectura de controlo proposta

Em função das reflexões expressas nas primeiras linhas desta secção, interessa esclarecer qual a estrutura de controlo que vai ser estabelecida entre as diferentes entidades ao nível do controlo funcional da arquitectura proposta. Tal como já referimos, o conselho de administração será a entidade que deterá o controlo de mais alto nível na arquitectura prevista. Sabendo que as suas decisões vão ser levadas à prática pelo gestor da empresa virtual; sabendo ainda que o gestor da empresa virtual tem alguma autonomia operacional, é razoável afirmarmos que estamos perante uma postura de relacionamento hierárquico com controlo distribuído ou descentralizado. Essa descentralização far-se-á sentir entre todos os SPA, nomeadamente entre o gestor da empresa virtual e os SPAs enquanto unidades produtivas, ou entre o conselho de administração e alguns SPAs que realizam funções de apoio à produção. Na fase de operação da empresa virtual será visível que o gestor da empresa virtual não tomará decisões de planeamento detalhado de uma forma autónoma. Não existe imposição intransigente de vontades. Pelo contrário. Recorre-se a interações com os SPAs afectos às diferentes tarefas no sentido de convergir para uma optimização global. Também relativamente ao controlo se nos depara uma situação de controlo distribuído, uma vez que o gestor da empresa virtual realiza o controlo a um nível mais elevado, realizando cada um dos SPA o controlo interno das tarefas que lhe foram atribuídas. O conselho de administração aporta uma visão global do sistema ao nível estratégico e o gestor da empresa virtual aporta também uma perspectiva de visão global operacional. Seguindo a mesma nomenclatura que foi adoptada para a figura 5.3, a figura 5.4 pretende exemplificar a estrutura de relacionamento que regerá o funcionamento do sistema, proposta em 5.5.

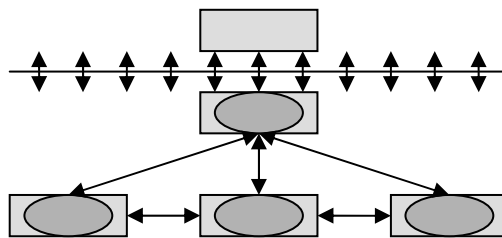


Figura 5.4 – Arquitectura de controlo para o sistema proposto

A sobreposição de um círculo com um rectângulo pretende significar que essa entidade desempenhará simultaneamente acções de controlo e produção (onde se incluem serviços).

### 5.3.5.3 – Casos similares ao conselho de administração na literatura

A solução encontrada para a divisão de responsabilidades operacionais e estabelecimento de directrizes estratégicas via conselho de administração não é muito comum. Atrevemo-nos mesmo a referir que, na diversa bibliografia consultada ao longo desta tese, não foi possível encontrar uma solução que se assemelhasse. O conceito mais próximo surge com a designação de comité organizativo. Esta solução baseia-se numa liderança múltipla de uma corporação virtual horizontal que é gerida pelo referido comité organizativo. A esse comité pertencem os directores de gestão dos vários membros, sendo um eleito o porta-voz. A grande diferença relativamente à proposta que apresentamos, centra-se no facto de nem todos esses membros se concentrarem num só projecto. Ou seja, dentro desse comité são formados grupos, sendo posteriormente indexados a projectos diferentes. A perspectiva de funcionamento é diferente daquela que pretendemos alcançar. O conselho de administração definido para uma empresa virtual A só lida com essa empresa virtual A, sendo os SPAs que integram a empresa virtual A livres de, em simultâneo, pertencerem ao conselho de administração da empresa virtual B.

## 5.4 – A formação da empresa virtual

A figura 5.5 (Carvalho *et al.*, 2003a) pretende traduzir uma perspectiva de alto nível relativamente ao que neste trabalho se pretende que seja o ciclo de vida de uma empresa virtual. Da sua observação evidencia-se a existência de três fases principais. São elas a Formação, a Operação e a Dissolução. A intersecção de todas as três fases referidas existe uma quarta fase à qual não é atribuído o mesmo nível de destaque e que se designa por reconfiguração.

A empresa virtual irá ser formada a partir de SPA existentes no MSPA via intervenção do Broker. De seguida vai entrar numa fase operativa onde existirá a preocupação de satisfazer as encomendas colocadas pelos clientes e por fim ocorrerá a sua dissolução. No desenrolar da operação, por motivos de ordem diversa e que mais adiante se especificarão, por vezes, será necessário recorrer a acções de reconfiguração. No decurso dessas acções realiza-se por um lado a dispensa/substituição de parceiros (utilização de processos estabelecidos para a dissolução, como por exemplo a distribuição de proveitos) e por outro a procura e adição de novos intervenientes (actividade de formação). É sob este prisma que não se considera a reconfiguração como uma fase principal mas sim como uma reutilização dos processos definidos para cada uma das três fases principais identificadas.

Dentro da problemática da formação e operação de empresas virtuais, o objecto de estudo desta tese centra-se sobre a operação, mais concretamente na especificação de um sistema de planeamento e controlo da produção. Considera-se no entanto não ser possível compreender com toda a substância pretendida a operação de uma empresa virtual se não existir previamente conhecimento do procedimento que leva ao seu surgimento e posterior dissolução. Isto é, existe a necessidade de se perceber o que existe como entrada na fase de operação, e o que esta deverá disponibilizar para as seguintes, ou outras que se relacionem com ela. Tendo esse conhecimento é possível utilizar e disponibilizar informação, de uma forma coerente e integrada. Na persecução desse objectivo, far-se-á a introdução à operação mediante a explicação das várias sub actividades que compõem a fase de formação. De seguida e com grande detalhe a atenção irá centrar-se na parte operativa e por fim será realizada uma explicação sucinta da fase de dissolução da empresa virtual, concluindo-se dessa forma o raciocínio sobre o ciclo de vida da empresa virtual.

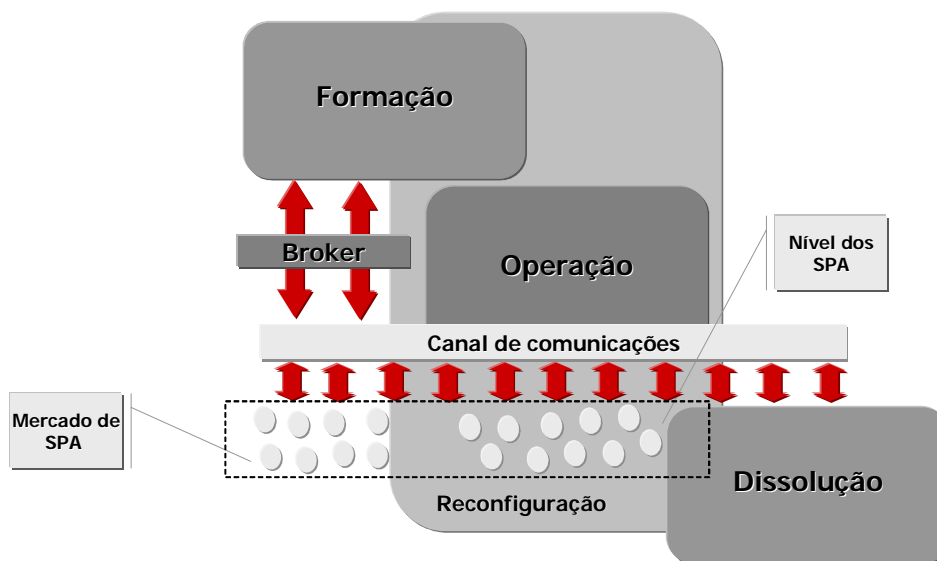


Figura 5.5 – Principais fases do ciclo de vida da EV. Carvalho *et al.*, (2003a)

A figura 5.6 representa o ciclo de vida da empresa virtual, especificada com base na metodologia IDEF0. Efectuando uma comparação com a figura 5.5, salienta-se o nível de detalhe com que o ciclo de vida é representado. Repare-se na existência das três grandes actividades (A1,A2 e A3) que coincidem com as três fases principais identificadas, bem como em todo um conjunto de fluxos de informação (setas) que inter-relacionam cada uma dessas fases e que permitem a sua operacionalidade. No âmbito da metodologia de modelação IDEF0, o esquema da figura 5.6 é o de nível hierárquico mais elevado que se apresenta nesta tese. Dada a complexidade que o sistema encerra é necessário recorrer-se à decomposição hierárquica de cada actividade. Segue-se a explicação de cada uma das sub actividades repetindo-se este procedimento para cada uma das sub actividades resultantes até se atingir o nível de explicação desejado.

Em concreto, como o próprio nome permite inferir, esta fase encerra em si a formação ou criação da empresa virtual. Esta acção resulta do surgimento de uma ideia para uma determinada oportunidade de negócio e centra-se na tentativa de encontrar o conjunto de parceiros adequados para a colocar em prática. Obviamente, será sempre necessário ter-se em atenção os constrangimentos de ordem vária que condicionarão o desenvolvimento dos diferentes processos. Nomeadamente a capacidade dos parceiros, a sua disponibilidade custos, prazos, entre outros (Putnik, 2000).

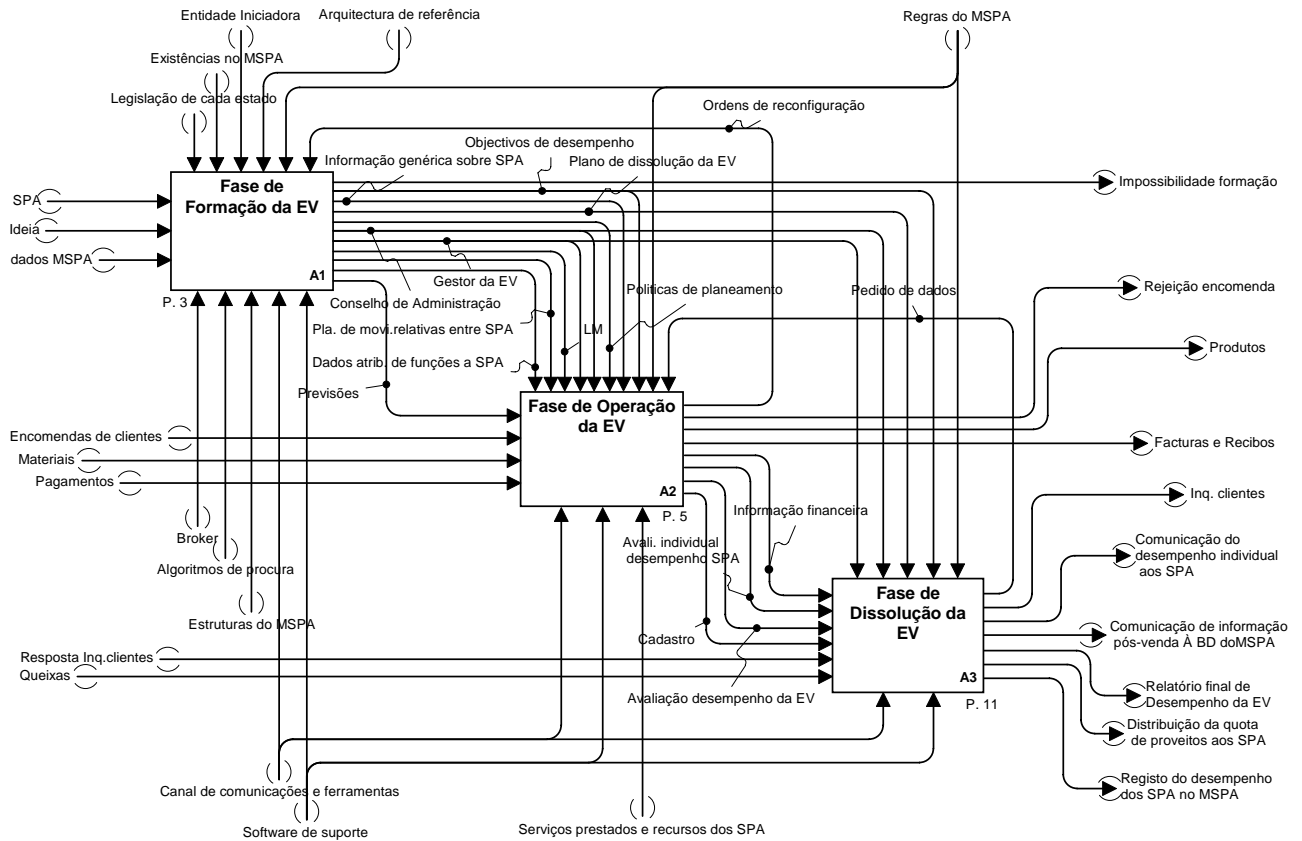


Figura 5.6 – Principais fases do ciclo de vida da EV em formato IDEF0

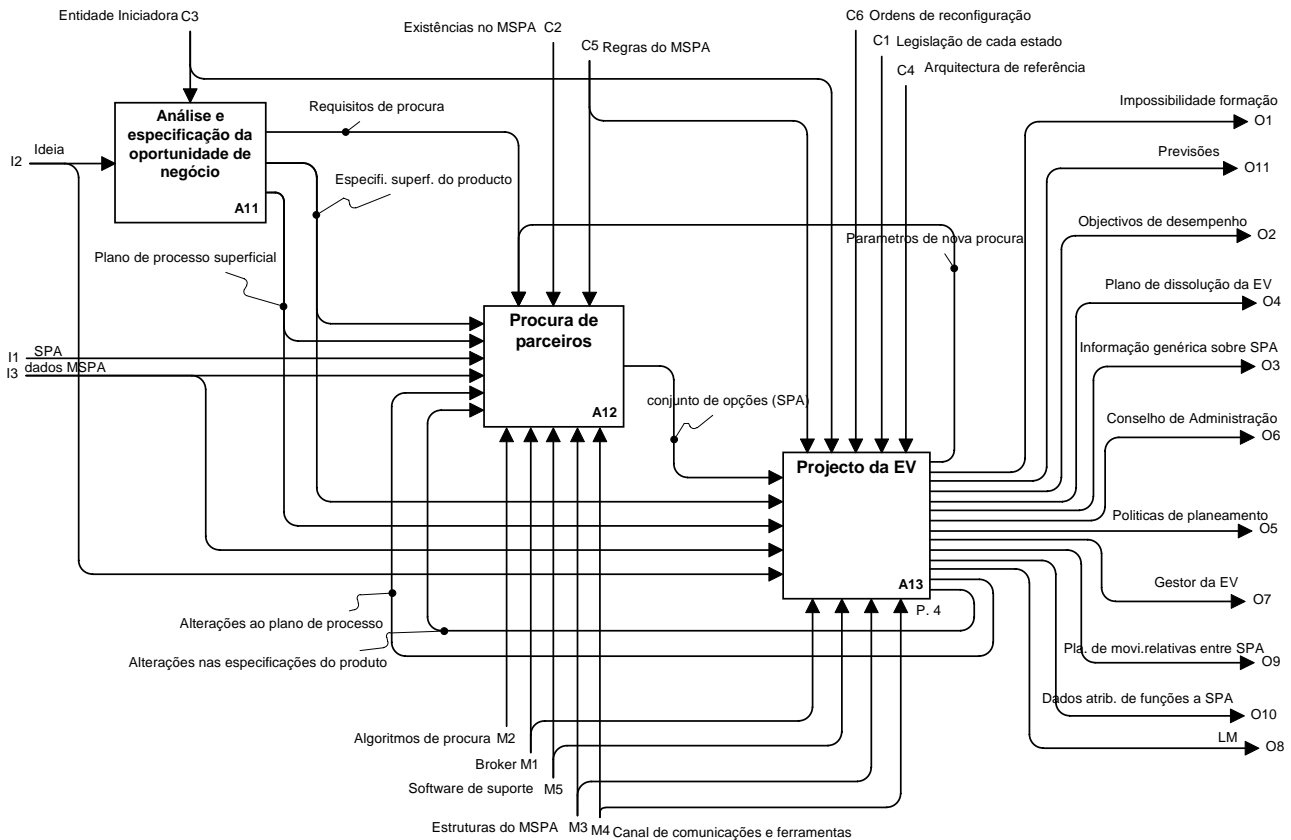


Figura 5.7 – Sub actividades da fase de formação da EV em formato IDEF0

Da observação da figura 5.7, que representa as sub actividades da fase de formação (A1), conclui-se que desde o surgimento da ideia até à formalização da empresa virtual e disponibilização de informação relevante é necessário ultrapassar-se três actividades. São elas a análise e especificação da oportunidade de negócio (A11), a procura de parceiros (A12) e a fase da realização do projecto da empresa virtual (A13).

#### 5.4.1 – Análise e especificação da oportunidade de negócio (ON) – A11

---

O processo de análise e especificação da oportunidade de negócio (ON) consiste na utilização da ideia como elemento germinador de dados mais específicos relativos, quer ao negócio, quer ao produto. Imagine-se que no âmbito de uma determinada área de negócio, uma entidade, referida em 5.3 e na figura 5.5 como Entidade Iniciadora (EI), se apercebe da possibilidade de existência de mercado para um produto ou serviço que não é disponibilizado de momento. Considere-se ainda que essa mesma entidade consegue caracterizar o produto ou serviço grosseiramente, ou seja, sem grande detalhe técnico e sem um exercício de reflexão muito apurado no que se refere ao procedimento que estará por trás da sua concepção. Note-se no entanto que para a entidade iniciadora a ideia não é um conceito vago. Concretize-se este pensamento. Em empresas tradicionais, dependendo das previsões de produção realizadas para um dado horizonte de planeamento, vai ser necessário actuar ao nível da contratação de pessoal, máquinas a adquirir, espaço físico necessário, capacidade de armazém e todo um conjunto de acções necessárias para se ir de encontro à procura prevista. Também nas empresas virtuais o acto de prever terá uma acção preponderante ao nível do planeamento. Em primeiro lugar, quando a entidade iniciadora se apercebe da existência de uma potencial oportunidade de negócio, inicia um processo de previsão das necessidades funcionais para produzir o produto. Por outro lado a percepção da oportunidade de negócio agrega em si uma previsão do comportamento da procura. Ou seja, permite realizar uma previsão relativa às capacidades necessárias quer para a empresa virtual como um todo quer para cada um dos seus integrantes.

A especificação e análise da oportunidade de negócio (A11) comportará informação relativa a quais os possíveis mercados que irão absorver a produção ou serviço que vai ser realizado, quais as quantidades que será necessário produzir para satisfazer a procura, qual a distribuição da procura dentro de um determinado horizonte de tempo e qual o intervalo de tempo durante o qual a empresa virtual se manterá em funções até se extinguir. No fundo o raciocínio baseia-se no surgimento de uma ideia, essa ideia permite perspectivar onde e em que quantidades se vão escoar os produtos e finalmente permite ter uma noção superficial das funções que será necessário preencher para realizar o produto. Este procedimento originará a possibilidade de realizar um plano de processo superficial, conhecer as especificações aproximadas do produto que se pretende, e ainda identificar os parâmetros a utilizar na procura dos SPA adequados.

#### 5.4.2 – A procura de parceiros – A12

---

Uma vez que a fase de análise e especificação da oportunidade de negócio foi concluída, o passo seguinte no objectivo de formar a empresa virtual, é a procura de parceiros que se ajustem às necessidades identificadas. Esta não é uma tarefa que se apresente simples. Nesta fase, quem está a tentar formar a empresa virtual (entidade iniciadora) depara-se com algumas das seguintes questões: Onde se poderão encontrar parceiros para o negócio antes que as condições que proporcionaram a oportunidade de negócio se desvançam? Serão eles parceiros idóneos? Como proceder para estabelecer contratos formais para esta parceria? Quais os procedimentos a executar para que a organização funcione eficaz e eficientemente? Estas questões foram formuladas e respondidas em 5.3.1 e a resposta para elas resulta no conceito de mercado de sistemas produtivos

autónomos (MSPA). Como consequência desta situação, o processo de procura estará condicionado às regras do MSPA e passará pela utilização da entidade acreditada para operar nesse meio que é o Broker.

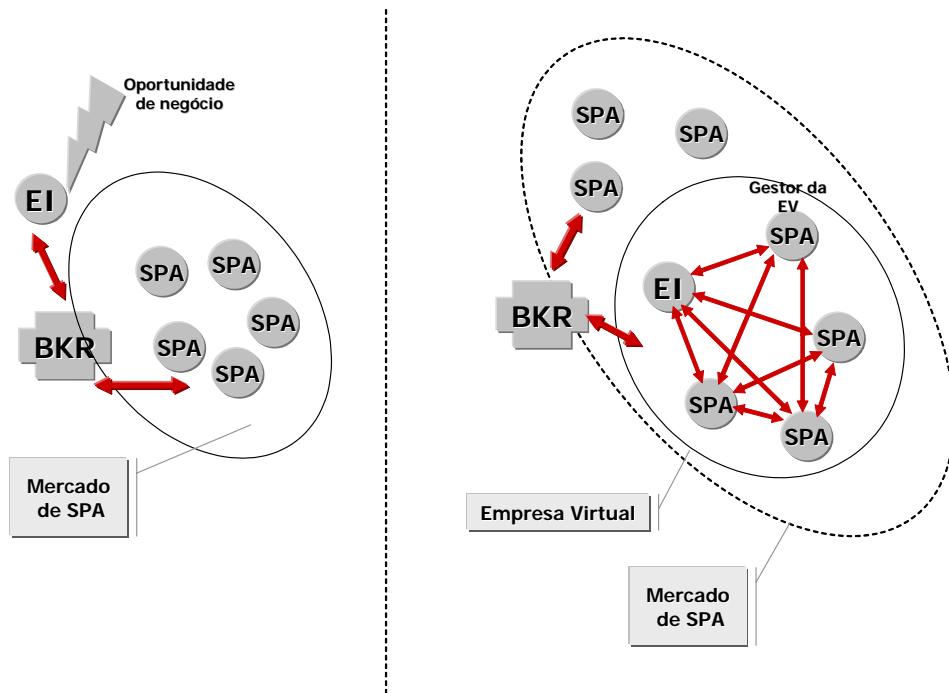


Figura 5.8 – A Acção do Broker (BKR) na formação da EV

Existindo conhecimento deste mercado por parte da entidade iniciadora, esta suportar-se-á no Broker para a procura de parceiros. O Broker, comunicará com a entidade iniciadora a fim de tomar conhecimento do nível de importância a atribuir aos parâmetros de procura a considerar. Estes requisitos utilizados conjuntamente com algoritmos de procura disponibilizados pelo MSPA (mecanismo da actividade A12) permitem diminuir a complexidade inerente à tarefa de procura de parceiros por parte do Broker no MSPA. Informação mais detalhada sobre a complexidade da procura de parceiros pode ser encontrada em (Cunha *et al.*, 2000). A figura 5.8 pretende ilustrar a acção entre o Broker e a entidade iniciadora no acto de formação da empresa virtual. Inicialmente existe comunicação entre o Broker e a entidade iniciadora no sentido de se realizar a procura de parceiros dentro do MSPA. A imagem da direita ilustra a situação em que a empresa virtual está já formada e necessitará a intervenção do Broker caso se manifesta a necessidade de uma acção de reconfiguração. Uma chamada de atenção para o facto de na imagem da esquerda a entidade iniciadora se encontrar fora do MSPA. Este é apenas um exemplo uma vez que a entidade iniciadora pode ser um SPA pertencente ao MSPA.

#### 5.4.3 – O projecto da EV – A13

O passo seguinte no processo de formar a empresa virtual é o projecto da empresa virtual. Esta actividade pode ser caracterizada por duas fases principais. Na primeira tenta-se seleccionar e adequar os SPAs ao plano de processo e estrutura do produto. Esta acção é complementada por tentativas de optimização ao nível do plano de processo e estrutura do produto que poderão finalizar na dispensa e nova procura de parceiros. A segunda fase passa pela formalização

organizativa da empresa virtual. Para realizar estas tarefas são utilizadas no sistema quatro actividades (figura 5.9).

A selecção de parceiros (A131), a reanálise da especificação do produto e do processo (A132), a definição organizacional e formalização da empresa virtual (A133) e a geração da Lista de Materiais e Movimentações (A134).

Com base na utilização de ferramentas que permitem efectuar buscas no MSPA e suportando-se nas infra-estruturas do MSPA, o Broker vai realizar a tarefa de procura que lhe foi indicada. Uma vez finalizada a acção de procura de parceiros, o Broker disponibilizará à entidade iniciadora uma lista de SPA que cumprem os requisitos pretendidos. Essa lista é disponibilizada contendo, se possível, mais do que uma alternativa para cada etapa do plano de projecto da EV. Para cada um dos SPA seleccionados vai ser disponibilizada informação (*ver MSPA*) que permitirá à entidade iniciadora ajuizar sobre quais SPA seleccionar entre os possíveis. A acção de selecção é realizada no respeito das regras vigentes no MSPA e conduzida pela entidade iniciadora com auxílio do Broker.

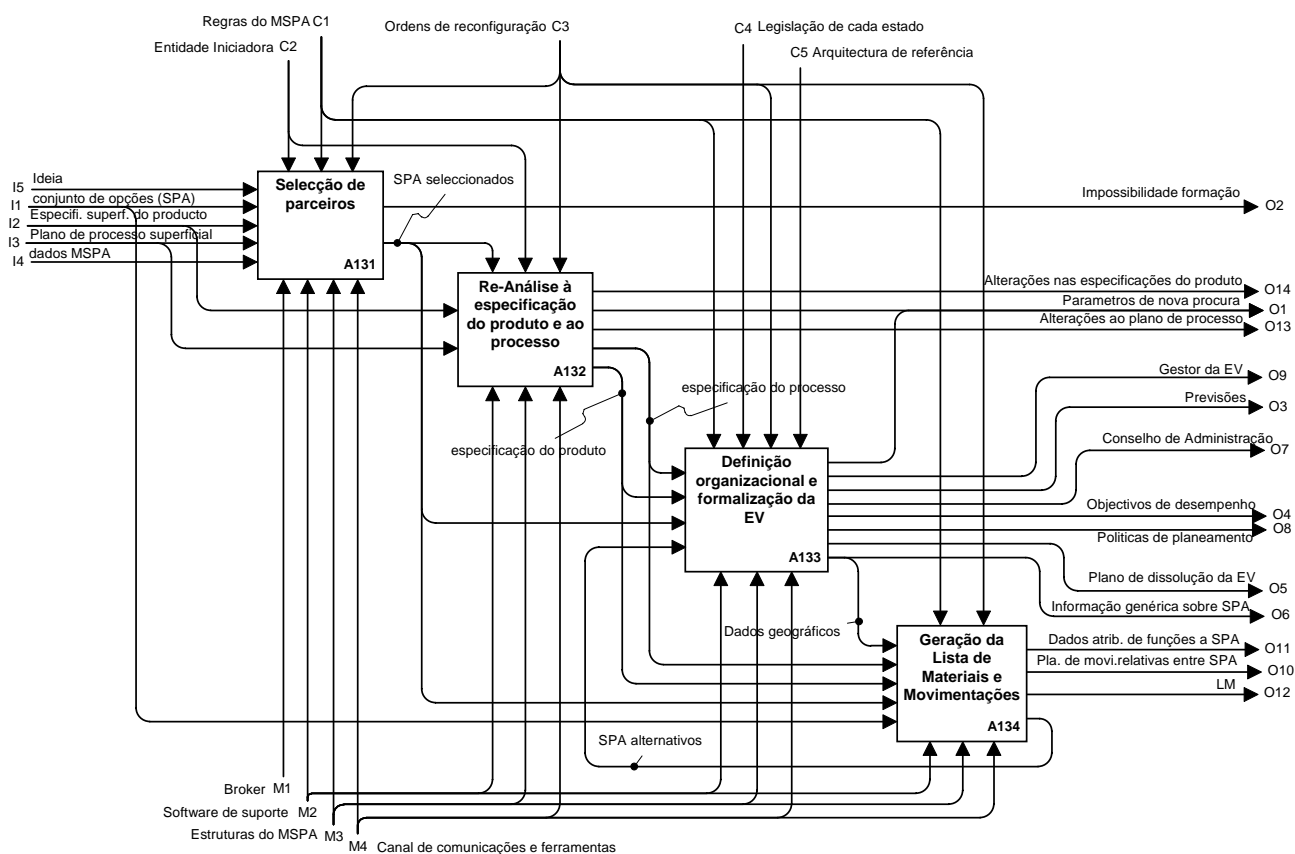


Figura 5.9 – Enquadramento da LMM no projecto da EV

A figura 5.10 mostra um exemplo de lista de SPA passíveis de serem seleccionados para formar a empresa virtual. É também visível a selecção de um conjunto de SPA que se julga serem adequados à realização do produto (setas e cor mais escura na figura). Refira-se ainda que na situação expressa na figura, o plano de processo é sempre o mesmo. Por esse motivo é que as várias possibilidades de

SPA para cada função do esboço do plano de processo ( $EPPf_{ik}$ )<sup>22</sup> se encontram dentro dos mesmos limites.

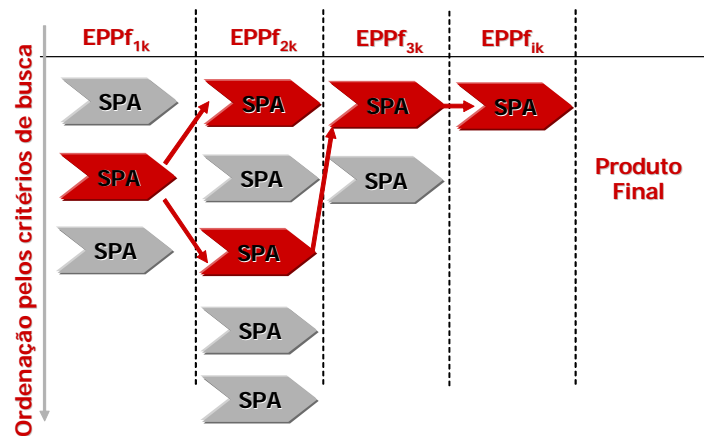


Figura 5.10 – Exemplo de lista de SPA possíveis para cada etapa do plano de projecto da empresa virtual

Normalmente, a selecção de parceiros não irá ficar completa com a realização de uma só operação. Esta situação é reflexo do facto de quer a estrutura do produto, quer o próprio plano de processo, poderem ser condicionados pelos SPA disponíveis para participar na empresa virtual num dado momento (figura 5.11).

Os processos de procura e selecção de parceiros, bem como a análise à especificação do produto e ao processo (A132) vão, conseqüentemente, ser executados várias vezes de uma forma iterativa, permitindo deste modo uma adequação do plano de processo às disponibilidades em termos de competências principais dos SPA disponibilizadas no MSPA. Esta situação está prevista no sistema através da informação que circula entre A13 (A132) e A12 com a designação de “modificações ao plano de processo” e “alterações às especificações do produto”. De A132 sairá ainda um conjunto de novos requisitos (parâmetros de nova procura) que, numa repetição da procura de parceiros, serão adicionados aos controlos do processo de procura A12. Estes novos requisitos resultam da análise dos resultados da procura precedente e das alterações efectuadas ao nível do plano de processo e das especificações do produto, contando já com a participação dos SPA pré seleccionados. Tendo sempre em mente os objectivos inicialmente propostos e expectativas relativamente à empresa virtual, não se descarta a possibilidade de não se conseguir formar a empresa virtual em função das competências principais existentes no MSPA. Nesse sentido, é necessário que fique um registo no MSPA com dados sobre o motivo da impossibilidade de formação da empresa virtual mediante as condições que subsistiram num determinado momento. Estes dados, serão uma fonte de informação importante para que os responsáveis pelo MSPA possam otimizar o seu funcionamento.

<sup>22</sup> E – Esboço; P – Plano; P – Processo; f – função; i – índice da função; k – índice do número de funções.

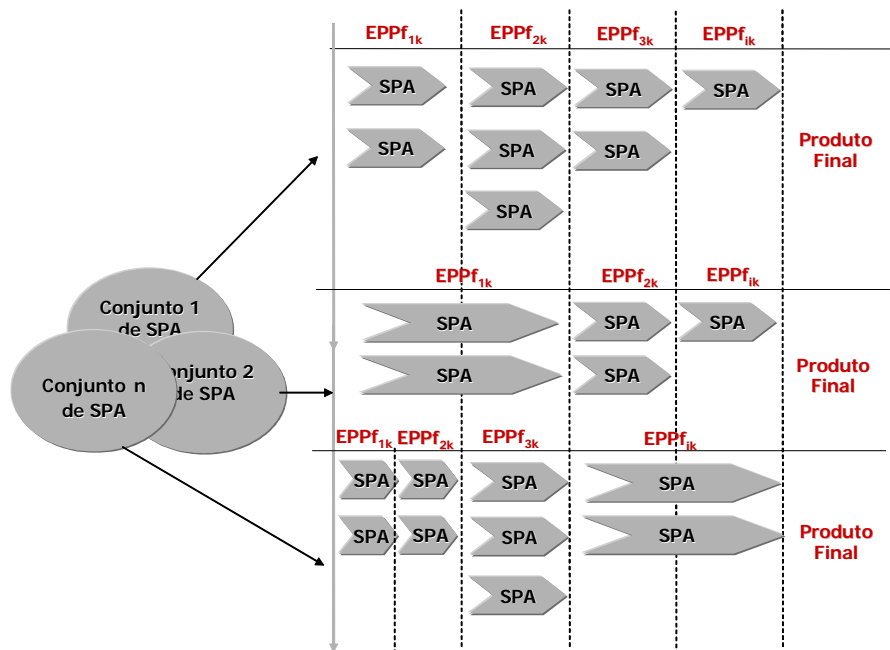


Figura 5.11 – Diferentes etapas do plano de processo em função do conjunto de SPA

Considerando finalmente que é possível encontrar o conjunto de SPA que permitirão dar resposta à solicitude da entidade iniciadora e concretizar a formação da empresa virtual, a actividade de definição organizacional e formalização da empresa virtual (A133), permitirá criar as estruturas funcionais sob as quais a empresa virtual irá operar. Concretamente, é desta fase que sairá o conselho de administração da empresa virtual, o gestor da empresa virtual, objectivos de desempenho da empresa virtual, um plano para a dissolução da empresa virtual, políticas relevantes para o planeamento da produção, informação relativa ao comportamento da procura (previsões) e informação genérica sobre cada um dos SPA (localização geográfica, elemento de contacto, tempo de laboração diário, dias de laboração semanal, etc.), bem como a definição da capacidade reservada (assegurada) pelo SPA para esta empresa virtual. São também definidos detalhes funcionais relativos às comunicações. Uma vez que esta fase é de formalização, é aqui que são assumidos os planos e contratos com que cada um dos SPA se comprometeu ao entrar para o MSPA.

Como exemplos aponta-se a obrigatoriedade de envio de relatórios periódicos de progressão de ordens recebidas, a aceitação sem contestação da sua eventual dispensa, comprometimento de realização de serviços dentro dos parâmetros de qualidade e nos prazos estabelecidos. Em suma cada SPA obriga-se a cumprir as regras vigentes no MSPA, que permitirão posteriormente suportar uma operação adequada.

Neste trabalho, em termos organizativos, e dependendo do tipo de actividade que desempenham, os SPA podem ser distribuídos por três grandes tipos (figura 5.12). Se a tarefa que um determinado SPA vai realizar passa por exemplo por furar uma determinada peça, por movimentar um conjunto de peças para um outro SPA, realizar compras, ou seja realiza uma função activa sobre a saída de um outro SPA ou sobre matéria-prima, então classifica-se como pertencendo ao conjunto de parceiros da empresa que realiza **actividades produtivas ou operações de produção**. Os SPA que realizam operações de produção são aqueles que irão constar da Lista de Materiais e Movimentações que será também alvo de estudo mais adiante neste capítulo. Por outro lado, se o

SPA realiza funções no âmbito da contabilidade, finanças, gestão, etc, então classifica-se num grupo designado por **actividades de apoio e controlo**. O terceiro tipo de actividade é a **de administração**. Esta terceira função coincide com o conselho de administração que resulta da formação da empresa virtual. Aí coexistem representantes de cada um dos SPA ou conjunto de SPA, cujas funcionalidades foram já debatidas atrás neste capítulo.

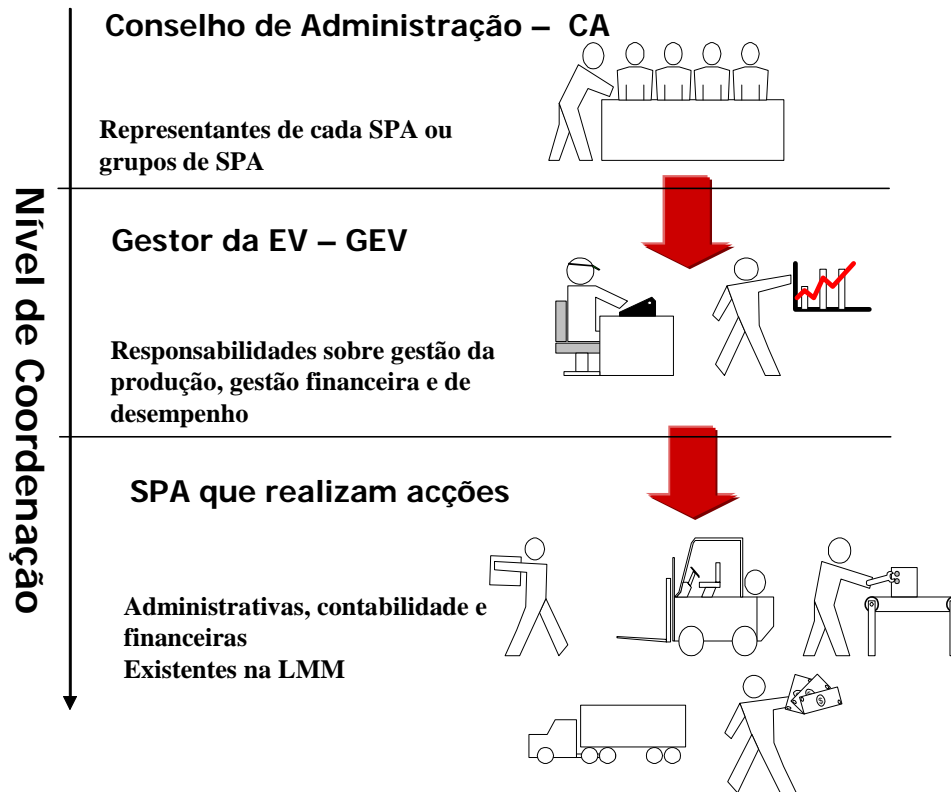


Figura 5.12 – Organização dos SPA dentro da EV

#### 5.4.4 – Lista de Materiais e Movimentações – Geração

Do ponto de vista da gestão de operações é crítico ter um plano que permita coordenar a realização de um produto com uma estrutura de vários níveis a ser realizado de uma forma distribuída em unidades fabris independentes. Para uma coordenação eficaz das tarefas a realizar em nós distribuídos, o coordenador necessita de ser constantemente provido com informação precisa e actualizada sobre as fases do processo distribuído, capacidade e desempenho de cada um dos nós, transporte entre nós e políticas de distribuição de trabalho (Mezgár *et al.*, 2000). A realização desse plano deverá suportar-se numa estrutura que permita em cada momento consistência na informação disponibilizada. Este factor torna-se ainda mais importante quando se prevê que durante o funcionamento da empresa virtual existam acções de reconfiguração. Ou seja, a atribuição inicial de tarefas a SPA não vai permanecer imutável ao longo de todo o ciclo operativo da empresa virtual. Em virtude da flexibilidade que se deseja para a empresa virtual considera-se que possam ocorrer alterações no decurso de uma operação concreta. Torna-se assim necessário definir um novo mecanismo que permita por um lado suportar de um modo eficiente a coordenação de um conjunto distribuído de SPA que participam directamente na produção e que por outro lado viabilize a gestão de todo o dinamismo de entrada e saída de SPAs na empresa virtual. É com base

nestas necessidades que se introduz o conceito inovador de Lista de Materiais e Movimentações (LMM) (Carvalho *et al.*, 2001a; Carvalho *et al.*, 2002; Pires *et al.*, 2003a)

A Lista de Materiais e Movimentações desempenha um papel fundamental no sistema de planeamento e controlo da produção proposto neste trabalho. Uma vez estabelecidos quais os parceiros que integram a empresa virtual, é gerada uma Lista de Materiais e Movimentações para cada produto (actividade A134). A sua formação tem como base as especificações do processo, as especificações do produto, os SPA seleccionados e dados geográficos que transitam do MSPA. À medida que vão sendo seleccionados os SPA que irão integrar a empresa virtual vai-se construindo uma base de informação que terá a descrição completa do produto (identificação de materiais, componentes e quantidades), bem como a sequência de criação do produto (montagem/fabrico). Até aqui não se acrescentou nenhuma informação àquela que pode ser encontrada numa tradicional Lista de Materiais (LM). No entanto da Lista de Materiais e Movimentações consta também informação sobre necessidades de movimentações relativas de itens entre SPA (se for caso disso), a identificação de cada um dos parceiros SPAs associados a tarefas de fabrico, montagem, compras ou movimentação e informação sobre o momento relativo em que uma operação deve ser feita.

Tendo em conta o carácter dinâmico da empresa virtual deve-se salientar que a Lista de Materiais e Movimentações não vai permanecer imutável ao longo do ciclo de vida da empresa virtual. A Lista de Materiais e Movimentações deverá ser redesenhada caso ocorram alterações na empresa virtual. A figura 5.13 apresenta um conjunto de factores que provocam essas alterações e que de seguida se explicam:

- Projecto superficial da empresa virtual – Se hipoteticamente o projecto superficial da empresa virtual permitir formar a empresa virtual sem grandes alterações é possível dizer-se que foi com base neste documento que a Lista de Materiais e Movimentações foi concretizada. O mais comum é que ele passe por várias revisões antes de se tornar definitivo, sendo no entanto perceptível o seu contributo na geração da Lista de Materiais e Movimentações.
- Procura e selecção de parceiros no MSPA – A procura de parceiros para ocuparem as funções identificadas na fase de projecto superficial da empresa virtual está condicionada à disponibilidade e capacidade dos integrantes do MSPA. No decurso desta actividade poderá manifestar-se a necessidade de realizar alterações, quer na estrutura do produto quer, no processo utilizado, sempre em função das possibilidades existentes. Opções estratégicas podem também activar esta função. A influência desta actividade na geração da Lista de Materiais e Movimentações fica directamente ligada ao conjunto de SPA que são seleccionados.
- O Projecto da empresa virtual – Nesta fase que já se verificou ser de formalização, poderão existir ainda algumas alterações na constituição da empresa virtual. Essas alterações vão-se repercutir na constituição da Lista de Materiais e Movimentações.
- Modificação ao nível da estrutura do produto – O processo de procura e selecção de parceiros pode desaguar na necessidade de alterações na estrutura do produto em função das competências principais dos SPA disponíveis no MSPA naquele momento. Opções estratégicas poderão motivar a necessidade activar esta função.
- Alterações no processo – Este tipo de alterações pode decorrer de uma opção estratégica mas pode também derivar das modificações realizadas na estrutura do produto. As competências técnicas dos SPA que neste momento cooperam podem não ser compatíveis com as alterações no processo. Tal situação provoca a necessidade de alteração de intervenientes e consequentemente na Lista de Materiais e Movimentações.

- Alterações na constituição da empresa virtual por motivos estratégicos, de desempenho ou de capacidade – Este tipo de alterações derivam da fase de operação da empresa virtual. A constatação da falta de capacidade da empresa virtual para satisfazer a procura pode originar que sejam adicionados à empresa virtual novos parceiros com alterações consequentes na Lista de Materiais e Movimentações. O fraco desempenho de um determinado SPA pode também motivar a sua dispensa e consequente alteração nos integrantes da empresa virtual e logo da Lista de Materiais e Movimentações.

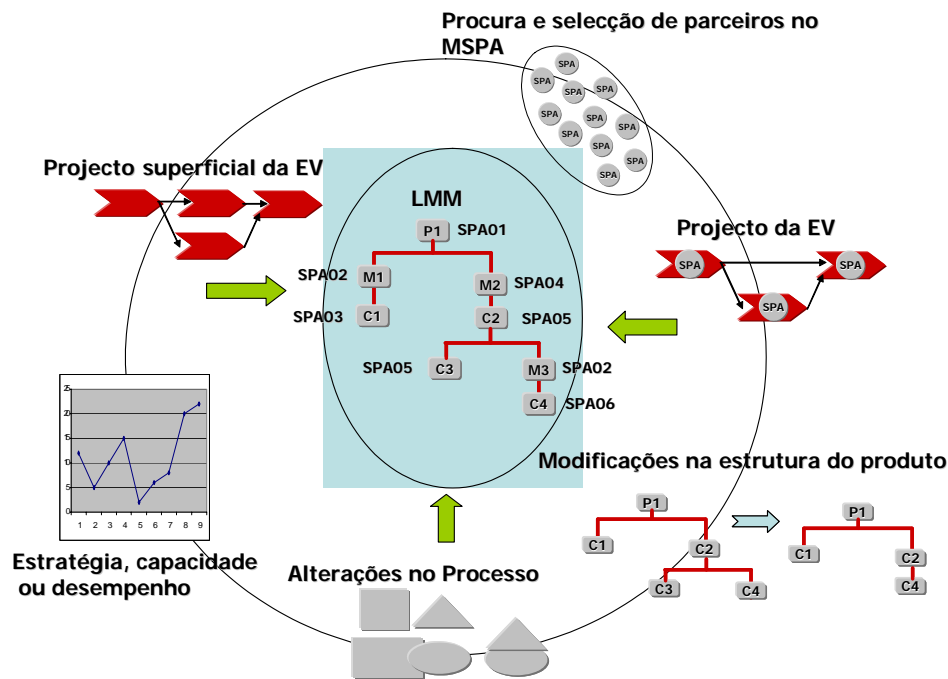


Figura 5.13 – Círculo de influências na criação da LMM ao longo do ciclo de vida da EV

Em função de várias perturbações que poderão existir no decorrer da operação da empresa virtual (referidas atrás), será necessário em cada instante de tempo saber qual a estrutura produtiva responsável pela realização dos produtos. Uma vez que já referimos que para um mesmo produto poderá existir em instantes de tempo diferentes uma estrutura produtiva diferente, parece razoável considerar-se que o relacionamento da Lista de Materiais e Movimentações com o tipo de produto não será viável. Assim considera-se que a situação mais plausível será a indexação da Lista de Materiais e Movimentações à ordem de produção. Desta forma será possível saber-se quem faz ou fez, quando e onde. A figura 5.14 pretende mostrar esse tipo de relacionamento. Mediante as políticas implementadas no planeamento director de produção e em função das disponibilidades de SPAs para a execução de um mesmo produto, poderão existir diferentes LMM associadas a diferentes ordens de produção.

Um caso extremo da instabilidade da Lista de Materiais e Movimentações fica patente no conceito que designamos por “Uma-Encomenda-Uma-Empresa (One-Order-Enterprise)” (Pires *et al.*, 2003a). Nesta situação, para cada encomenda que dá entrada na empresa virtual verifica-se a necessidade de alterar significativamente a estrutura produtiva da empresa virtual. Tal situação poderá ser motivada por uma cascata de falta de capacidade, ou pela necessidade de realizar alterações no processo, com uma eventual/consequente reconfiguração alargada. Refira-se nesse sentido, que os autores do conceito OPIM (One-Product-Integrated-Manufacturing), consideram que um sistema produtivo concebido para produzir vários produtos é tecnicamente menos eficiente

que um sistema produtivo orientado apenas para a produção de um só produto (Putnik e Silva, 1995; Putnik, 1997). Assim, por necessidade mas também por conveniência, existe a necessidade constante de otimizar a estrutura existente. De forma a suportar convenientemente esse dinamismo, para cada encomenda é gerada uma Lista de Materiais e Movimentações que garante a coordenação dos recursos que permitirão satisfazer a encomenda em causa.

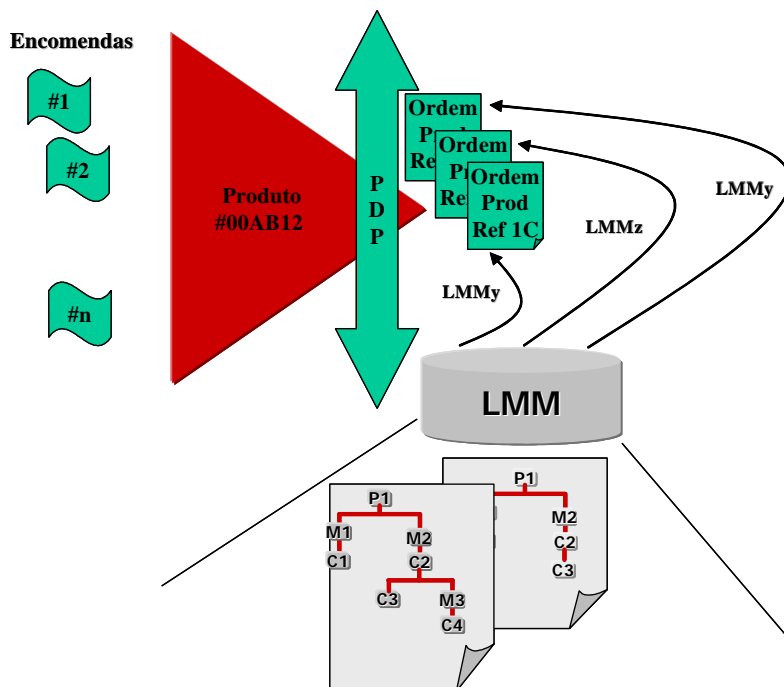


Figura 5.14 – Diferentes LMM afectas a diferentes ordens de produção, para um mesmo produto

A Lista de Materiais e Movimentações é um dos conceitos inovadores apresentados neste trabalho. O seu funcionamento influencia decisivamente toda a actividade do ciclo de vida da empresa virtual. Por este motivo, a sua explicação apenas numa secção, torna-se difícil. Assim, chama-se a atenção do leitor para o facto de este conceito ser referido ao longo de toda a tese. Considera-se que uma percepção completa, das implicações nas diferentes fases do ciclo de vida, e a completa percepção da orgânica da Lista de Materiais e Movimentações, só será obtida com a leitura integral deste capítulo.

## 5.5 – A Operação da EV

Nesta secção pretende-se especificar funcionalmente o sistema de planeamento e controlo da produção, que irá suportar a operação da EV. A metodologia a seguir será a mesma que em secções anteriores deste capítulo. Isto é, o funcionamento formal do sistema será realizado com base na metodologia IDEF0, complementada com figuras baseadas em blocos sem o formalismo atribuído aos IDEF0.

Em termos de objectivos, a operação de uma empresa virtual não diverge daqueles que normalmente são estabelecidos para a operação de uma empresa tradicional. Ou seja, deve

conseguir-se satisfazer as necessidades do cliente. Do ponto de vista deste último, a empresa virtual não é uma estrutura distribuída e estruturalmente dinâmica. É antes um parceiro de negócio que lhe fornece um bem ou serviço que este deseja adquirir. Cabe agora à empresa virtual, organizar-se estrutural e funcionalmente para cumprir a função que dela se espera. Nesse sentido, um objectivo fundamental a alcançar na fase de operação de uma empresa virtual é conseguir-se colocar a funcionar como um todo, um conjunto de partes, de forma a atingir-se os objectivos estipulados. Isto é, produzir produtos nas quantidades, especificações e prazos estabelecidos. Pretende-se ainda manter níveis de qualidade que permitam à empresa ser competitiva. À inerente dificuldade subjacente à obtenção destes objectivos acresce-se o referido carácter estruturalmente dinâmico que caracteriza a este tipo de empresa. A forma como esse dinamismo se vai fazer sentir no funcionamento da empresa virtual, traduzir-se-á essencialmente na caducidade da estrutura montada. Essa caducidade resultará por exemplo do desvanecimento das condições que originaram a oportunidade de negócio inicial; algum dos integrantes da empresa virtual não está a corresponder ao que dele é esperado, sendo necessário a sua substituição; ou a constatação de falta de capacidade para produzir determinadas quantidades dentro de um prazo concreto, situação que provocará a necessidade de integrar novos membros na estrutura da empresa virtual. De forma a conseguir-se controlar todas as ocorrências descritas, juntando eficiência à operação da empresa virtual, é necessário que existam níveis elevados de coordenação entre todos os integrantes da empresa virtual. Nesse sentido o sistema de planeamento e controlo da produção desempenha um papel fundamental.

O Sistema de planeamento e controlo da produção (PPC), genericamente, pode ser considerado como um componente do sistema de informação de uma empresa (*ver capítulo 3*). A sua actuação incide em questões relativas a máquinas, recursos humanos e fornecedores. No entanto essa focalização é dependente da actividade específica da empresa. Os objectivos de um sistema de planeamento e controlo da produção variam, de empresa para empresa, mantendo um ponto em comum: a necessidade de fornecerem informação detalhada e actualizada, que permita a quem gere tomar as decisões que considere adequadas. É razoável assumir-se que em função do tipo de produção, existirão diferentes tipos de sistemas de planeamento e controlo da produção associados. Por esse motivo, e dado o grau de dificuldade que tal tarefa encerraria, não se pretende nesta tese propor um sistema de planeamento e controlo da produção universal, que permita gerir todos os tipos de empresas virtuais. O foco deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de planeamento e controlo da produção, que permita realizar o planeamento e controlo da produção, numa EV que adopte uma postura de produção-por-encomenda, em pequenas quantidades.

Uma empresa de produção pode ser vista como um sistema global, representado por um pequeno conjunto universal de elementos funcionais interrelacionados. A relação funcional de cada actividade é um critério importante no projecto de um sistema de produção. Cada actividade designada por função tem um efeito ou influência nas outras actividades do sistema total. O agrupamento dessas actividades funcionais irá variar, em nome e estrutura organizativa, de uma empresa de produção para outra. À semelhança do referido para os sistemas de planeamento e controlo da produção, essa situação deriva da actividade específica de cada empresa bem como do relacionamento existente entre cada divisão. Esse relacionamento e respectivo agrupamento dão origem a variadas configurações.

A bibliografia apontada três funções como sendo as principais ou nucleares dentro de qualquer organização; marketing, onde são incluídas a compra e venda; função de desenvolvimento ou engenharia do produto e ainda a função operações, também designada em alguns casos por produção. As restantes (contabilidade e finanças, recursos humanos, entre outras) são consideradas funções de suporte (Slack *et al.*, 2001). A função produção ou operações é uma função central em qualquer organização cujo objectivo seja produzir produtos (seja um bem ou um serviço), que no fundo são as razões para a referida organização existir. Toda a organização tem uma função de operações uma vez que toda a organização produz algum tipo de produto (Slack *et al.*, 2001). Não

se pretende com isto dizer que seja a única ou a mais importante das funções identificáveis numa organização. Será certamente uma das três funções nucleares ou primárias passíveis de serem identificadas em qualquer organização. As outras duas funções que perfazem o trio variam um pouco de autor para autor. Por exemplo (Dilworth, 1992) refere que as três funções mais importantes são a produção ou operações, as finanças e o marketing. A bibliografia consultada é unânime quando refere que as funções principais ou núcleo devem agir de uma forma concertada com as restantes funções de suporte, possibilitando por esse meio elevados níveis de desempenho à organização em questão.

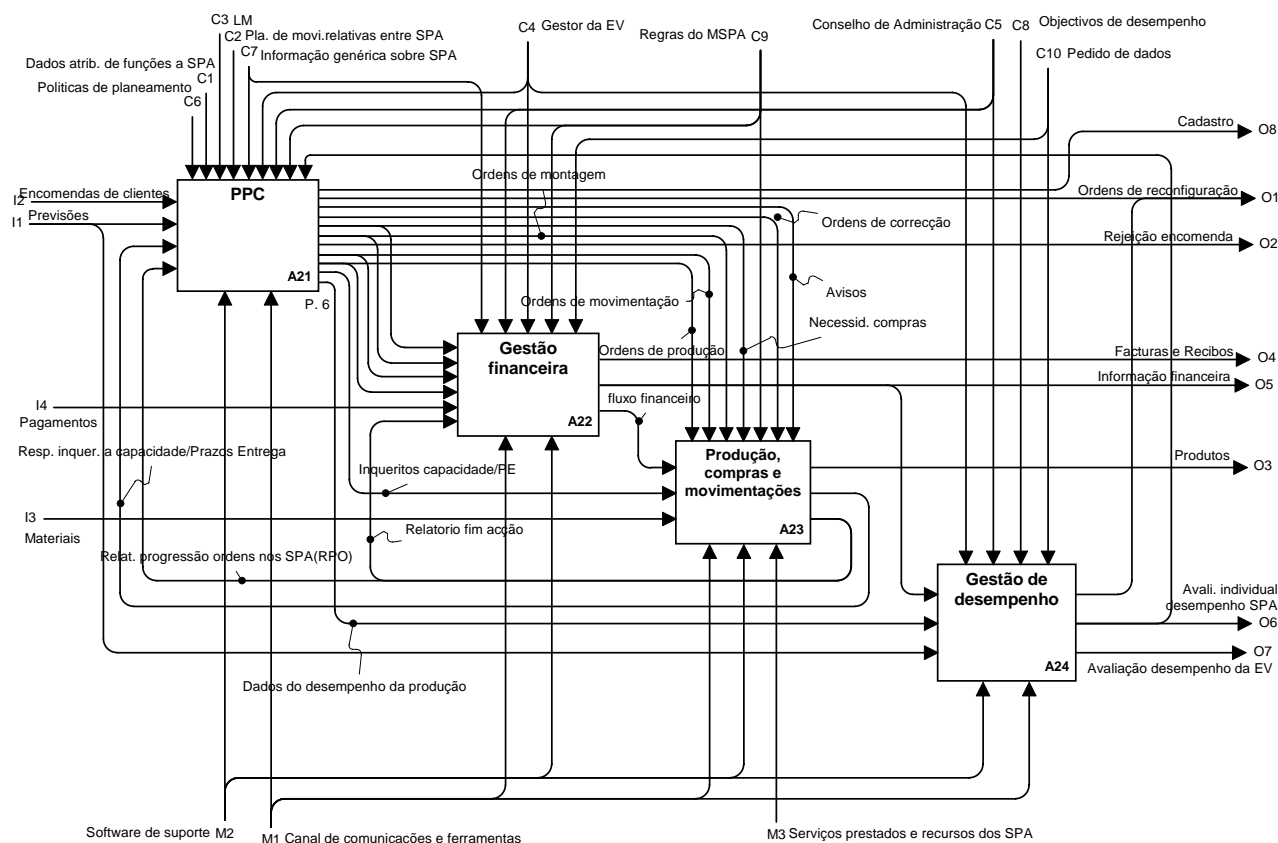


Figura 5.15 – Sub-actividades da fase de operação da EV em formato IDEF0

Centrando a atenção no sistema proposto, a figura 5.15 representa ao nível da operação da empresa virtual, o diagrama IDEF0 de nível hierárquico mais elevado. Nessa figura é possível observarem-se quatro actividades principais. Designadamente, a gestão da produção (A21), a gestão financeira (A22), a actividade de produção, compras e movimentações (A23) e por último a gestão de desempenho (A24). Realizando um raciocínio de analogia relativamente às funções identificadas no parágrafo anterior, verifica-se de imediato a não existência na figura de algumas delas. Considerando a natureza dos SPA e o conceito de empresa virtual, importa reflectir sobre algumas delas. Referimo-nos concretamente à gestão de recursos humanos, à função marketing e ao desenvolvimento do produto. Veja-se por partes. A gestão de recursos humanos não é considerada neste sistema uma vez que este tipo de gestão não é enquadrável na orgânica que preconizamos nesta tese para a empresa virtual. Na empresa virtual, as acções de planeamento e controlo realizam-se exclusivamente sobre SPA, ou sua actividade. Se dentro de cada um desses SPA existir a necessidade de realização de acções de gestão ao nível de pessoas, essas acções serão da responsabilidade de cada SPA e não importam ao gestor da empresa virtual. O gestor da empresa virtual pretende dos SPA integrados a realização de funções dentro dos parâmetros contratualizados

na formação da EV. No limite, um SPA poderá ser um trabalhador que desempenha uma determinada função. No entanto, para o gestor da empresa virtual ele é apenas mais um SPA. Assume-se portanto a não existência de gestão de recursos humanos na empresa virtual adoptada neste trabalho.

Relativamente ao marketing, importa referir que o termo encerra variados significados em função de quem escreve. É possível encontrar-se associado a este termo apenas o acto de divulgação do produto, ou toda a actividade que vai desde a observação e análise do mercado, passando por toda a actividade logística, até ao desenvolvimento de acções que provoquem uma reacção de compra por parte de potenciais clientes. Num ambiente de reacções rápidas onde a durabilidade da empresa virtual é bastante limitada e operando com base numa filosofia de produzir-por-encomenda, a existência da função marketing com efeito de divulgação do produto deverá ser analisada em função do tempo de permanência em funcionamento da empresa virtual e da oportunidade de negócio que a originou. Se a perspectiva for a de uma empresa virtual que prolongue o seu funcionamento no tempo, então será necessário considerar-se a possibilidade de encetar acções que possibilitem a divulgação do produto fornecido pela empresa virtual. Neste caso não deverá ser colocada de lado a possibilidade de integrar na empresa virtual um SPA especialista neste tipo de operações. Se for previsto para a empresa virtual um pequeno prazo de permanência em funcionamento, por exemplo a produção de alguns (poucos) lotes, com comprador assegurado, de um produto muito específico, então as operações de marketing não fazem sentido sendo diluídas na especificação da oportunidade de negócio. Esta perspectiva baseia-se no facto de se considerar que a oportunidade de negócio surgiu em função das necessidades pontuais de um cliente perfeitamente identificado que irá consumir toda a produção a realizar. Note-se que esta situação é diferente da produção para um nicho de mercado, numa janela temporal específica. Se a perspectiva de marketing se centrar em acções de observação do mercado no sentido de idealizar novos produtos que vão de encontro às necessidades desse mercado, então o marketing será mais uma vez “engolido” pelas actividades de especificação da oportunidade de negócio e enquadra-se consequentemente na fase de formação.

Raciocínio semelhante pode ser realizado para a engenharia do produto. Este conceito, dentro do ciclo de vida da empresa virtual, encontra-se disperso pelas actividades de análise e especificação da oportunidade de negócio, procura de parceiros e projecto da empresa virtual. Ou seja, o desenvolvimento do produto (sua especificação) é um trabalho iterativo, inicialmente realizado pela entidade iniciadora e depois em conjunto com o primeiro grupo de SPA pré seleccionados. Esta é uma actividade que claramente se enquadra na fase de formação.

O nível de detalhe exibido na figura 5.15 permite identificar o conjunto de actividades consideradas adequadas para uma correcta operação de uma empresa virtual, cujas características se enquadrem dentro das adoptadas neste trabalho. Assim, para que a fase de operação da empresa virtual seja efectuada com eficácia, os responsáveis pela gestão da empresa virtual (Conselho de administração e gestor da empresa virtual), terão que ser alimentados com informação de índole diversa de uma forma consistente, actualizada e constante. Sucintamente o que se pretende é a realização de acções de planeamento e controlo da produção (actividade A21) que irão desencadear as actividades previstas para os SPA envolvidos (actividade A23). Para que o controlo da empresa virtual seja realizado não apenas sob um prisma de produção, mas contemplando também a vertente financeira, é necessário realizar o acompanhamento sustentado das actividades dos SPA sob uma perspectiva contabilístico financeiro. Nesse sentido armazenam-se dados da actividade de planeamento e controlo da produção juntamente com a actividade de produção, compras e movimentações, traduzindo-se posteriormente em informação financeira. Este procedimento disponibiliza informação que irá ser utilizada pela actividade de gestão de desempenho (A24), que realizará a avaliação do desempenho da empresa virtual, relativamente aos objectivos de desempenho previstos. Importa ainda referir que essa informação será também utilizada na fase de dissolução da empresa virtual como se verá mais adiante.

### 5.5.1 – Produção, compras e movimentações – A23

As acções de planeamento e levantamento de necessidades (materiais e serviços) irão incidir sobre a actividade de produção, compras e movimentações (A23). Nesta actividade, coordenada (entradas de controlo) pela informação oriunda da actividade de planeamento e controlo da produção, vão decorrer os processos físicos que permitem produzir os produtos da empresa virtual. As entradas nesta actividade são as matérias-primas necessárias à produção e os inquéritos à capacidade dos SPA. Como saídas existem os produtos (relativamente ao produto final pretendido, estes podem ser produtos finais ou resultados intermédios das actividades de cada SPA), a resposta aos inquéritos à capacidade (RIC) e ainda relatórios de progressão das ordens (RPO). A informação de controlo divide-se pelos seguintes tipos: ordem de produção; ordem de montagem; ordem de correcção; ordem de movimentação; avisos e necessidades de compras (a especificação individual de todos estes fluxos está presente no anexo A). De acordo com a informação de controlo que é activada, são desencadeados processos de acção sobre o SPA competente. Este deverá reagir, encetando acções no sentido de conseguir cumpri-la dentro dos prazos, e em conformidade com os níveis de qualidade com que se comprometeu, ao integrar o MSPA. Na fase de formação, foi designado em cada SPA um elemento de ligação, que será responsável por realizar acções de interface com a empresa virtual. Terá a responsabilidade de receber comunicados do gestor da empresa virtual, bem como do envio de relatórios de progressão das ordens para a actividade de planeamento e controlo da produção, possibilitando ao gestor da empresa virtual um acompanhamento em tempo real da progressão da ordem que previamente enviou. Convém realizar uma pequena reflexão, para justificar o facto de as várias ordens que fluem para esta actividade, serem consideradas controlos e não entradas. Repare-se que os SPA que desempenham acções na actividade A23, coincidem com os que constam na Lista de Materiais e Movimentações. O que se pretende deles é que realizem operações de transformação de materiais, transporte, movimentações e compras. A forma e o *timing* dessa actuação são da exclusiva responsabilidade do SPA. Isto é, o SPA tem autonomia para internamente planear a execução da actividade levando em linha de conta a data e quantidades impostas para a entrega. No entanto, as ordens exercem uma acção de controlo sob a actividade do SPA conferindo em última instância o controlo ao gestor da empresa virtual e ao conselho de administração. Para lá da partilha do risco de participação no negócio, esta postura permite evidenciar a diferença entre uma relação cliente fornecedor e uma postura de parceiro.

A figura 5.16 pretende ilustrar um exemplo, de como se desenrolam as acções na actividade A23. Desde já, chama-se a atenção para o facto da concepção da imagem, não seguir o formalismo da metodologia IDEF0. Achou-se no entanto conveniente aproveitar algum desse formalismo, para tentar transmitir com mais rigor, o funcionamento que se entende ser adequado internamente a A23. Na figura 5.16 as caixas representam os SPA responsáveis pelas diferentes actividades, em conformidade com o definido no projecto da empresa virtual. A afluência das setas às actividades manteve o mesmo significado que para as actividades dos IDEF0. Isto é, setas a entrar por baixo representam mecanismos, por cima controlos, a entrar pela esquerda o que vai ser utilizado para realizar a actividade e as setas a sair da direita, representam o resultado da actividade.

Uma observação atenta da figura 5.16 permite observar a similaridade existente entre a disposição dos SPA e a estrutura apresentada para a Lista de Materiais e Movimentações. Neste exemplo meramente académico, à esquerda encontram-se os SPA que realizam as operações de compras. Mais para a direita encontram-se SPA cujas responsabilidades se dividem pela realização de operações de fabrico ou montagem. Sempre que seja necessário a movimentação de itens entre SPA recorrer-se-á a SPA cuja competência técnica principal seja a actividade de movimentações.

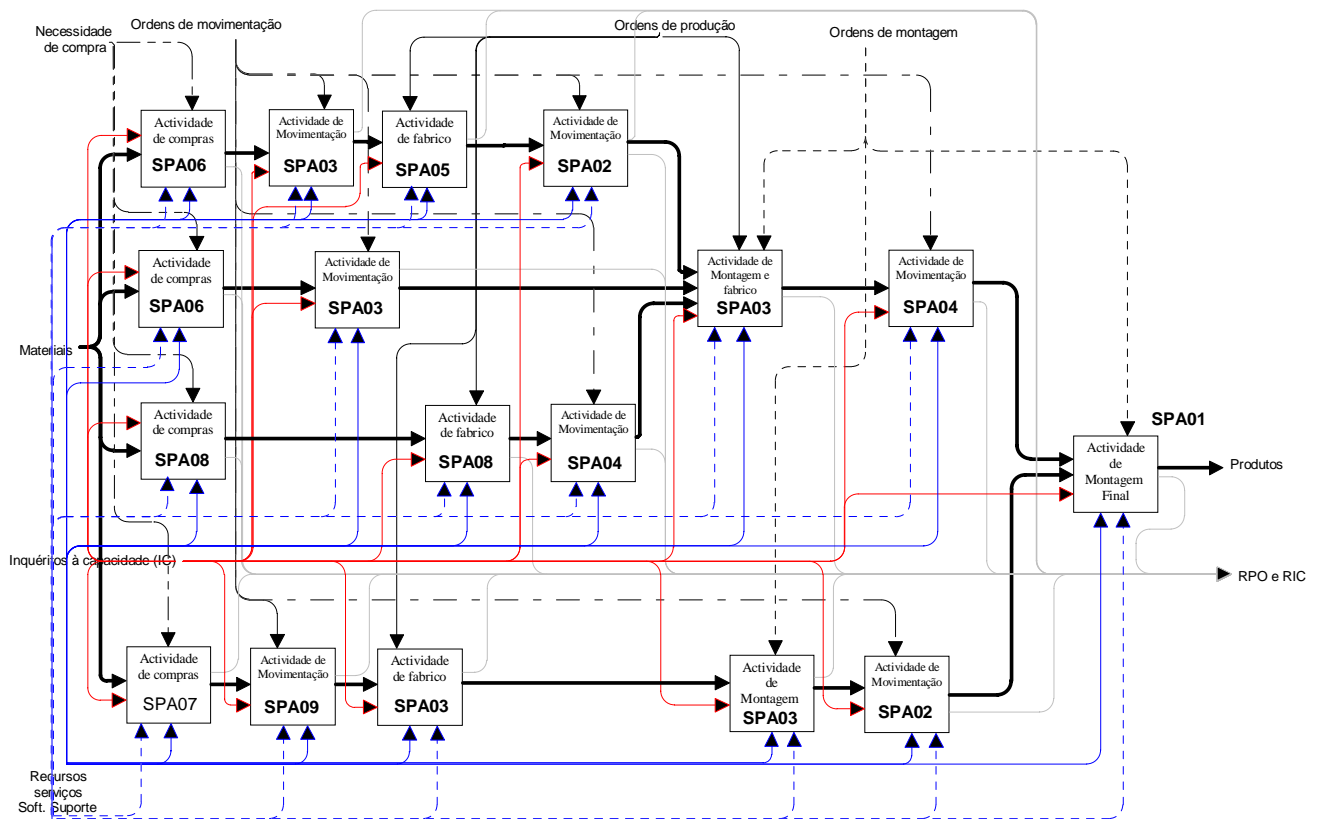


Figura 5.16 – Operações realizadas dentro da actividade A23 (exemplo)

O SPA designado na figura 5.16 por SPA01 poderá também ter a responsabilidade de realizar as entregas ao cliente. Noutras situações poderá ser necessário existirem mais SPA para lá do SPA01. Por exemplo um que seja responsável por acções de movimentação até um armazém, outro cuja competência técnica principal seja o armazenamento e hipoteticamente um outro com responsabilidades de distribuição. Como se pode inferir, independentemente do conjunto de SPA que formam a empresa virtual, toda a dinâmica do sistema vai ser controlada pelos diferentes tipos de ordens e suportando-se nos recursos de cada um dos SPA bem como numa teia de comunicações seguras via software de suporte. Toda esta actividade deverá ainda obedecer às regras do MSPA e basear-se numa Lista de Materiais e Movimentações actualizada e consistente.

### 5.5.2 – Gestão financeira – A22

O estudo pormenorizado do funcionamento desta actividade não é um dos objectivos desta tese. Aliás, a abordagem pormenorizada desta vertente do funcionamento de uma empresa virtual, daria certamente por si só, uma outra possibilidade de tema para uma tese de doutoramento. No entanto, numa sociedade em que o factor financeiro tem importância capital, não se imagina a avaliação do desempenho de uma empresa virtual sem a participação da componente financeira. Nesse sentido, a actividade de gestão financeira (GF), para além de realizar a função normal em qualquer instituição de receber os pagamentos, enviar facturas e recibos relativos a vendas de produtos, ou seja todo o fluxo financeiro inerente à actividade da empresa virtual, pretende ainda coligir dados financeiros que posteriormente permitirão avaliar financeiramente a participação de cada SPA na empresa virtual. Globalmente, permitirão aferir o desempenho financeiro da empresa virtual. Realiza-se também o controlo dos custos decorrentes da actividade da empresa virtual. Um outro foco desta

actividade será o acompanhamento das actividades de cada SPA para que na fase de dissolução ou em caso de dispensa seja possível conhecer os ajustes financeiros necessários.

A figura 5.17 ilustra o tratamento dispensado a uma ordem a partir do momento que entra na actividade de gestão financeira. A função do módulo triagem é a de classificar o tipo de informação que deu entrada. Classificado o tipo de informação, vai-se proceder em conformidade com a sua natureza e de acordo com um plano de acções previamente elaborado, em função dos diferentes

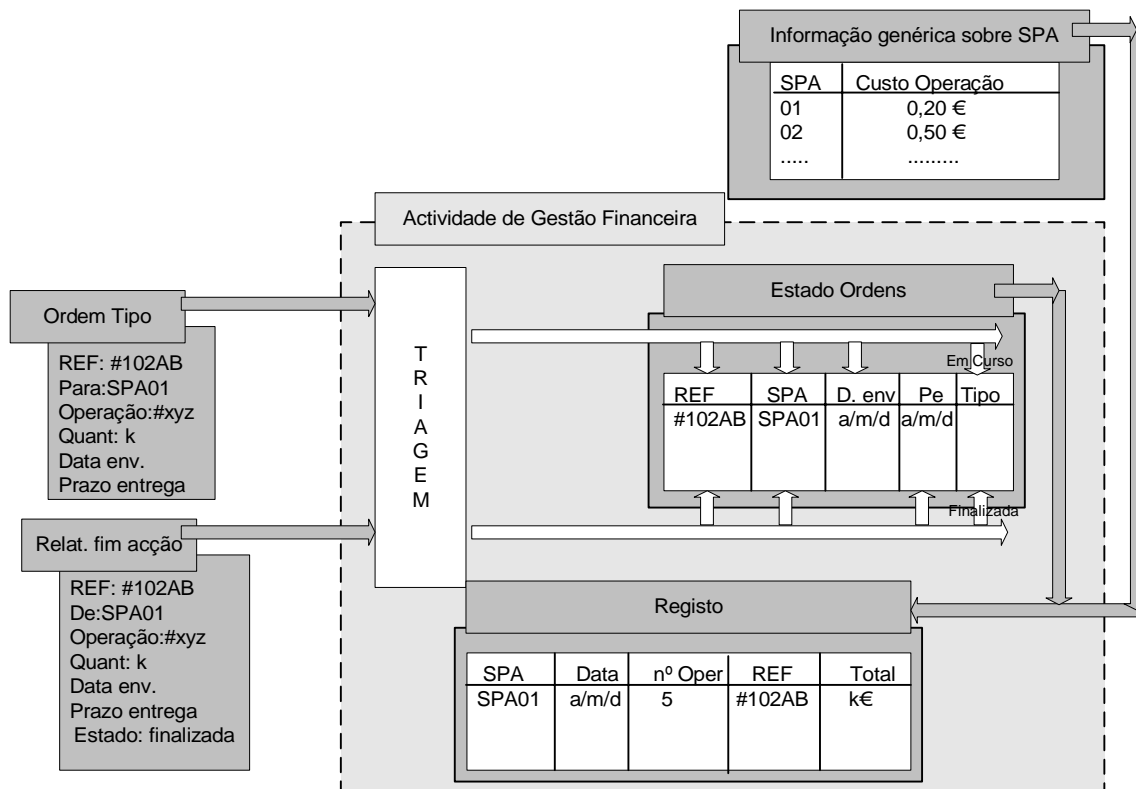


Figura 5.17 – Parte das operações realizadas dentro da actividade A22

tipos de ordens previstos. A figura revela um exemplo de procedimento que é dispensado à entrada na actividade de uma ordem cujo tipo não é relevante para esta explicação. Os dados contidos na ordem vão ser inseridos em campos de uma base de dados e a ordem é classificada como em curso. Uma vez que o SPA alvo da ordem em questão envie um relatório indicando a conclusão da acção, a ordem (identificada pela referência) é classificada como “finalizada”. De seguida iniciar-se-ão acções de registo na base de dados de actividade dos SPAs. Esta informação vai ser acrescida com dados que transitaram do MSPA na fase de formação, que contém dados genéricos sobre SPAs, permitindo controlar e conhecer os custos de produção. Tendo em conta o carácter distribuído da empresa virtual, esses custos poderiam ser calculados recorrendo-se, por exemplo, à teoria ABC (Activity Based Costing) (Hopp e Spearman, 1996; Karlof e Ostblom, 1996; EPMM, 2003a). Esta teoria defende que os custos são consumidos ou distribuídos pelas actividades e as actividades são necessárias para produzir produtos. Uma vez que as diferentes actividades estão associadas aos SPAs, cada vez que estes agirem, será registada informação sobre o tipo de acção realizada, a duração, entre outros dados, conseguindo-se dessa forma um mapa de intervenções por SPA. Claro que este procedimento será mais indicado para os SPAs que constam da Lista de materiais e Movimentações. Para estes e para os restantes SPAs, será ainda considerado no contrato o facto de reservarem capacidade para intervir na empresa virtual. Estas são apenas sugestões meramente

especulativas, uma vez que tal como já referimos não pretendemos embrenhar-nos neste tema, até porque se afasta do conjunto de matérias que, mais ou menos, vamos dominando.

Contudo, todas as operações que se desenvolvem no âmbito da actividade de gestão financeira terão necessariamente que seguir as regras vigentes no MSPA. Esta exigência é fundamental, uma vez que no MSPA estão definidos e disponíveis procedimentos normalizados e documentação acessória, que permitirá posteriormente um agilizar da dissolução da empresa virtual. Este procedimento procura ultrapassar a disparidade que existe ao nível legislativo de país para país, e que poderia dificultar todo o processo de criação e dissolução de uma empresa virtual. A actividade de dissolução da empresa virtual interfere também na actividade de gestão financeira mediante o envio de pedidos de informação, como é visível nas figuras 5.6 e 5.15.

Também nesta actividade se faz sentir a acção do gestor da empresa virtual ao nível da coordenação. O papel do gestor da empresa virtual será mais uma vez a coordenação dos SPAs cujas competências principais se situam na área contabilístico/financeira e que realizam as operações sob responsabilidade desta actividade, sempre com o objectivo de que a empresa virtual funcione como um todo e garantindo níveis elevados de desempenho no que respeita ao cumprimento das funções que foram atribuídas e aos níveis de desempenho dos SPA. A coordenação de última instância pertence mais uma vez ao conselho de administração. Este conselho, à imagem daquilo que sucede em todo o sistema, realiza o controlo de mais alto nível da empresa virtual e as suas directrizes sobrepõem-se a todas as restantes. Como se referiu em 5.3.5, as suas directrizes têm prioridade máxima.

### 5.5.3 – Planeamento e Controlo da Produção – A21

Independentemente de se estar a tratar de empresas virtuais, o objectivo máximo desta função é o de traduzir em produtos as políticas definidas no projecto da empresa virtual (plano de produção) originadas pela percepção de uma oportunidade de negócio. É no âmbito desta função, por vezes também designada por gestão da produção, que se deverão encetar esforços para atingir os valores estabelecidos no plano de produção. Pese embora o carácter distribuído dos integrantes da empresa virtual, com o intuito de auxiliar na tarefa de cumprir os níveis e prazos estabelecidos para a produção, o sistema proposto integra funções típicas dos sistemas de planeamento e controlo da produção tradicionais. O planeamento director de produção, planeamento de capacidades e planeamento de necessidades de materiais e operações, funções de monitorização e controlo da produção, são alguns exemplos. Importa no entanto referir que embora mantendo algumas das funções tradicionais, a sua orgânica de funcionamento vai ser substancialmente diferente em função das características que se desejam para sistemas a operar em ambiente distribuído. No sistema apresentado será possível observar-se dois tipos de reacção. Por um lado existirá a absorção dos desenvolvimentos ocorridos ao nível das tecnologias de informação. Nomeadamente a Internet e todos os paradigmas de segurança de comunicações (*ssh*, *https* e *ftps*, *firewalls*, etc). Por outro lado existirá a apresentação de soluções de coordenação que permitam dar resposta à operação de empresas que pretendam funcionar neste ambiente dinâmico. São exemplos as funcionalidades de planeamento da produção com base em cooperações remotas, funcionalidades que permitem o controlo de execução de ordens e confirmação de execução, e ainda funcionalidades que permitem a reorganização da empresa virtual em função de falta de capacidade para cumprir prazos, alterações ao nível das especificações do produto ou do processo, bem como em função de desempenhos desajustados, ou abandonos por parte dos integrantes da empresa virtual.

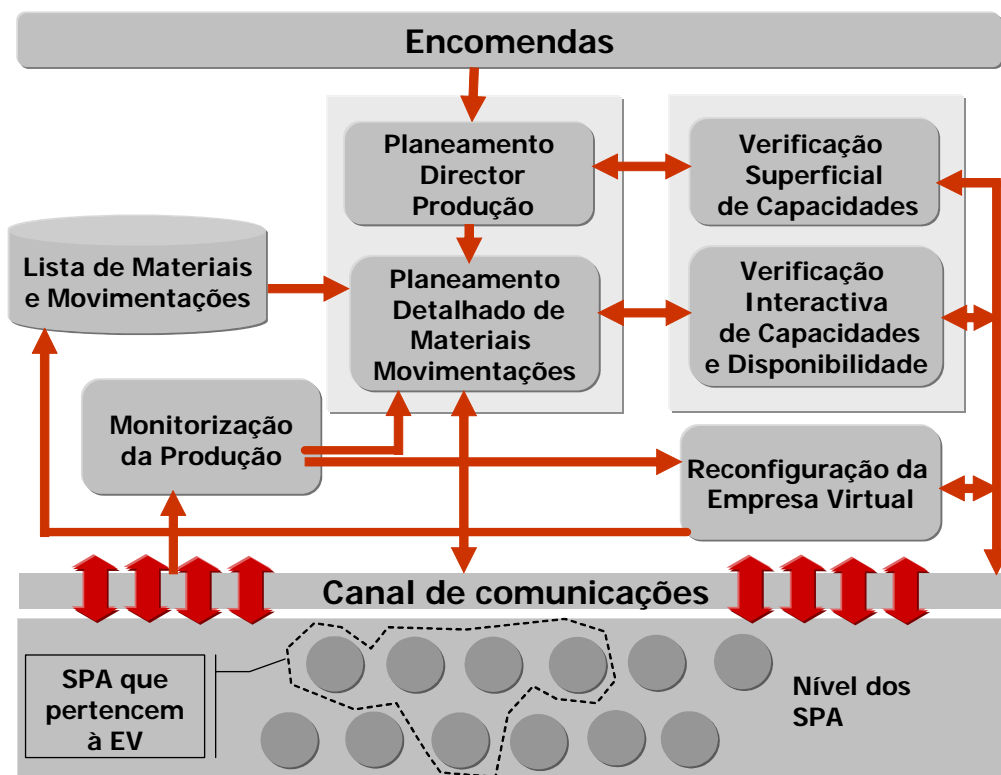


Figura 5.18 – Arquitectura de blocos para o sistema proposto

A literatura é fértil em arquitecturas de sistemas de planeamento e controlo da produção utilizados em ambientes tradicionais. Provavelmente uma das arquitecturas mais considerada e representativa é a apresentada por (Vollman *et al.*, 1997). Com o intuito de mais facilmente se discernirem as evoluções entre as arquitecturas ditas tradicionais e aquela que propomos nesta tese, faz-se um pequeno parêntese na utilização da metodologia IDEF0 como base da explicação do funcionamento do sistema, introduzindo a figura 5.18, que sendo menos formal, pretende descrever a arquitectura do sistema. Para além de permitir a observação das diferenças deste sistema relativamente à arquitectura tradicional apresentada por (Vollman *et al.*, 1997), a figura 5.18 tem simultaneamente a virtude de permitir uma melhor percepção da influência da Lista de Materiais e Movimentações na orgânica de funcionamento do sistema de planeamento e controlo da produção proposto e consequentemente na fase de operação da empresa virtual. Na parte inferior da figura é possível observar-se o nível dos SPA que é constituído pelos SPA que integram a empresa virtual e pelos restantes SPA existentes no MSPA e que serão potenciais integrantes de empresa virtual. A comunicação entre este nível e a estrutura do sistema de planeamento e controlo da produção, faz-se via canal de comunicações. Este canal de comunicações é um meio de comunicação restrito e com alguma dose de protecção contra eventuais perturbações ao correcto fluir de informação (*ver capítulo 6*). Já foi abordada a importância do conceito de previsões e da ideia para a fase de formação. No entanto, na operação da empresa virtual, ao assumir-se que a postura adoptada perante o mercado vai ser de produzir-por-encomenda, tem-se a consciência de que ao nível do planeamento de materiais e capacidades para o curto prazo, vai ser dada importância quase única às encomendas firmes de clientes. Assim a observação da figura permite depreender que o sistema reagirá à entrada de encomendas. Estes dados permitirão realizar um plano director de produção. Esse plano director de produção será validado pela unidade de verificação superficial de capacidades (VSC). Uma vez terminada essa validação o sistema desencadeará acções de

planeamento detalhado de materiais e movimentações e verificação interactiva de capacidade e disponibilidade. Como resultado dessas acções serão produzidos planos de ordens de produção, montagem, necessidade de compras e movimentações através do módulo de planeamento detalhado de materiais e movimentações (PDMM). As acções desenroladas ao nível do módulo de verificação interactiva de capacidade e disponibilidade e do planeamento detalhado de materiais e movimentações, terão o contributo indispensável da Lista de Materiais e Movimentações. É através deste componente do sistema que será possível calendarizar e destinar coordenadamente a expedição das diferentes ordens. O processo de execução das ordens será alvo de monitorização através do módulo de monitorização da produção (MP) para que o desenrolar da produção seja aferido com o previsto e possibilite o desenvolvimento de acções correctivas. Essas acções de correcção poderão ser desencadeadas ao nível do módulo de planeamento detalhado de materiais e movimentações e também no módulo de controlo e reconfiguração da empresa virtual (REV). Este módulo (REV) será alimentado por informação que advém da monitorização da produção e as suas acções terão repercussões ao nível da Lista de Materiais e Movimentações.

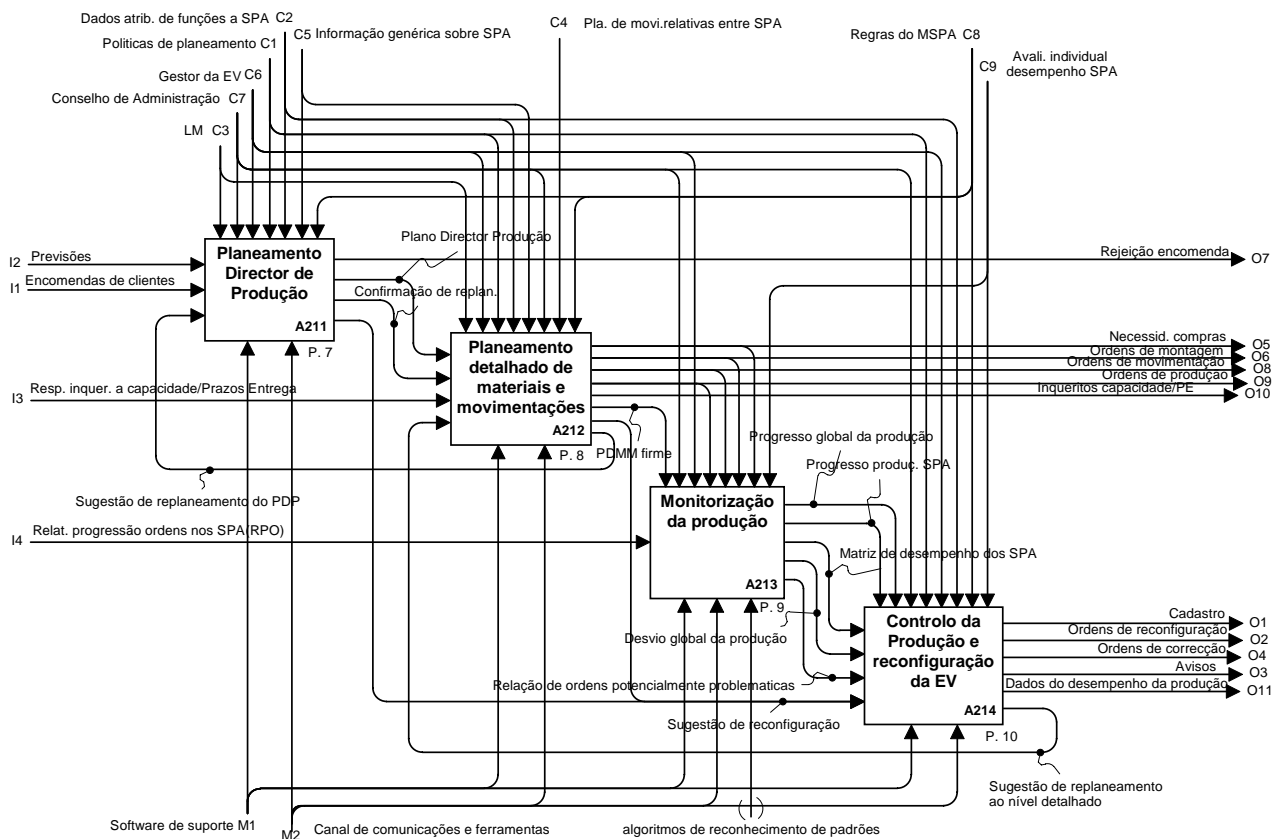


Figura 5.19 – Actividade de planeamento e controlo da produção em formato IDEF0

Na parte superior direita da figura 5.18 apresentam-se os módulos do sistema com características de controlo de capacidades e cujo objectivo é interagirem com os módulos inscritos na parte central, que têm a ver com o planeamento da produção. Ou seja, todas as acções de planeamento e controlo da produção são baseadas numa avaliação prévia da sua exequibilidade, com base em capacidades. Pese embora este raciocínio seja coerente com a funcionalidade do sistema, a figura 5.18 não permite uma visualização adequada do posicionamento destas funções. Na verdade, as actividades de verificação de capacidades são sub actividades das actividades de planeamento. Recorrendo de novo à metodologia IDEF0, a figura 5.19 permite observar que formalmente, as actividades de planeamento e controlo da produção, se vão basear em quatro actividades principais.

São elas o planeamento director de produção (A211), o planeamento detalhado de materiais e movimentações (A212), a monitorização da produção (A213) e o módulo de controlo da produção e reconfiguração da empresa virtual (A214).

### 5.5.3.1 – O Planeamento Director de Produção

O planeamento director de produção é um plano que define antecipadamente de uma forma precisa a calendarização das quantidades a produzir para cada produto final. A definição apresentada para esta actividade em nada diverge da abordagem tradicional. Nesta actividade serão realizadas operações com o objectivo de transformar encomendas de clientes num plano director de produção consistente. Essas acções serão suportadas nas actividades definidas para cada SPA e em dados genéricos sobre esses mesmos SPA. Em 5.4.4 referimos que voltaríamos a falar da Lista de Materiais e Movimentações. Pois bem, esta é uma das primeiras manifestações da Lista de Materiais e Movimentações na fase de operação. Repare-se a que esta lista deverá disponibilizar de uma forma actual a constituição da empresa virtual em todos os instantes para que aquando da realização de averiguação de capacidade esta possa ser realizada sobre os SPA que realmente formam a empresa virtual para aquele instante em particular. Esta necessidade vai ser mais premente em fases de planeamento mais pormenorizado como teremos oportunidade de verificar. No decorrer de toda a escrita do funcionamento da fase operativa da empresa virtual faremos diversas alusões à Lista de Materiais e Movimentações permitindo assim um entendimento completo da sua influência na operação da empresa virtual.

Avançando no processo de explicação do funcionamento do sistema, é possível ver-se que o controlo da execução do plano director de produção será da responsabilidade do gestor da empresa virtual, e numa posição de maior supervisão o controlo será exercido pelo conselho de administração. Todas as operações executadas no âmbito desta actividade deverão ter em linha de conta a política de planeamento que deriva da fase de formação da empresa virtual. Na figura 5.20 estão patentes os passos que são necessários realizar, desde a recepção de uma determinada encomenda até à sua inserção no plano director de produção com a classificação de firme. As encomendas dos clientes entram no sistema via actividade de tratamento preliminar (A2111). Seguidamente são colocadas numa tabela onde constarão todas as encomendas entradas e o seu estado actual (a aguardar, em averiguação ou tratada). A partir deste momento as encomendas dos clientes serão representadas por ordens, sendo estas últimos mecanismos que o sistema utiliza antes de aceitar uma determinada encomenda. Relativamente a cada encomenda existe também toda a informação necessária para o tratamento adequado das encomendas (Tipo de produto, quantidade, data de entrega, etc.). Esta informação permitirá ao gestor da empresa virtual decidir o que fazer delas. Antes de ser inserida no plano director de produção a encomenda deverá ser alvo de acções de averiguação (ordem de averiguação). Essas acções serão realizadas na actividade de verificação superficial de capacidades (VSC) (A2113). (Chase *et al.*, 1998), com base em dicionários, define capacidade como sendo a possibilidade de guardar, receber ou acomodar. Se a perspectiva for a de negócio, a capacidade é a quantidade de saída que um sistema é capaz de produzir num determinado período de tempo. Se a óptica for a de serviços, poder-se-á falar no número de clientes que podem ser atendidos entre o meio-dia e a uma. Em produção, pode-se considerar, por exemplo, o número de automóveis que podem ser produzidos durante um turno. Em termos de SPA, relativamente à competência técnica principal de cada um deles, considera-se o número de saídas que o SPA consegue produzir por unidade de tempo, considerando ainda o tempo que este reserva para actividades da empresa virtual, bem como a distribuição semanal da sua disponibilidade. Após a passagem por esta actividade uma encomenda poderá seguir dois percursos. Existindo capacidade suficiente a ordem que representa a encomenda passa a confirmada e é colocada no plano director de produção via actividade de programação das encomendas (A2114). Não existindo capacidade suficiente a ordem que representa a encomenda passa a ordem de renegociação e é verificado junto do cliente se é possível acordar-se alguma alteração conducente à satisfação da encomenda. Como

exemplo teremos a possibilidade de dividir a encomenda em duas ou mais, com datas de entrega diferentes. É também possível o acordo com o cliente para a entrega da encomenda numa data mais tardia

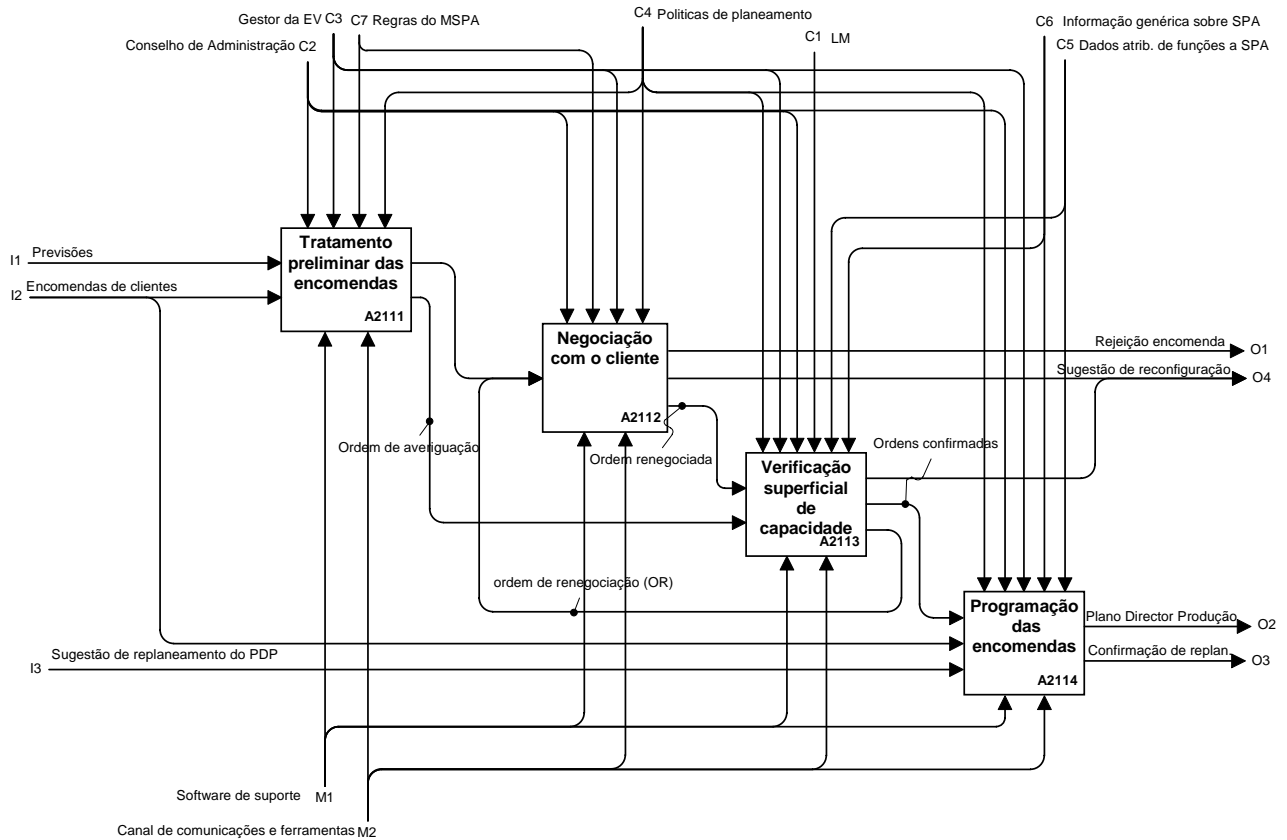


Figura 5.20 – Atividades do PDP em formato IDEF0.

Desta acção de renegociação pode-se desaguar em três situações distintas. Por um lado é possível que se tenha achado uma solução adequada para a realização da encomenda e será dada indicação nesse sentido à actividade de verificação superficial de capacidade, onde, provavelmente, será transformada em ordem confirmada e daí dará entrada na actividade de programação das encomendas. Por outro lado, a acção de negociação poderá terminar com a rejeição da encomenda por parte do gestor da empresa virtual. Poderá ainda ocorrer tratar-se de uma encomenda importante que justifique a sugestão de reconfiguração da empresa virtual. Este tipo de acção poderá também ocorrer na actividade de verificação superficial de capacidade quando uma ordem que representa uma encomenda importante foi alvo de renegociação mas mesmo assim continua a não reunir condições para ser realizada. Finalmente a actividade de programação das ordens tem como função o estabelecimento do plano director de produção. Esta função trabalha com ordens confirmadas que representam encomendas e têm acesso às encomendas existentes. Com base nesta informação cria um plano director de produção consistente que permitirá realizar a ligação ao nível detalhado do sistema de planeamento e controlo da produção.

A utilização eficiente dos recursos disponíveis para a produção permitirá a realização de uma produção satisfatória quer para a empresa quer para o cliente. O reconhecimento de falta ou excesso de capacidade relativamente à execução de um determinado plano de produção, permitirá ao gestor tomar medidas no sentido de atingir as quantidades e prazos previstos. Na literatura são apontados alguns exemplos tendentes a resolver a questão da verificação superficial de capacidade

(Vollman *et al.*, 1997). A principal diferença relativamente às abordagens tradicionais é a necessidade de lidar com toda a dinâmica da possibilidade de entrada e saída de SPA na empresa virtual.

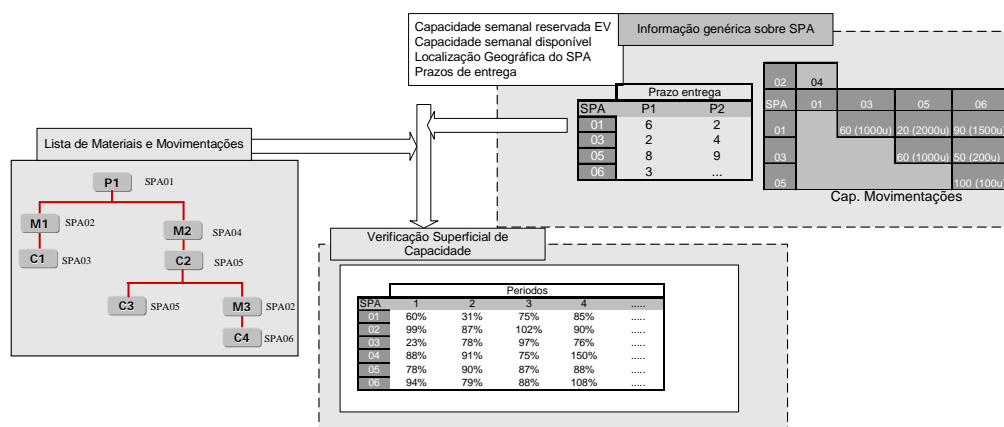


Figura 5.21 – Actividades de verificação superficial de capacidade.

A figura 5.21 pretende exemplificar a articulação entre a actividade de verificação superficial de capacidade, a Lista de Materiais e Movimentações e a informação genérica sobre SPA. A Lista de Materiais e Movimentações disponibiliza a informação sobre as actividades atribuídas a cada SPA e qual a precedência entre elas. A esta informação acrescenta-se a oriunda do MSPA (informação genérica sobre SPA), por exemplo prazos de entrega para SPA que realizam operações de produção, compras e montagem, prazos de entrega e capacidade para SPA que realizam movimentações, capacidade reservada pelos SPA para a sua participação na empresa virtual, ou informação sobre a localização geográfica dos SPA. Esta informação permitirá avaliar o estado da capacidade dos diferentes recursos e verificar se é possível cumprir o estabelecido provisoriamente no plano director de produção. A técnica utilizada para a verificação superficial de capacidade é muito semelhante à designada por “planeamento de capacidades utilizando informação genérica” (Vollman *et al.*, 1997). As grandes diferenças residem no facto de a constituição da empresa virtual não ser estável provocando flutuações na capacidade instalada em momentos adjacentes. Uma vez que exista reconfiguração da empresa virtual, existirá uma consequente alteração na Lista de Materiais e Movimentações e os dados a transferir do MSPA serão referentes a SPA distintos dos anteriores. Esta situação motivará obviamente alterações ao nível da validação do plano director de produção. Refira-se no entanto que eventuais descompensações existentes neste nível superficial poderão ser alvo de correcção no nível detalhado como se verá mais adiante.

### 5.5.3.2 – O Planeamento Detalhado de Materiais e Movimentações

Uma vez estabelecidas as quantidades a produzir e os prazos previstos para entrega dos produtos aos clientes é necessário encetar acções de planeamento para que se consigam atingir esses objectivos. Nesta tese essas acções são realizadas no âmbito da actividade de planeamento detalhado de materiais e movimentações (actividade A212 na figura 5.19). Considerando o ambiente distribuído onde este tipo de acção vai ter lugar e tendo a noção da necessidade de movimentações, vai ser necessário realizar acções de planeamento de dois níveis. Por um lado é necessário estabelecer um plano referente às necessidades de materiais. Por outro lado é necessário contemplar as acções de movimentação entre SPA e coordená-las com o plano detalhado de materiais. Estas acções são realizadas na actividade A2121 (planeamento detalhado de materiais – PDMat) e A2122 (planeamento detalhado de movimentações – PDMov) da figura 5.22

respectivamente. Contrariamente à filosofia seguida pelos tradicionais sistemas de planeamento e controlo da produção baseados em MRP, a postura proposta nesta tese é sensível a capacidades e não assume prazos de entrega médios e fixos para cada produto. Repare-se que nos sistemas baseados em MRP o planeamento das necessidades materiais é levado a cabo assumindo prazos de entrega fixos sendo de seguida esses resultados utilizados para a realização de um plano de necessidades de capacidade. Como referimos no *capítulo 1* esta é umas das incapacidades apontadas aos sistemas de planeamento e controlo da produção tradicionais, quando chamados a operar neste novo ambiente. A postura proposta nesta tese pretende ultrapassar essa impossibilidade através do assegurar de capacidade ao longo de toda a estrutura necessária à produção de uma determinada encomenda, de acordo com prazos de entrega actualizados. No fundo realiza-se um planeamento simultâneo e interactivo de materiais e capacidades o qual é fundido mediante várias iterações com o planeamento detalhado e fulcral de movimentações.

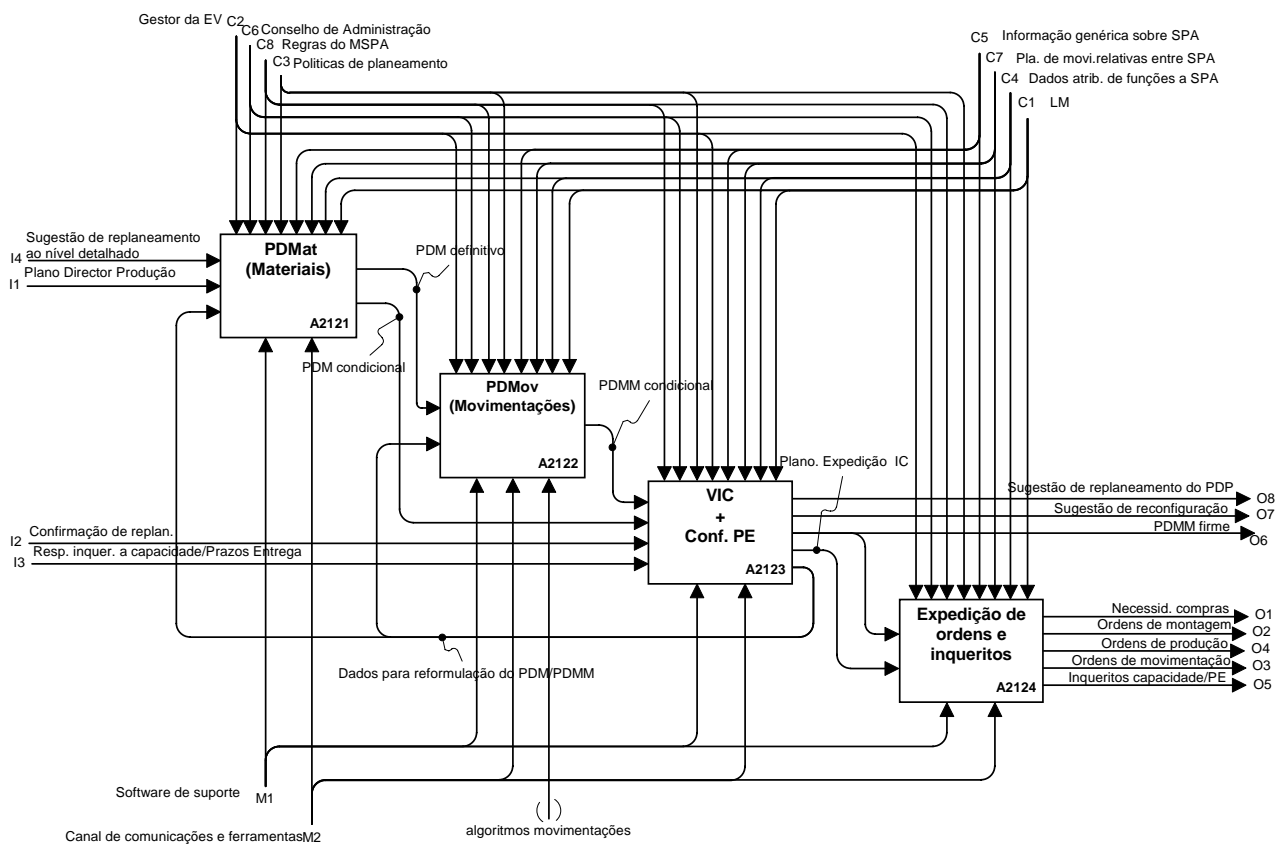


Figura 5.22 – Planeamento detalhado de materiais e movimentações em formato IDEF0.

A actividade de planeamento detalhado de materiais é responsável pela transformação do plano director de produção num plano detalhado de materiais de carácter condicional. Nesta actividade são realizados os planos de necessidades de materiais por períodos. As necessidades por tipo de produto expressas no plano director de produção são submetidas a um processo de divisão em ordens com base em informação oriunda da Lista de Materiais e Movimentações. É também realizada uma análise de cruzamento de dados entre os diferentes tipos de produtos motivado pela existência de operações comuns para diferentes produtos cujo prazo de entrega seja coincidente. No fundo pretende-se contemplar medidas de planeamento. Uma vez calendarizadas essas ordens realizam-se acções de verificação interactiva de capacidade (VIC) e confirmação de prazos de entrega (Conf. PE). Essas acções são realizadas na actividade A2123. Após a realização das acções de verificação interactiva de capacidade e confirmação dos prazos de entrega, considerando-se que

os planos estabelecidos são exequíveis, dá-se início ao desenvolvimento do plano detalhado de materiais e movimentações na actividade A2122. Esta actividade utiliza o plano detalhado de materiais agora definitivo. Repare-se no entanto que esta designação de definitivo pode ser enganadora. É que em função da possibilidade de integrar ou não o plano detalhado de materiais com o plano detalhado de movimentações resultará um plano detalhado de materiais e movimentações firme ou então a necessidade de refazer o plano de necessidades de materiais. Desta forma este plano deixará de ser definitivo assumindo de novo uma classificação de condicional. Na senda de produzir um plano detalhado de materiais e movimentações condicional, a actividade de planeamento detalhado de movimentações, utiliza informação existente na Lista de Materiais e Movimentações, que lhe permitirá saber quais os SPA que realizam as movimentações e entre que SPA essas movimentações são realizadas.

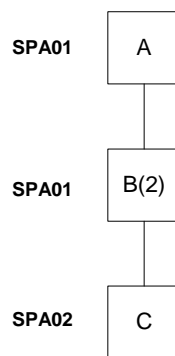


Figura 5.23 – Lista de Materiais para o produto A.

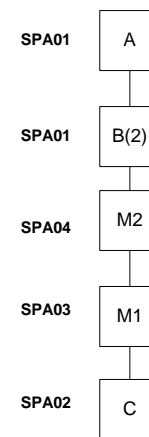


Figura 5.24 – LMM para o produto A.

Com base no plano detalhado de materiais condicional, a actividade de planeamento detalhado de movimentações, transforma as necessidades de movimentação relativas expressas na Lista de Materiais e Movimentações, em necessidades de movimentações reais, onde constam datas concretas e capacidades necessárias. Esta é uma fase delicada do planeamento detalhado onde é necessário levar em linha de conta vários aspectos como a localização geográfica dos SPA, os prazos de entrega em função da capacidade de movimentação e ainda a disponibilidade existente para um momento específico. Repare-se que a actividade de verificação superficial de capacidade, explicada anteriormente, apenas leva em consideração a capacidade global dos SPA. Ou seja assume-se que um SPA tem capacidade para produzir  $K$  unidades por unidade de tempo (informação transferida do MSPS) mas não se questiona um momento concreto. Ao nível do planeamento detalhado é necessário considerar-se momentos concretos. Estas necessidades têm resposta na actividade (A2123 - VIC + Conf. PE). Esta actividade avalia a exequibilidade do plano detalhado de materiais e movimentações mediante a execução de um plano de envio de inquéritos de capacidade e confirmação de prazos de entrega a cada um dos SPA necessários à produção do produto. O preenchimento de cada um dos inquéritos é realizado numa primeira fase com base no plano detalhado de materiais condicional e numa segunda fase com base no plano detalhado de materiais e movimentações condicional. Os inquéritos são mensagens electrónicas cujo preenchimento permitirá a cada um dos elementos de ligação dos SPA fornecer dados actualizados sobre a sua capacidade actual. A resposta aos inquéritos à capacidade e confirmação dos prazos de entrega, produzirá informação actualizada, que permitirá considerar os planos actuais como firmes, ou poderá obrigar a refazer tanto o plano detalhado de materiais como o plano detalhado de materiais e movimentações. No processo de tornar este plano firme, o gestor da empresa virtual assegurará junto dos SPA a capacidade produtiva para o momento específico pretendido. Como resposta aos inquéritos à capacidade (IC) poderão ocorrer aumentos ou diminuições nos prazos de

entrega (prazos de entrega variáveis). Por exemplo pode suceder que um ou vários SPA não tenham capacidade de resposta para a execução de uma ordem de fabrico de um determinado componente para a data prevista. Esta situação terá que ser avaliada pelo gestor da empresa virtual, mas poderá acarretar atrasos na produção. Por outro lado, considerando que o SPA em questão pode integrar mais que uma empresa virtual e que trabalha também internamente para a sua empresa de origem, tendo eventualmente produtos em inventário, pode suceder que consiga satisfazer a encomenda num prazo inferior ao prazo de entrega que tinha comunicado ao MSPA.

O processo interactivo utilizado é altamente dinâmico e adaptativo, motivo pelo qual se considera que não deverá ser realizado para horizontes muito alargados. Planos elaborados para períodos longos são difíceis de manter uma vez que o dinamismo do sistema os torna obsoletos.

Para uma melhor percepção veja-se o seguinte exemplo, elaborado para um produto simples designado por A, cuja Lista de Materiais se apresenta na figura 5.23 e a Lista de Materiais e Movimentações na figura 5.24 (simplificadas).

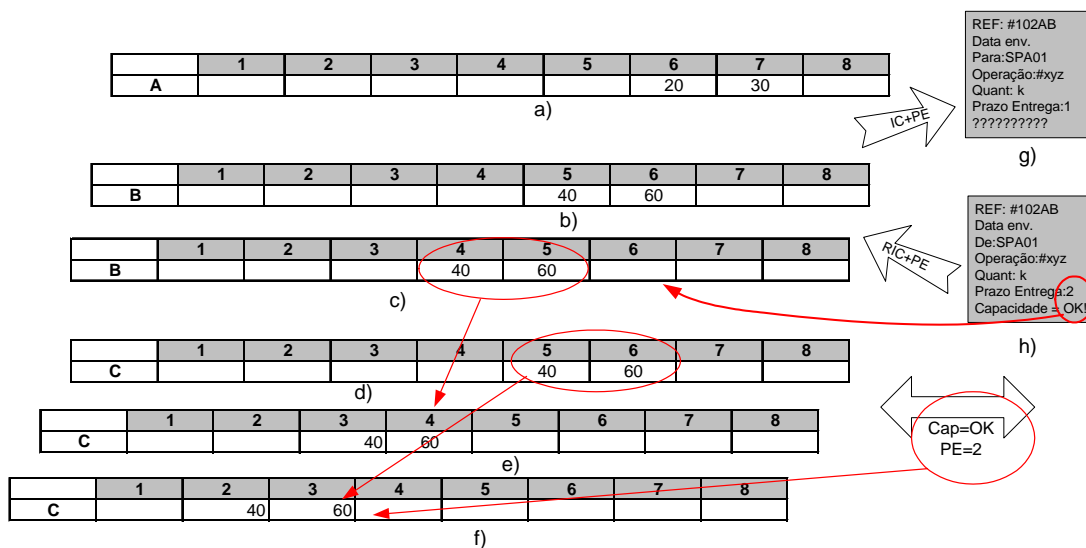


Figura 5.25 – Planeamento interactivo com verificação interactiva de capacidades.

As necessidades para o produto A estão patentes na figura 5.25 a) e são de 20 e 30 unidades para os períodos 6 e 7 respectivamente. Com base nesta informação e seguindo as necessidades patentes na Lista de Materiais e Movimentações, vai-se realizar um pré-plano de necessidades de itens do produto A (figuras 5.25 b) e d)). Nesta fase, sem se considerarem ainda as necessidades de movimentação, vão ser enviados os inquéritos à capacidade e confirmação dos prazos de entrega para os SPA responsáveis pela execução das tarefas expressas na Lista de Materiais e Movimentações. Na figura 5.25 g) pode-se ver um exemplo para o item B. A título de exemplo na mensagem é questionado ao SPA se para uma determinada quantidade  $K$  o prazo de entrega pode ser de um período (valor assumido com base na informação transferida do MSPA). A resposta do SPA (figura 5.25 h)) é negativa e refere que para as quantidades pretendidas o prazo de entrega será de 2 períodos. Esta informação obriga a refazer os prazos de entrega para o produto C a realizar no SPA02 (figura 5.25 e)). Igual procedimento vai ser realizado relativamente ao item C e em função da resposta do SPA02 vai existir a necessidade de refazer todo o plano detalhado de materiais.

Como se pode verificar, mesmo para este produto A simples, a complexidade da operação é evidente. No entanto o processo não fica por aqui. Uma vez encontrado um PDM definitivo é necessário integrá-lo com as necessidades de movimentações. Observando a figura 5.24, verifica-se

que com base nos parceiros actuais, existe a necessidade executar duas acções de movimentação. Uma entre o SPA02 e um SPA de movimentação (SPA04) e uma outra entre o SPA04 e o SPA01. As acções referentes à realização do item B e do produto final A são realizadas no mesmo SPA01 pelo que não há necessidade de realizar movimentações. Com a existência de duas acções de movimentação pretendemos representar por exemplo uma movimentação terrestre até ao aeroporto e daí uma movimentação aérea até ao SPA01, assumindo por exemplo que este tem capacidade própria para movimentar os produtos do aeroporto até à sua unidade fabril. Considera-se ainda que este SPA possui a capacidade de entregar o produto ao cliente, ou então foi acordado que o cliente levantaria o produto no SPA01.

A figura 5.26 ilustra o início do planeamento das movimentações em função das quantidades que é necessário transferir-se. Este planeamento é realizado de acordo com a capacidade dos SPA e em função da informação existente no MSPA. Realizam-se então de seguida acções de averiguação junto dos SPA no sentido de confirmar os prazos de entrega para as quantidades pretendidas.

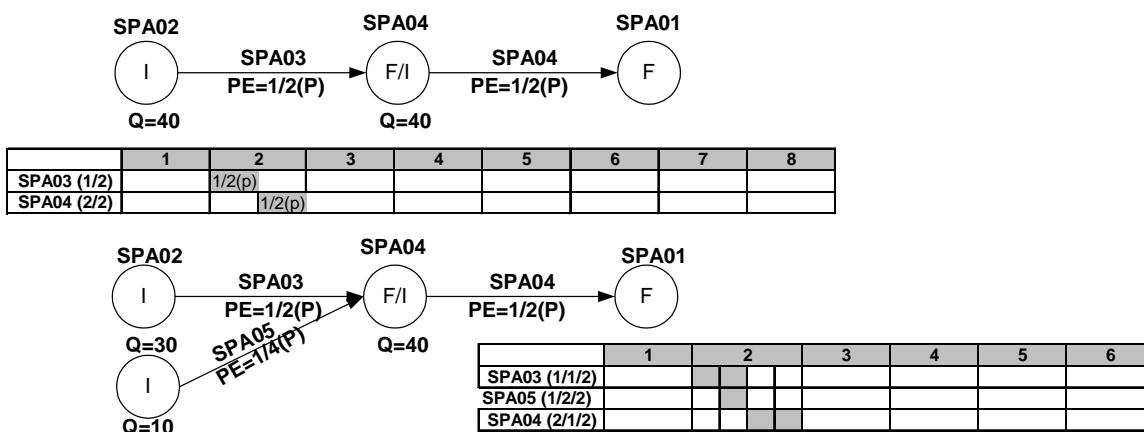


Figura 5.26 – Planeamento interactivo de movimentações.

A parte superior da figura 5.26 ilustra de uma forma simplificada o planeamento de movimentações a realizar pelos SPA03 e SPA04, entre os SPA01 e SPA02. A parte inferior pretende ilustrar uma situação onde é necessário refazer a Lista de Materiais e Movimentações, em função de falta de capacidade do SPA03, no período 2, sendo necessária a adição de um SPA05, para se concluir a operação.

As actividades A2121, A2122 e A2123 vão consequentemente ser realizadas várias vezes até que se consiga a produção de planos detalhados de materiais e movimentações firmes. No entanto este objectivo pode não ser alcançado e em última análise, como consequência desta impossibilidade, da actividade de verificação interactiva de capacidade e confirmação de prazos de entrega, poderá sair informação que sugira a reconfiguração da empresa virtual ou ainda a realização de alterações ao nível do plano director de produção. Refira-se que neste nível as datas de entrega definidas para os clientes no plano director de produção são assumidas como metas a atingir mas susceptíveis de alterações mediante a ocorrência de situações não previstas.

A actividade de expedição de ordens e inquéritos é a grande responsável pela realização das comunicações entre o nível de planeamento detalhado e os SPA responsáveis pela realização de acções de produção compras e movimentações. As operações realizadas nesta actividade têm como entradas o plano detalhado de materiais e movimentações firme e o plano de expedição de inquéritos à capacidade. A informação oriunda da Lista de Materiais e Movimentações terá um

papel importante ao nível do controlo das acções a realizar nesta actividade, uma vez que permitem a coordenação da expedição das diferentes ordens. A utilização da Lista de Materiais e Movimentações realiza-se numa primeira fase para a expedição de inquéritos à capacidade e confirmação de prazos de entrega, servindo-se nesse caso do plano de expedição de inquéritos à capacidade, e numa segunda fase para a expedição de ordens finais, com base no plano detalhado de materiais e movimentações firme.

### 5.5.3.3 – Monitorização da produção

A proposta de abordagem relativamente ao planeamento da produção foi abordada nas secções anteriores. Concentremo-nos agora em especificar as acções que é necessário realizar no sentido de acompanhar a progressão das ordens em curso e de intervir de forma a controlar o desenrolar da produção.

Para a realização de acções de controlo eficiente sobre qualquer tipo de actividade é necessário que quem realiza esse tipo de intervenções seja provido de informação actualizada e correcta que traduza o que está a acontecer dentro da actividade a controlar e que tenha informação referencial relativa aos objectivos a atingir. Desta forma é possível estabelecer-se análises comparativas entre os níveis que se pretende atingir e o estado de progressão da actividade num dado instante. Com a periodicidade possível, o gestor da empresa virtual deve saber o resultado parcial/final das suas iniciativas. Só assim poderá coordenar as diversas actividades distribuídas com o objectivo de entregar produtos intermédios aos SPAs e o produto final ao cliente no prazo/data prevista. No fundo pretende-se uma postura reactiva que permita corrigir eventuais desvios na produção na senda de atingir os objectivos previstos. Para que este desiderato seja realmente alcançado é indispensável que se disponha de um sistema de monitorização dos acontecimentos em tempo real (Monostori *et al.*, 1998). Esta postura é encontrada com facilidade em arquitecturas de sistemas de planeamento e controlo da produção indexados a empresas tradicionais. Vários são os trabalhos que consideram a monitorização como elemento fundamental na actividade de controlo da produção (Browne *et al.*, 1996; Wiendahl e Helms, 1997; Gunasekaran, 1999; Camarinha-Matos, 2001; Hoffner *et al.*, 2001). Alguns trabalhos falam concretamente na necessidade de implementar sistemas de monitorização, enquanto que outros falam na necessidade de realizar um acompanhamento das ordens que são emitidas, ou ainda em avaliação e controlo *on-line* do desempenho do processo de negócio (Ouzounis e Tschammer, 1999). Salienta-se da leitura da bibliografia sobre o tema a necessidade de desenvolver módulos de monitorização para permitir um adequado nível de informação, sendo esta fundamental para uma coordenação adequada da cadeia de produção. Quando o conceito de empresa virtual é introduzido, deixamos de falar em monitorização de máquinas e seu funcionamento, em suma, monitorização da oficina, e passamos a falar de monitorização do funcionamento de unidades distribuídas ou seja acompanhamento da progressão das ordens de produção enviadas para os vários nós que compõem a rede. Os sistemas de monitorização da produção para empresas tradicionais baseiam-se (a sua maioria) na utilização de códigos de barras e terminais em todos os postos de trabalho da oficina conjugados com a existência duma base de dados central e guardam ou disponibilizam informação sobre dados estatísticos dos operários, lotes, ordens de fabrico, operações, paragens, etc. Pelo referido é visível que ao nível da empresa virtual necessitamos recolher informação das várias actividades distribuídas desencadeadas pelas ordens expedidas pelo planeamento detalhado de materiais e movimentações. Na arquitectura apresentada nesta tese a actividade de monitorização pretende fornecer o gestor da empresa virtual com informação actualizada e fiável que lhe permita acompanhar a progressão da produção emitindo avisos ou realizando acções correctivas quando tal for necessário. Esta actividade pretende traduzir com a maior exactidão e actualidade possível o estado da produção. Uma vez que a existência de SPA pressupõe que estes possuam um elevado grau de organização e capacidade de gestão autónoma, (só assim se compreende que consigam operar em simultâneo internamente à empresa a que pertencem e em várias empresas virtuais) não

seria adequado que ao realizarmos a sua integração momentânea no sistema de controlo e monitorização da empresa virtual perturbássemos a sua harmonia funcional. Deste modo o sistema de monitorização imaginado para a nossa abordagem teria que ser sempre desenvolvido de maneira a possibilitar que os SPA mantivessem o seu bom desempenho. A solução apontada passa por penetrarmos o menos possível na organização interna do SPA. A figura 5.19 permite observar que todo o processo de monitorização proposto é iniciado com base nos relatórios de progressão das ordens nos SPA (RPO). Os relatórios de progressão das ordens referem-se a ordens previamente enviadas pelo sistema de planeamento e controlo da produção da empresa virtual para os SPA. Estes deverão responder de acordo com a frequência de resposta acordada na fase de entrada dos SPA para o MSPA e relembrada a cada parceiro na fase de formação da empresa virtual. A monitorização da produção adoptada neste trabalho é sustentada em quatro sub actividades fundamentais (figura 5.27).

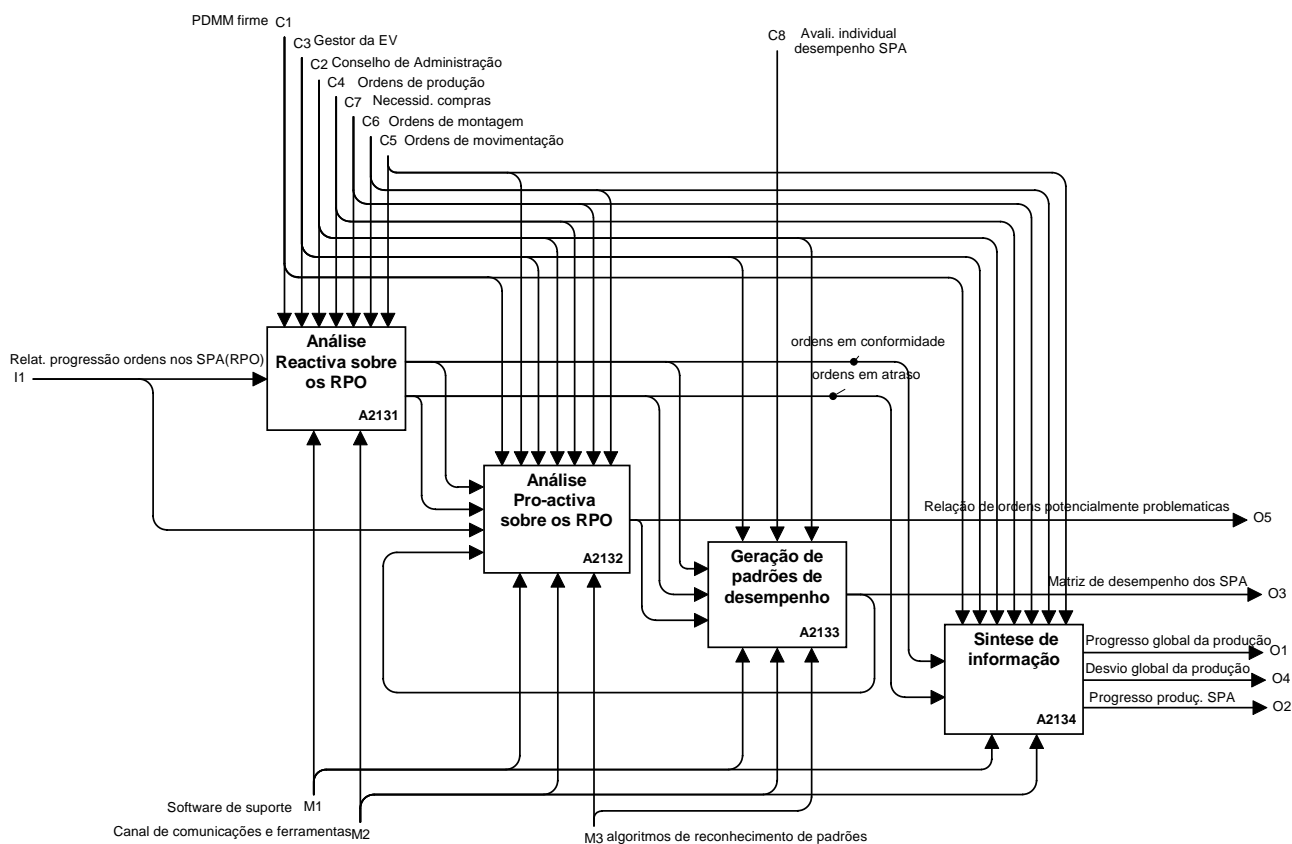


Figura 5.27 – Sub-actividades de monitorização da produção em formato IDEF0.

Os relatórios de progressão das ordens são inicialmente trabalhados na actividade de análise reactiva. Nesta actividade pretende-se avaliar o estado de progressão das ordens nos SPA relativamente ao estado em que deveriam estar para que a produção consiga atingir os níveis e datas previstas. Existe a preocupação de avaliar as diversas ordens de uma forma individual sem qualquer relação com a produção global. Com esta postura a actividade A2131 fornece a listagem das ordens que estão em conformidade com o previsto e a listagem daquelas que se encontram em atraso. Esta informação será sintetizada na actividade A2134 cuja função é a produção de informação indicativa do estado da produção global em função do estado das várias ordens. O resultado desta actividade será a produção de relatórios indicativos da progressão global da

produção com base em encomendas de origem, o desvio da produção num dado instante e ainda o progresso da produção por SPA.

As duas actividades descritas cobririam as necessidades afectas a um sistema de monitorização. Ou seja, colher informação, analisá-la e comunicar resultados. No entanto, dada a instabilidade da empresa virtual e a necessidade de execução de tarefas de coordenação muito precisas foi considerada a inclusão no sistema de duas actividades acessórias para aumentarem o grau de precisão das acções do gestor da empresa virtual. Para tal foram recolhidos elementos da área de manutenção industrial, nomeadamente das acções realizadas junto das máquinas no sentido de detectar futuras avarias antes de estas acontecerem. O processo seguido baseia-se na leitura de um conjunto de indicadores que uma vez reunidos permitem uma postura pró-activa no sentido de solver as causas que poderão provocar as falhas. Como analogia a este processo foram incluídas duas sub-actividades na monitorização da produção. Falamos na análise pró-activa sobre os relatórios de progressão das ordens (A2132) e na geração de padrões de desempenho (A2133). Na primeira delas, como entrada, será utilizada a informação oriunda dos SPA (RPO) bem como o resultado da actividade de análise reactiva, e ainda informação referente a padrões de desempenho dos SPA. As operações a realizar nesta tarefa serão ainda suportadas em algoritmos de reconhecimento de padrões. O que se pretende é a antecipação do acontecimento de atrasos na progressão das ordens nos vários SPA, impedindo dessa forma a ocorrência de eventos que possibilitem o incumprimento de compromissos. Um contributo importante para a antevisão desses eventos é dado pela matriz de comportamento do SPA. Essa matriz é gerada na actividade de geração de padrões de desempenho (A2133) sendo utilizada pela actividade de análise pró-activa e também pela actividade de controlo, como se verá mais adiante. Por exemplo imagine-se que um SPA normalmente se atrasa um pouco no início do período mas por norma no final do período consegue cumprir o que dele se espera. Provavelmente se não se conhecesse o seu padrão de comportamento o gestor da empresa virtual seria tentado a enviar um aviso ou correcção ao referido SPA. Tendo conhecimento do seu padrão de desempenho, provavelmente aguardará até há recepção do próximo relatório de progressão das ordens.

#### 5.5.3.4 – Controlo da produção e reconfiguração da empresa virtual

Antes de se iniciar uma explicação detalhada do funcionamento desta actividade, consideramos necessário esclarecer alguns detalhes relativamente à segunda parte do nome da actividade, ou seja relativamente à expressão “reconfiguração da empresa virtual”. O alvo da intervenção da actividade de planeamento e controlo da produção apresentada neste trabalho são todos os SPAs que realizem acções de movimentação, compras, montagem ou fabrico. Os SPAs que realizam operações afectas às actividades de gestão financeira e gestão de desempenho não serão alvos de reflexão nesta tese. Assim, quando nos referimos à reconfiguração da empresa virtual, devemos ter presente que a ocorrência de acções de reconfiguração será sempre realizada sobre os referidos SPAs. Com esta explicação pretende-se esclarecer que eventuais reconfigurações a efectuar sobre SPAs que realizem outro tipo de acções que não se enquadrem nas focadas anteriormente, como seja por exemplo o gestor da empresa virtual, não serão levadas a cabo por esta actividade. A este facto não são alheios os diferentes níveis de coordenação identificados em 5.4.3. Note-se que uma eventual acção de reconfiguração sobre o gestor da empresa virtual não teria muito sentido de ser nesta actividade uma vez que é gerida directamente por ele. A sua eventual substituição seria realizada a um nível de coordenação hierarquicamente mais elevado, ou seja ao nível do conselho de administração. Este procedimento é alargado a todos os outros SPA que não realizem funções sob a alçada directa do gestor da empresa virtual como possam ser por exemplo SPAs que realizem actividades jurídicas. Relembre-se no entanto que todos os SPAs sem excepção são passíveis de serem dispensados ou serem-lhe adicionados outros SPA para os auxiliarem no desempenho das funções que lhe foram atribuídas (acção de reconfiguração).

A principal função da actividade em estudo é a de realizar o acompanhamento da produção assegurando que esta se desenvolva dentro dos parâmetros estabelecidos. Nesse sentido as acções realizadas no âmbito desta actividade subdividem-se em três tipos principais (figura 5.28): (1) Controlo da progressão da produção (A2141); (2) Controlo pró-activo da progressão da produção (A2142) e (3) Reconfiguração ou replaneamento (A2143).

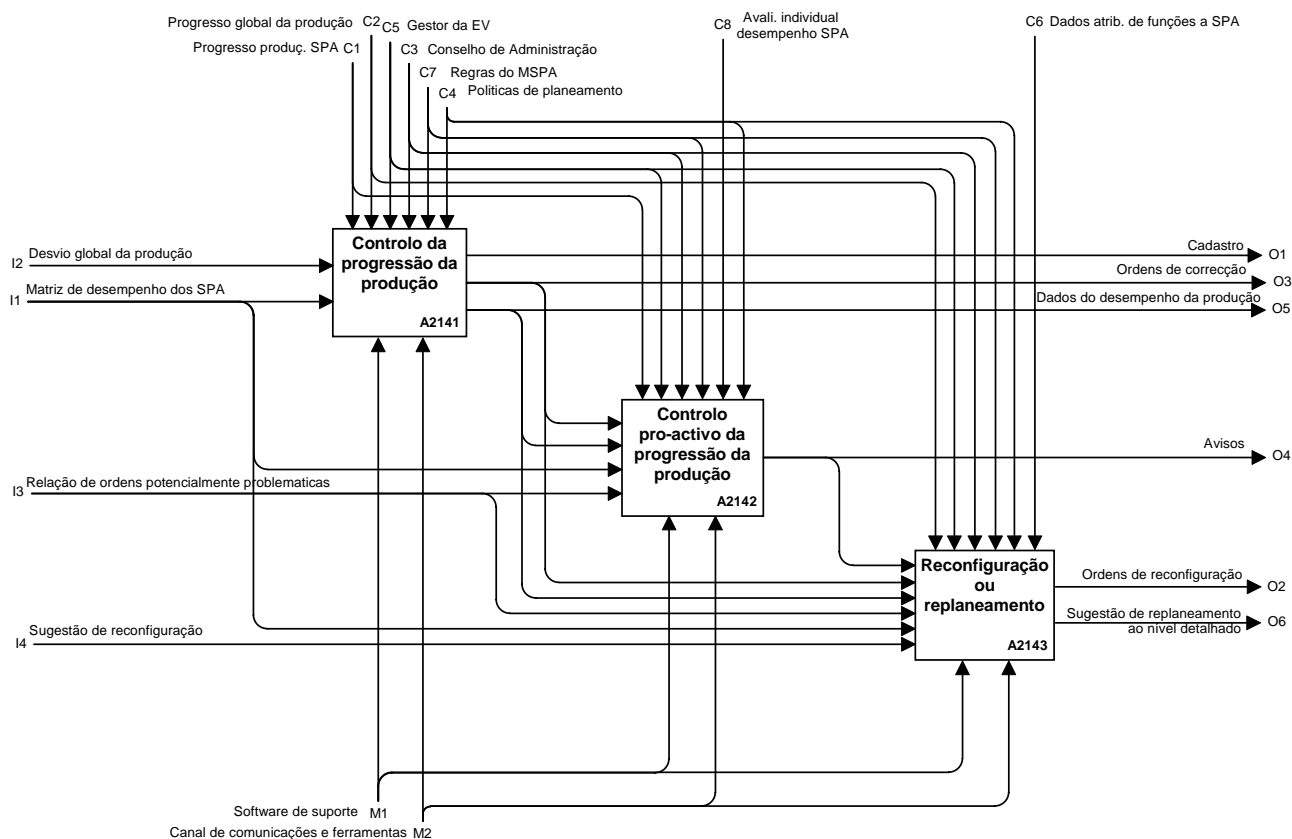


Figura 5.28 – Actividades de controlo da produção e reconfiguração da EV em formato IDEF0.

Na primeira sub actividade realiza-se o cruzamento do desvio global da produção e da informação relativa ao desempenho dos SPAs com o progresso global da produção e progresso da produção nos SPAs a fim de produzir medidas correctivas junto dos SPAs cuja progressão da produção não esteja de acordo com o pretendido. As medidas correctivas em questão são designadas por ordens de correcção e permitirão eliminar a influência de atrasos individuais ocorridos nos SPA e sua consequente repercussão no evoluir da produção global.

Aproveitando o facto de nesta actividade fluir informação que permite relacionar SPAs com ordens produzidas, é também realizado o registo dessa informação permitindo emitir um “cadastro” de ordem vs SPA. Dadas as características de variabilidade da estrutura da EV ao longo do seu ciclo de vida, a conservação desta informação é extremamente importante uma vez que permite saber, posteriormente, quais SPAs intervieram na produção de um determinado lote. Esta característica é uma exigência se a produção em causa se centrar na indústria farmacêutica ou aeronáutica, tornando-se também fulcral ao nível da assistência pós venda. A actividade de controlo da progressão da produção, produz ainda informação relativa ao desempenho dos SPA, considerada de

importância crítica para as operações a realizar na actividade de gestão de desempenho, como se verá mais adiante.

Analogamente ao procedimento descrito para a monitorização da produção, também a actividade de controlo da progressão da produção e reconfiguração da empresa virtual, contém um módulo que centra a sua actuação na tentativa de produzir informação que permita corrigir erros que ainda não aconteceram, mas que um conjunto de dados permite inferir que venham a acontecer. Falamos da actividade de controlo pró-activo da produção. Esta actividade utiliza como entrada toda a informação produzida pela actividade de controlo da progressão da produção, a matriz de desempenho dos SPAs e ainda a relação de ordens potencialmente problemáticas. Ao nível da informação de controlo destaca-se a utilização da avaliação individual de desempenho dos SPAs oriunda da actividade de gestão de desempenho. Com estes dados é possível inferir-se quais os SPAs que deverão ser alvo da emissão de avisos. Os avisos têm um carácter premonitório e pretendem alertar os SPAs para a possibilidade de virem a ocorrer desvios na progressão da produção caso a actual tendência da progressão da produção não seja alterada, tendo em consideração o histórico do desempenho dos SPAs.

Em função da sugestão de reconfiguração originada no planeamento director de produção e no planeamento detalhado de materiais e movimentações, utilizando a informação existente na matriz de desempenho dos SPA, a relação de ordens potencialmente problemáticas, considerando também a informação produzida pelas actividades de controlo da progressão da produção e controlo pró-activo da progressão da produção, a actividade de reconfiguração ou replaneamento (A2143) vai realizar operações que conduzirão ao envio de ordens de reconfiguração ou sugestões de alteração do planeamento a produzir ao nível da actividade de planeamento detalhado de materiais e movimentações. A actividade A2143 pretende dar resposta a todas as dificuldades sentidas quer ao nível do planeamento quer ao nível da satisfação das quantidades e prazos pretendidos pelos clientes.

A capacidade de realizar acções de reconfiguração é uma das características que aporta flexibilidade ao funcionamento de uma EV que se reja pelo sistema que propomos nesta tese. As actividades de planeamento director de produção e de planeamento detalhado de materiais e movimentações realizam a sua coordenação funcional com a actividade de reconfiguração ou replaneamento com base na expedição de sugestões de reconfiguração. Ao nível da actividade de plano director de produção a sugestão de reconfiguração significa que não foi possível encontrar capacidade disponível para satisfazer a encomenda colocada pelo cliente. Na actividade de planeamento detalhado de materiais e movimentações representa que foi detectada incapacidade por parte de um ou mais SPAs que impossibilitam o cumprimento do planeamento director de produção. Em ambas as situações, através do envio da sugestão de reconfiguração pretende-se encontrar solução para se conseguir produzir as quantidades pretendidas pelo cliente dentro dos prazos que este deseja. Para tal poderão ocorrer duas situações diferentes: (1) substituir o SPA que provoca a impossibilidade em questão por um outro que consiga realizar o serviço<sup>23</sup> nas quantidades pretendidas e nos prazos definidos ou (2) adicionar um outro SPA ao SPA que provoca a impossibilidade conseguindo-se dessa forma a realização do serviço dentro dos parâmetros pretendidos.

As duas situações apontadas pretendem mostrar reacções da empresa virtual de forma a contornar dificuldades sentidas ao nível do planeamento com base em situações de falta de capacidade. A actividade de controlo da progressão da produção e reconfiguração da empresa virtual tem também uma função activa em situações de índole correctiva. Se após o início da produção de uma determinada ordem, com uma data de entrega perfeitamente definida, se constatar via relatórios de

---

<sup>23</sup> Tipo de acção associado à impossibilidade, por exemplo movimentar materiais.

progressão das ordens, que esta não será cumprida nos prazos, poder-se-á decidir a adição de capacidade para que a ordem seja realizada dentro do prazo previsto. Situação semelhante poderá ocorrer em caso de um problema incontornável no SPA. Por exemplo numa situação de avaria nos recursos que sustentam a actividade que esse SPA disponibiliza à empresa virtual. Repare-se ainda que na eventualidade de um determinado SPA, sistematicamente, influenciar negativamente a produção poderá ser ordenada a sua saída da empresa virtual. Esta seria uma medida de reconfiguração com a finalidade de melhorar o desempenho da empresa virtual. Esta última situação leva-nos à questão da gestão de desempenho da empresa virtual que será abordada na secção que se segue. Refira-se desde já que a actividade de controlo da progressão da produção e reconfiguração da empresa virtual, realiza um primeiro nível de gestão de desempenho da empresa virtual.

Uma vez que já temos conhecimento dos procedimentos que se desenrolam ao nível da fase de planeamento, façamos agora uma pequena reflexão sobre a sua influência na constituição da empresa virtual e como se repercutirão eventuais alterações na constituição da empresa virtual ao nível do sistema de planeamento e controlo da produção. Levando em linha de conta a orgânica de funcionamento definida para a actividade de planeamento detalhado de materiais e movimentações e o procedimento descrito para o processo de reconfiguração da empresa virtual, é razoável concluir-se que estas ocorrências manifestarão a sua influência na Lista de Materiais e Movimentações. Todo o dinamismo que referenciámos nos dois últimos parágrafos terá necessariamente repercussões na Lista de Materiais e Movimentações. A actividade de reconfiguração ou replaneamento enviará ordens de reconfiguração que entrarão na actividade de projecto da empresa virtual, mais concretamente nas actividades de re-análise à especificação do produto e do processo, definição organizacional e formalização da empresa virtual e actividade de geração da Lista de Materiais e Movimentações. Aqui assume-se de capital importância a informação relativa às alternativas de SPA para cada função que foram encontradas na fase de formação inicial da empresa virtual. Esta possibilidade permite uma maior rapidez e flexibilidade no processo de encontrar SPAs alternativos ou complementares para a empresa virtual. Se esses SPAs alternativos estiverem disponíveis no momento em que são inquiridos para aderir à empresa virtual, o processo de integração será imediato e poupar-se-á o tempo inerente à busca de parceiros. No entanto poderá suceder que o ou os SPAs em questão não estejam disponíveis para integrar a empresa virtual naquele momento concreto. Aí o processo será um pouco mais lento uma vez que é necessário um novo processo de busca com recurso aos serviços do Broker. Toda esta dinâmica exige o conhecimento em cada momento da estrutura da empresa virtual. Uma Lista de Materiais e Movimentações sempre actualizada permite a transferência de informações também actualizadas para as diferentes fases de planeamento perfilando-se assim como o elemento integrador de todo o sistema proposto. Ao longo do ciclo de vida da empresa virtual serão geradas várias Lista de Materiais e Movimentações onde as diferenças entre elas poderão ir desde um só SPA até a um valor máximo próximo da totalidade dos SPA que compõem a anterior Lista de Materiais e Movimentações. Tal como foi referido em 5.4.4, se essa situação limite se reportar a uma determinada encomenda que deu entrada na empresa virtual, encontramos-nos perante o conceito de uma-encomenda-uma-empresa. Ou seja, uma encomenda originou a necessidade de encontrar parceiros mais adequados ou com valores de capacidade diferentes dos existentes, motivando uma grande reestruturação na empresa virtual. Saliente-se que por norma as alterações se manifestam em SPAs que realizam acções de movimentação, montagem, fabrico ou de compras. No fundo acções indexadas a sistemas de planeamento e controlo da produção tradicionais. Em função de todas as considerações efectuadas até ao momento, a influência da Lista de Materiais e Movimentações na operação da empresa virtual é notória. É patente que sem o seu contributo, acções de planeamento (detalhado ou não) neste ambiente dinâmico seriam irrealizáveis.

---

#### 5.5.4 – Gestão de desempenho – A24

---

As questões relacionadas com a gestão de desempenho numa empresa virtual deverão ser, genericamente, similares às que se colocam para uma empresa tradicional. Um dos factores críticos de sucesso na implementação de sistemas de gestão de desempenho é a escolha do conjunto adequado de medidas a recolher (Kennerly e Neely, 2003). Recolher um leque demasiado alargado de medidas poderá conduzir a uma mão cheia de actividades descoordenadas (McDonald e Shield, 1996). Para tal contribui decisivamente o facto de cada perspectiva do desempenho do negócio poder ser medida de diferentes formas. Para além da possibilidade de realizar uma mesma medida sob diferentes perspectivas, surge ainda a questão delicada de que nem todas as medidas se adequam a todas as actividades.

A definição de desempenho de uma determinada empresa pode, por exemplo, ser a capacidade que esta terá para produzir resultados pré estabelecidos, relativamente a um conjunto de alvos concretos (Rantanen *et al.*, 2001). Para os mesmos autores, sistemas de medida de desempenho podem ser considerados como ferramentas que auxiliam os gestores a atingir os objectivos e estratégias estabelecidas. A aplicação de medidas de desempenho a uma determinada actividade ou sistema, permitirão, por um lado, ajudar a manter a estratégia definida, sendo por outro lado utilizadas como meio de teste aos pressupostos e validação dessa mesma estratégia. Em função dessas duas perspectivas será necessário seleccionar medidas adequadas. No entanto a complexidade inerente aos sistemas de gestão de desempenho não se fica por aqui. A escolha adequada dos indicadores (medidas) que transmitirão aos gestores a informação pretendida é também uma acção crítica. Por exemplo, veja-se o caso de uma empresa que labora com elevadas taxas de produtividade, mas os seus produtos são rejeitados pelo mercado por problemas de qualidade.

Num passado recente constatou-se o florescimento de um conjunto alargado de arquitecturas e metodologias de gestão de desempenho, que foram sendo aplicadas com diferentes graus de sucesso (Hvolby e Thorstenson, 2000). Existem várias formas diferentes de construir sistemas de gestão de desempenho. Historicamente, a gestão de desempenho concentrava a sua atenção nos sistemas tradicionais de contabilidade e finanças (EPMM, 2003b). Com o passar dos anos muitas empresas descobriram que a concentração na perspectiva contabilístico financeira não permitia a avaliação de outros factores. O tempo de entrega, ou a satisfação dos clientes, são factores que cada vez mais se perspectivavam como fundamentais para a avaliação do desempenho da empresa, inserida na sociedade do século XXI (Kennerly e Neely, 2003). Esta alusão ao meio onde a empresa se insere permite lembrar que as organizações são permeáveis a factores externos. Ou seja, é razoável considerar-se que alterações que ocorram no ambiente envolvente à organização necessitem de reacções internas no sentido de adequar a estratégia à nova realidade. Isto leva-nos à questão da validade de medidas de desempenho. O processo de definição do conjunto de medidas de desempenho a utilizar, bem como a definição da arquitectura lógica do sistema de gestão de desempenho não deverá ser uma tarefa que se realize e na qual não mais se mexa. A literatura aponta a necessidade de gestão dos sistemas de desempenho, de forma a assegurar que estes continuem a reflectir o enquadramento da organização, em função do mercado envolvente (Kennerly e Neely, 2003).

Na tentativa de reflectir a estratégia da empresa os sistemas de gestão de desempenho deverão sustentar-se em três pontos relacionados: (1) medidas individuais que traduzam quantitativamente a eficiência e a eficácia das acções realizadas; (2) um conjunto de medidas que se combinem com o objectivo de revelar o desempenho global das organizações e (3) uma infra-estrutura de suporte que permita a recolha, confrontação, análise, interpretação e disseminação das medidas (Kennerly e Neely, 2003).

Tradicionalmente as organizações utilizam sistemas de gestão de desempenho nas seguintes actividades: (i) planeamento e controlo da produção; (ii) gestão contabilística e financeira; (iii) programas de melhoria e actividades de benchmarking e (iv) desenvolvimento e manutenção de planos de incentivo (Hvolby e Thorstenson, 2000).

Embora este também não seja um tema central deste trabalho, pretendemos prever na funcionalidade do sistema que propomos, um esboço de arquitectura lógica, que permita o fluir de dados relativos ao desempenho da empresa em questão. Ao prever-se no sistema apresentado uma actividade desta natureza, abre caminho, por um lado, para um mais rápido desenvolvimento futuro dos processos internos a esta actividade e permite, por outro lado, especular relativamente à articulação entre a fase de operação e a fase de dissolução da empresa virtual. Note-se que este procedimento deixa caminho aberto para a definição de medidas de desempenho adequadas à natureza da empresa virtual que se queira considerar. No entanto, pretendemos também nesta secção avançar com alguns tópicos exploratórios sobre medidas de desempenho genericamente adaptáveis ao funcionamento da empresa virtual. Nas próximas linhas vamos concentrar-nos na explicação da infra-estrutura funcional que alimenta, controla, auxilia e flui da actividade de gestão de desempenho.

Uma primeira observação da figura 5.15 (Pires *et al.*, 2003b) revela que a recolha e disseminação de dados para a actividade de gestão de desempenho é realizada a partir de e para, diferentes actividades. Da fase de formação, mais concretamente da actividade de projecto da empresa virtual, entra informação relativa a previsões de vendas de produtos. Esta informação servirá para aferir, após a dissolução da empresa virtual, entre o previsto e o realmente produzido. Obviamente esta informação só por si poderá significar pouco. Assim, é necessária a recolha de mais informação, de índole diversa. Da actividade de planeamento e controlo da produção, flui para a actividade de gestão de desempenho, informação relativa ao desempenho funcional dos SPAs. Neste nível existe a preocupação de recolher indicadores que permitam saber se a produção decorre dentro do planeado pela gestão. Os SPAs são os grandes alvos deste nível, sendo o seu desempenho avaliado continuamente. Uma vez que neste nível se realiza a monitorização da produção, tipicamente são recolhidos indicadores que permitam controlar o desenrolar da produção. Estes indicadores são utilizados neste nível para a realização de acções correctivas e posteriormente são guardados de forma a permitir realizar um histórico de desempenho dos diferentes intervenientes a utilizar durante a operação e dissolução da empresa virtual. Quanto mais intervenções os SPAs realizarem no âmbito da sua participação na empresa virtual mais rigorosa poderá ser a definição do seu “perfil de desempenho”. Embora se tenha alertado em parágrafos anteriores para a necessidade de medir aspectos que não o financeiro, convenhamos que numa organização orientada ao lucro não nos podemos dissociar deste factor. Assim a actividade de gestão financeira irá contribuir com informação de carácter financeiro ou contabilístico que contribua para um estabelecimento mais rigoroso do desempenho, tanto dos SPA, como da empresa virtual no seu todo. Aliás, para lá da possibilidade de emissão de ordens de reconfiguração, motivadas por fraco desempenho de algum SPA, estas são as saídas que a actividade de gestão de desempenho disponibiliza.

O cruzamento de toda a informação angariada para a actividade de gestão de desempenho permitirá uma avaliação da empresa virtual, sustentada noutras valências que não apenas a produtiva. No seu conjunto a informação obtida é ponderada em função dos objectivos de desempenho definidos na formação da empresa virtual. Estes objectivos de desempenho são o “farol” da actuação da empresa virtual. Ou seja, da formação da empresa virtual resulta a estratégia a seguir no decorrer do ciclo de vida da empresa virtual. A estrutura de recolha de medidas e circulação de informação relativa ao sistema de gestão de desempenho proposto deverá possibilitar os meios que permitam ao gestor da empresa virtual avaliar se a produção decorre consentaneamente com o estabelecido, e averiguar se a estratégia definida está ou não a ser seguida e proceder em conformidade.

Repare-se que toda a estrutura planeada permite apenas a recolha de indicadores referentes às actividades desenvolvidas pelos SPAs que constam na Lista de Materiais e Movimentações. No entanto, a actividade e consequentemente o desempenho da empresa virtual, depende também da acção de outros SPAs. Referimo-nos por exemplo a SPAs que realizem acções de índole jurídica, SPAs que realizem acções no âmbito da actividade de gestão financeira e principalmente da actuação do SPA gestor da empresa virtual. Particularmente, relativamente a este último, refira-se que um mau desempenho deste SPA poderá comprometer decisivamente o sucesso de toda a empresa virtual. Nesse sentido, deverá existir um canal de recolha de medidas, que em conselho de administração permita, objectivamente, avaliar o desempenho do gestor da empresa virtual. Essa será uma área de actuação que se considera de hierarquia superior à área de actuação da arquitectura proposta. Por conseguinte, não avançamos mais nesse tema. Já relativamente aos restantes SPAs referenciados, considera-se que uma estrutura semelhante à apresentada para os SPAs que constam na Lista de Materiais e Movimentações seria adequada.

Uma vez realizada uma breve reflexão sobre os cuidados a ter quando se definem medidas a utilizar em sistemas de gestão de desempenho e uma vez esclarecida a estrutura que suportará a recolha e disseminação de dados é agora o momento de reflectir sobre as medidas propriamente ditas. Como é óbvio nesta fase de definição conceptual apenas podemos especular com alguma sustentação teórica sobre as medidas a adoptar. Repare-se que não temos neste momento um negócio concreto definido. No entanto é possível apontar-se algumas medidas de desempenho generalistas que pensamos serem adequadas ao ambiente que no qual se enquadram as empresas virtuais. Isto levamos ao estabelecimento de dois grandes tipos de medidas: (i) as de enquadramento estratégico e (ii) as de enquadramento operativo. As medidas de índole estratégico pretendem revelar se os objectivos propostos aquando da criação da empresa virtual, estão ou não a ser seguidos. Por outro lado, as medidas de enquadramento operativo incidem sob aspectos que têm a ver com as operações de produção e cuja conservação dentro de determinados limites permite, tendencialmente, uma convergência com a estratégia. Veja-se a expressão “conseguir-se níveis elevados de produtividade de forma a atingir x % de quota de mercado”. O objectivo a alcançar seria então a obtenção de uma quota de mercado concreta. Para se alcançar esse objectivo haveria a necessidade de estabelecer uma estratégia operativa para que o desempenho obtido em actividades distintas da empresa virtual, uma vez agregado, permitisse alcançar o referido objectivo global. No decorrer de cada uma dessas actividades seria necessário realizar avaliações de desempenho periódicas relativas a cada actividade no sentido de estas atingirem níveis de desempenho individuais que conduzissem a empresa virtual à tal convergência com a estratégia definida. As medidas que permitiriam a avaliação do desempenho das diferentes actividades seriam de índole operativa. As medidas estratégicas seriam aquelas que permitiriam avaliar a adequabilidade da metodologia estabelecida com o propósito de conduzir a empresa virtual ao objectivo definido.

De seguida apresentam-se e justificam-se algumas medidas de desempenho que se prevê que venham a ter um papel importante quando utilizadas em empresas virtuais:

- **Taxa de Serviço:** Este é um indicador importante por ser frequentemente utilizado na indústria. Consideramos que também terá um papel extremamente importante na avaliação do desempenho da empresa virtual tendo em conta o ambiente distribuído, dinâmico e incerto associado à empresa virtual. Considerando a importância de assegurar junto do cliente uma imagem de rigor no que concerne ao cumprimento de prazos, da sua utilização pretende-se recolher informação que permita perceber se as ordens que fluem dentro da empresa virtual estão a seguir os prazos intercalares previstos e quando finalizadas averiguar se estão conformes com os prazos finais estabelecidos. Para tal consideram-se dois tipos de taxas de serviço:

$$TSi = \frac{NOCdpm}{NOCm} \times 100$$

Equação 5.1

**TSi – Taxa de serviço interno.**

*NOCdpm* – Nº de ordens concluídas dentro do prazo até ao momento m.

*NOCm* – Nº de ordens concluídas até ao momento m.

$$TS = \frac{NECdp}{NEC} \times 100$$

Equação 5.2

**TS – Taxa de serviço.**

*NECdp* – N° de encomendas concluídas dentro do prazo.

*NEC* – N° de encomendas concluídas.

A primeira mais virada para o interior da empresa virtual permite analisar o desempenho dos SPA relativamente ao cumprimento dos prazos. A segunda permite analisar o serviço prestado ao cliente relativamente ao cumprimento de prazos. Tal como salientámos em 5.5.3.2, devido à natureza dos SPAs as entregas poderão sofrer atrasos mas também poderão ser alvo de antecipações consideráveis. Para tal basta que um ou vários dos SPAs em causa tenham em stock o produto pretendido, nas quantidades pretendidas, e que o possam fornecer de imediato.

- Tempo de “percurso” médio: Esta medida poderá também ser analisada sob dois vectores. Internamente à empresa virtual e relativamente aos competidores da empresa virtual (empresas tradicionais e/ou virtuais). Para uma reflexão interna, assume-se que esta medida se realiza com base na mesma Lista de Materiais e Movimentações. Assim, com base no tempo de percurso médio para um conjunto de ordens já terminadas é possível estabelecer-se valores de referência e a partir daí avaliar o desempenho da empresa virtual para novos valores de desempenho comparativamente aos referenciais estabelecidos. O processo de estabelecimento de referências repete-se seguindo um procedimento que poderemos designar por *benchmarking* interno. Este processo estabelece como valor de referência a melhor das médias obtidas, repetindo-se enquanto a Lista de Materiais e Movimentações se mantiver estável e até à dissolução da empresa virtual. Para novas configurações da Lista de Materiais e Movimentações o processo será reiniciado. Os valores obtidos para esta medida de desempenho podem alertar para eventuais dificuldades por exemplo ao nível das movimentações. O seu cruzamento com a taxa de serviço poderá permitir encontrar eventuais fontes motivadoras de incumprimentos.

- Índice de agilidade: À excepção da taxa de serviço intercalar, as medidas apresentadas anteriormente são passíveis de ser encontradas em utilização em empresas ditas tradicionais. Também o índice de agilidade é passível de ser utilizado em empresas tradicionais, no entanto, porventura esta será uma medida extraordinariamente adaptada para aplicar em empresa virtual dadas as características destas e o que delas se espera. Conhecendo a natureza da empresa virtual, esta é uma das medidas de desempenho à qual deve ser dada grande importância. A literatura atribui como uma das principais características das empresas virtuais o facto de estas conseguirem responder mais rapidamente a alterações na procura. Assim a tentativa de medir a agilidade com que uma empresa virtual responde a alterações na procura é um factor de extrema importância. Para além disso, numa altura em que se refere com insistência serem as empresas virtuais mais ágeis que as empresas tradicionais esta medida de desempenho surge com redobrada actualidade. De seguida vamos introduzir a taxa de agilidade e com base nesta medida mostrar que as empresas virtuais baseadas em SPA conseguem ser mais ágeis adaptando quer recursos, quer níveis de capacidade instalada, às flutuações na procura.

Um sistema de produção do futuro deverá, idealmente, preencher os seguintes requisitos (Kim, 1990):

1. Produzir de 1 até 1.000 produtos simultaneamente (NPD – Número de Produtos Diferentes);

2. Acomodar lotes com formatos que variem de 1 unidade (TLMin – Tamanho de Lote Mínimo) até 1.000.000 (TLMax – Tamanho de Lote Máximo);
3. O sistema deverá reconfigurar-se para um novo produto dentro de um segundo, de forma a satisfazer os requisitos 1 e 2.

Acreditamos que um quarto requisito deverá ser acrescentado (Carvalho *et al.*, 2003b).

4. O sistema de produção manterá sempre um nível de utilização cerca dos 100%. Este requisito está fortemente relacionado com os custos de produção e consequentemente com a competitividade.

Os primeiros dois requisitos apresentados relacionam-se apenas com a capacidade que as empresas têm para se adaptar a alterações na procura. O terceiro requisito apresentado, permite avaliar a velocidade que uma determinada empresa tem, para se adaptar ela própria, a alterações na procura. O quarto requisito permite medir a eficiência com que uma determinada empresa atinge os três requisitos anteriores. Todos os requisitos em conjunto perfazem, na nossa opinião, uma medida de agilidade (Carvalho *et al.*, 2003a).

Os requisitos expressos acima estão tradicionalmente em conflito e soluções de compromisso são normalmente a resposta adequada. As empresas que produzem grandes variedades de produtos fazem-no em pequenos lotes e com taxas de utilização baixas. Por outro lado, as empresas que produzem com altas taxas de utilização dos equipamentos produzem pouca variedade de produtos e estão normalmente associadas a tempos elevados de mudança de série.

Os três primeiros requisitos são possíveis de alcançar se uma empresa possuir recursos ilimitados. Imagine-se o caso de uma empresa fictícia que possua um número ilimitado de células de fabrico, linhas de produção e oficinas. Neste caso, a empresa em questão conseguirá facilmente produzir de 1 a 1.000 produtos simultaneamente, conseguindo também a sua reconfiguração num curto período, próximo do ideal teórico de 1 segundo. O senão surge ao nível da taxa de utilização dos recursos, que será baixa, e consequentemente afectará os custos de produção. Poderemos considerar que o mais alto índice de agilidade é conseguido por uma empresa que seja capaz de preencher os quatro requisitos anteriores. Vejamos de seguida como pode ser medido esse índice.

Antes de avançarmos para a definição da taxa de agilidade convém compreender o conceito de Amplitude do Tamanho de Lote (ATL), ou seja (TLMax-TLMin) e o conceito de Amplitude Relativa do Tamanho de Lote (ARTL). O primeiro caso diz simplesmente respeito à gama de tamanhos de lote que pode ser produzida enquanto que o segundo tem um significado bastante diferente. Repare-se que é bastante mais fácil conseguir produzir lotes que variem entre 5 mil e 6 mil artigos do que produzir lotes de tamanhos entre 1 e mil artigos. No entanto, em ambos os casos a amplitude do tamanho de lote é a mesma e de mil artigos. É notoriamente mais fácil conseguir grandes amplitudes de tamanhos de lote quando se produzem lotes de muito grandes dimensões. Nos sistemas produtivos orientados para pequenos lotes (poucas unidades) é muito difícil conseguir-se grandes amplitudes de tamanho de lote. Assim, tornou-se necessário criar uma medida que tente esbater esse efeito, trata-se do conceito de amplitude relativa do tamanho de lote. Esta medida tenta relacionar a amplitude do tamanho de lote com a ordem de grandeza dos lotes produzidos e expressa-se da seguinte forma:

$$ARTL = \frac{ATL}{1.000.000} \times \frac{ATL}{TLMax} \times 100\%$$

Equação 5.3

**ARTL – Amplitude Relativa do Tamanho do Lote.**

ATL – Amplitude do Tamanho do Lote.

TLMax – Tamanho do Lote Máximo

Se considerarmos uma empresa ideal a amplitude relativa do tamanho do lote seria de 100% uma vez que:

$$ARTL = \frac{1.000.000}{1.000.000} \times \frac{1.000.000}{1.000.000} \times 100\%$$

O Índice de Agilidade (IA) será então obtido da seguinte forma (Carvalho *et al.*, 2003a):

$$IA = \frac{NPD \times ARTL \times TUR}{TP}$$

Equação 5.4

**IA – Índice de Agilidade.**

*NPD* – Número de Produtos Diferentes.

*TUR* – Taxa de utilização dos recursos.

*TP* – Tempo de preparação.

Com base na equação 5.4, para uma empresa considerada ideal, o valor mais elevado do Índice de Agilidade seria 1.000.

$$IA = \frac{1.000 \times 100\% \times 100\%}{1} = 1.000$$

Tentando encontrar o valor do Índice de Agilidade para uma empresa mais de acordo com a realidade, por exemplo uma empresa capaz de produzir 50 produtos diferentes, com um tamanho de lote mínimo de 100 unidades e um tamanho de lote máximo de 5.000 unidades. Considerando também que a empresa necessitaria 1 hora em média para reconfigurar o seu sistema de produção em função de um novo produto e com uma taxa média de utilização de recursos da ordem dos 60%, teríamos:

$$ARTL = \frac{4900}{1000000} \times \frac{4900}{5.000} \times 100\% = 0,48$$

$$IA = \frac{50 \times 0,48 \times 0,6}{3600} = 0,004$$

Assim, uma empresa virtual cuja formação seja baseada em SPAs e cuja infra-estrutura envolvente siga a caracterizada neste trabalho poderá facilmente competir em termos de Índice de Agilidade com as empresas ditas tradicionais uma vez que:

- Um grande número de produtos diferentes a produzir simultaneamente é alcançável através da selecção adequada do conjunto de SPAs que formarão a empresa virtual;
- A adaptação à amplitude do tamanho do lote é conseguida mediante as funcionalidades previstas para a operação da empresa virtual que permite a inclusão, substituição ou exclusão de SPAs com competências principais similares;

- O tempo de preparação para a inclusão, substituição ou exclusão de SPAs é teoricamente baixo uma vez que existem no MSPA procedimentos que facilitam e minimizam a sua integração;
- Uma utilização elevada dos recursos existentes é conseguida uma vez que a abordagem proposta para a operação da empresa virtual se rege por princípios de produção emagrecida onde só estão presentes os SPAs necessários, fornecendo cada um deles apenas a capacidade necessária. Relativamente a este último ponto, refira-se que na entrada de SPAs para a empresa virtual os SPAs seleccionados reservam apenas a capacidade considerada necessária em função das expectativas resultantes da fase de formação e consequentemente da oportunidade de negócio. No entanto essa capacidade é passível de ser alterada em função das flutuações da procura. Desta forma a adaptação de capacidade pode-se conseguir de duas formas distintas. Uma internamente ao SPA, com base na alteração de reserva de capacidade para a empresa virtual e outra ao nível da empresa virtual com a adição ou dispensa de SPAs, em caso de impossibilidade interna do SPA em causa. Desta forma consegue-se com pequenos atrasos relativamente às flutuações na procura uma adaptação na capacidade da empresa virtual. Consequentemente a utilização dos recursos existentes será sempre elevada.

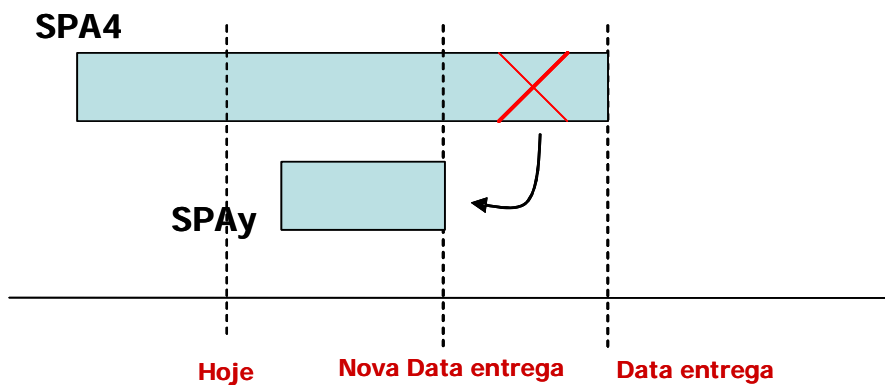


Figura 5.29 – Exemplo de alteração no planeamento

Observe-se a figura 5.29. Imagine-se que um SPA (4) está empenhado em produzir uma determinada quantidade Q de um produto P, que deverá entregar na data indicada na figura como “Data de entrega”. Imagine-se ainda que por algum motivo imprevisto surge a necessidade de antecipar a entrega da quantidade Q do produto P para uma “Nova Data de entrega”. Considere-se ainda que o SPA4 teria toda a sua capacidade aplicada na produção da quantidade Q do produto P para a “Data de entrega”. Nestas condições seria fisicamente impossível o SPA4 fornecer a quantidade Q antes dessa data.

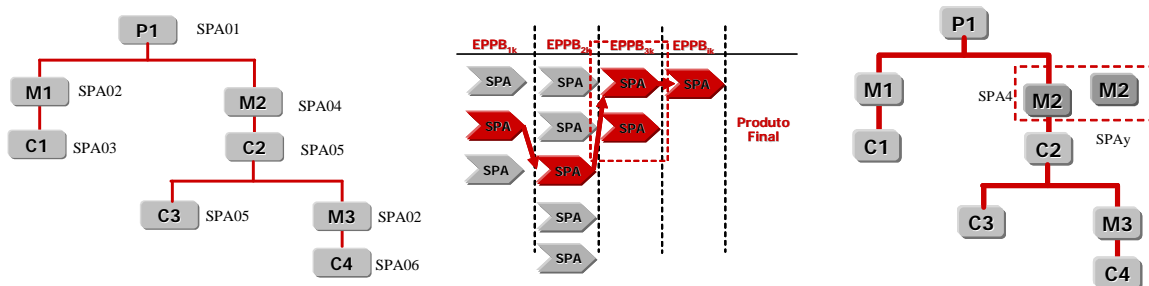


Figura 5.30 – a) LMM inicial b) Resultado da procura c) LMM reconfigurada

Como se viu, a abordagem que propomos possui funcionalidades que permitirão desviar a quantidade aposta à cruz vermelha da figura 5.29 para um SPAy que consiga realizar o mesmo produto P exactamente com as mesmas especificações. Para encontrar esse SPAy o GEV baseia-se na procura de SPAs realizada na fase de formação e que ficou guardada (figura 5.30 b)). Encontrado o SPA adequado vai-se alterar a Lista de Materiais e Movimentações inicial (figura 5.30 a)) para uma LMM pós reconfiguração (figura 5.30 c)).

O procedimento que acabámos de descrever é uma das formas sob a qual se manifesta a reconfiguração da empresa virtual. O procedimento descrito poderá também ocorrer em situações de aumento da procura onde o ou os SPAs em questão estejam a utilizar a sua capacidade máxima e seja necessário adicionar SPAs para completarem a produção. Em virtude da previsibilidade de uma grande frequência na ocorrência das situações referidas ao longo do ciclo de vida da empresa virtual, surge então a questão de como manter a coerência relativamente a quem faz o quê e quando. Este tema já foi afluado em 5.4.4 e a resposta é precisamente a Lista de Materiais e Movimentações, estar relacionada com a ordem e não com o produto. É obvio que estamos conscientes da problemática que surge em torno do armazenamento das várias Lista de Materiais e Movimentações que previsivelmente serão necessárias. No entanto esse tema não está dentro dos objectivos deste trabalho.

## 5.6 – A Dissolução da EV

A fase de dissolução da empresa virtual é apresentada nesta tese, com o objectivo de permitir o fecho do raciocínio subjacente a todas as funcionalidades estabelecidas para o ciclo de vida da empresa virtual. Permitirá entender a utilidade de algumas das saídas oriundas da fase de operação, permitindo também a especificação superficial de algumas funcionalidades de extrema importância para uma dissolução ágil da empresa virtual. Como iremos ter oportunidade de observar, a sua acção ultrapassa os limites da “dissolução”, pura e simples, interagindo com a formação e com a operação na realização de actividades de reconfiguração.

A designação utilizada para esta fase, dissolução da empresa virtual, poderá induzir o leitor em erro, se não forem avançados esclarecimentos adicionais. Contrariamente ao que se possa pensar, a fase de dissolução não serve apenas para encerrar o ciclo de vida da empresa virtual. Isto é, não vai ser apenas activada no momento em que se decide a dissolução da empresa virtual. Durante todo o seu ciclo de vida vão ser realizadas actividades, cujo objectivo é sustentar e agilizar todo o processo de saída da empresa virtual, de SPAs que assim o desejem, ou sejam alvo de acções de reconfiguração. Logicamente, toda a informação armazenada no decorrer do ciclo de vida será utilizada no momento da dissolução total da empresa virtual. As actividades estabelecidas para esta fase obedecem ou são orientadas em função do plano de dissolução da empresa virtual, estabelecido e acordado na fase de formação.

A observação das figuras 5.6 e 5.31 permite esboçar um raciocínio da funcionalidade que se pretende para a fase de dissolução. Repare-se que esta fase é alimentada com informação originária da fase de operação e com fluxos de informação próprios. Internamente, as sub-actividades que compõem a fase de dissolução são a análise continua de viabilidade (A31), o processo de dissolução normal/contenciosa (A32), Serviço ao consumidor (A33) e Actividade de compilação de informação. Uma vez que não se pretende uma explicação exaustiva desta fase, de seguida proceder-se-á a uma explicação sucinta das funcionalidades que encerra cada uma das actividades enumeradas, bem como de alguns fluxos de informação que as interrelacionam.

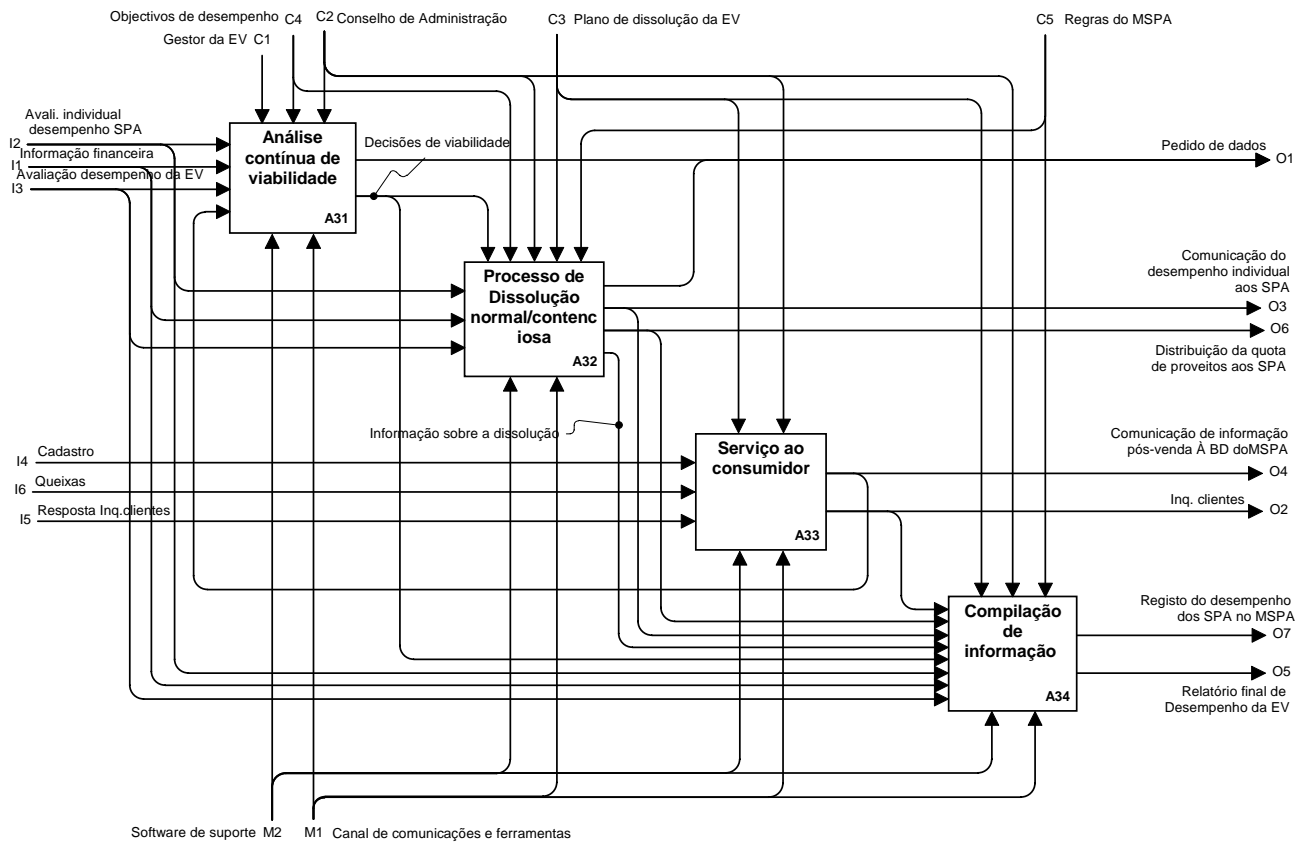


Figura 5.31 – Actividades da fase de dissolução em formato IDEF0

### 5.6.1 – Análise contínua de viabilidade (A31)

Dentro do ciclo de vida da empresa virtual, chegará o momento em que será necessário dar por terminada a sua actividade, pelo menos com base na estrutura e objectivos do momento. Ou seja, chegará o momento em que será necessário dissolver a empresa virtual, ou então reconfigura-la profundamente, de forma a conseguir adaptar-se às novas exigências do mercado. Nos objectivos de desempenho deverão constar elementos que permitam ir questionando a viabilidade da empresa virtual no decurso da sua actividade. Sucintamente, a actividade de análise contínua de viabilidade, com base no desempenho individual dos SPA (nesta tese apenas ao nível da produção), informação financeira e com o conhecimento do desempenho global da empresa virtual, pretende realizar uma análise da viabilidade da empresa virtual ou dos SPAs que compõem a sua estrutura. Para tal serve-se de indicadores fornecidos pela operação bem como dados que internamente vão sendo recolhidos pela fase de dissolução, nomeadamente os referentes ao serviço ao consumidor. Essa análise terá por referência os objectivos de desempenho estabelecidos na fase de formação. A informação resultante será utilizada como controlo na dissolução de toda a empresa virtual ou nas referidas acções de reconfiguração. A informação produzida será também disponibilizada à actividade de compilação de informação, cujo papel é descrito em detalhe em 5.6.4. Para a execução destas acções a actividade de análise contínua de viabilidade poderá solicitar informação actualizada à fase de operação.

Tal como sucederá para as outras actividades, os processos internos a esta actividade não são descritos em detalhe, fornecendo-se apenas uma perspectiva funcional de alto nível que permita um enquadramento funcional com as fases anteriores.

### 5.6.2 – Processo de dissolução normal/contencioso (A32)

---

Em consonância com o descrito para a actividade anterior, o processo de dissolução da empresa virtual será activado aquando da sua dissolução global, ou da dispensa de um ou mais SPAs. A dissolução poderá ocorrer sob duas perspectivas: (1) pacífica ou normal ou (2) contenciosa. As acções a desencadear mediante uma ou outra situações não são especificadas nesta tese. No entanto é razoável considerar-se que uma dissolução normal passará pela divisão por cada um dos SPAs que integraram a empresa virtual ou pelo SPA (s) dispensado (s), dos resultados do negócio. Estas operações são realizadas de acordo com os contratos estabelecidos na formação da empresa virtual e que constam do plano de dissolução. Para além disso a cada SPA é comunicado o seu desempenho individual, calculado e ratificado via conselho de administração (mediante parâmetros estabelecidos pelo MSPA). Se a dissolução for contenciosa, então far-se-á com base na informação oriunda da fase de formação, com base nos objectivos de desempenho, plano de dissolução e com um contributo decisivo das regras do MSPA. No final, em função das decisões resultantes do processo, o SPA será ou não ressarcido financeiramente. Ao contemplar-mos nesta fase a possibilidade de existência de litígios internamente à empresa virtual, prende-se com a necessidade de se tentar prever de uma forma exaustiva todas as possibilidades de ocorrências ao longo do ciclo de vida da empresa virtual. Não se pode, nem se pretende, extrapolar se este será ou não um procedimento a que se recorra com frequência.

### 5.6.3 – Serviço ao consumidor (A33)

---

A actividade de serviço ao consumidor pretende assegurar todos os direitos que o consumidor tem. Por um lado realiza-se a audição da opinião do consumidor relativamente a alguns aspectos considerados importantes como a concepção, recepção, qualidade e utilização do produto. Esta acção será realizada por meio de inquéritos que são enviados a cada um dos clientes aos quais foi entregue uma encomenda. Considera-se também importante uma avaliação entre as expectativas criadas e o produto recebido. Por outro lado é necessário assegurar o serviço pós venda inerente a todos os produtos, como sejam reparações e garantias. Uma das funções consideradas cruciais para a credibilidade das EV resulta da capacidade de cumprir os prazos legais de garantia e reparações mesmo que a EV já tenha sido dissolvida. Para tal é guardada informação que designamos por cadastro, cuja origem já foi identificada em 5.5, e que servirá para saber quem deverá realizar correcções ou reparações, uma vez a EV dissolvida. Esta acção poderá passar pela intervenção de um ou vários SPAs, que não terão que ser necessariamente os que realizaram as operações na altura da produção do serviço ou bem em causa.

De qualquer forma, o MSPA tem um serviço interno de registo completo numa base de dados, das Listas de Materiais e Movimentações referentes a cada encomenda (e relativamente a cada ordem). Um cliente com alguma reclamação que ocorra numa janela temporal na qual a empresa virtual ainda se encontre em operação, deverá contactar directamente com a zona de atendimento a clientes no *site* da empresa em questão. Se pelo contrário a reclamação ocorrer numa altura que a empresa virtual tenha já sido dissolvida, a comunicação deverá ser remetida ao MSPA, que tem precisamente entre as suas funções a de assumir erros cometidos pelos integrantes de empresas virtuais realizadas sob o seu *Domínio*.

---

#### 5.6.4 – Compilação de informação (A34)

---

Esta actividade tem por responsabilidade compilar dados dispersos e dispares no sentido de permitir ao MSPA armazenar informação de uma forma organizada. Este procedimento permitirá internamente ao MSPA criar gráficos de actuação de SPA, estatísticas de actividade de SPAs e empresas virtuais, entre outra informação pertinente. É com base em toda esta informação que se revêem, periodicamente, normalizações de contratos, custos de funcionalidade do mercado, entre outros aspectos orientados a uma agilizar, quer de formação quer de dissolução de empresa virtuais. A actividade de selecção de parceiros requer informação objectiva sobre o desempenho de SPAs em parcerias anteriores, bem como dados actualizados sobre outras situações pertinentes para a selecção de parceiros e que não importa agora especificar. Refira-se também que muita da informação que é compilada nesta actividade será reutilizada posteriormente na geração actualizada ou no refinar de padrões de desempenho de SPAs.

# Capítulo 6

## 6 – Implementação de uma aplicação protótipo

### 6.1 – Introdução

---

O *capítulo 5* incidiu em duas componentes fundamentais desta tese. Por um lado foram definidas as estruturas e entidades que é necessário existir para que o sistema de planeamento e controlo da produção que propomos funcione adequadamente. O funcionamento do sistema em si é a outra vertente proposta. Uma vez caracterizado o ambiente, especificaram-se actividades e fluxos de dados de interligação (entradas, saídas, mecanismos e controlos), que deverão permitir o planeamento e controlo da produção, para empresas virtuais, constituídas a partir de sistemas produtivos autónomos (SPAs).

Após a especificação do sistema, o passo seguinte será o de conseguir verificar (provar) que o planeamento e controlo da produção, para empresas virtuais baseadas em SPAs, pode ser realizado com base no modelo proposto. Do processo de teste pretende-se, também, a prova das virtudes e/ou limitações que caracterizam o modelo proposto. No decorrer da investigação que conduziu à especificação do sistema de planeamento e controlo da produção proposto no capítulo anterior, identificaram-se um conjunto de necessidades de índole estrutural e funcional, consideradas imprescindíveis para que a resposta do sistema decorresse de acordo com o previsto. Ou seja, a área de intervenção da investigação, não se circunscreveu ao desenvolvimento de um sistema de planeamento e controlo da produção, que permitisse responder às dificuldades apresentadas pela utilização de sistemas tradicionais, neste novo ambiente (ver *capítulo 1*). Passou também pela identificação de problemas estruturais e funcionais, para os quais foram apresentadas soluções concretas e exaustivamente especificadas. A existência de mercado de SPAs, com as suas regras de funcionamento, do Broker e a organização dos SPAs segundo a arquitectura proposta (GEV, CA, entre outros), são condições fundamentais a um funcionamento do sistema de planeamento e controlo da produção, de acordo com o previsto. Assim, uma vez que a existência dessas estruturas (nos moldes referidos no capítulo anterior) é uma proposta relevante desta tese, a sua existência terá que ser imposta como um pressuposto, o que se apresenta como uma primeira dificuldade a considerar. Uma outra dificuldade, surge configurada na não existência de empresas virtuais, cujas características se enquadrem naquelas que definimos nesta tese.

De forma a ultrapassar as dificuldades referidas e a criar condições conducentes ao teste das especificações realizadas, construí-se uma aplicação protótipo de índole circunscrita, que permitisse testar a funcionalidade e consistência do modelo proposto. Em função da necessidade de se testar a funcionalidade e validade do sistema de planeamento e controlo da produção, a aplicação foi desenvolvida sob a perspectiva de actuação do gestor da empresa virtual e seu inter-relacionamento com os demais SPAs que intervêm na produção. Pretende-se dotá-los de

ferramentas de acesso distribuído que lhes permitam um adequado planeamento e controlo interactivo da produção. Para completar o cenário, estabeleceu-se um produto teste e definiu-se a lista de materiais e movimentações inicial. O teste da aplicação decorreu num ambiente aproximado ao desejado para o mercado de SPAs.

Assim, a primeira parte do capítulo 6 pretende familiarizar o leitor com tecnologias de comunicação de vanguarda, disponíveis ao momento de escrita desta tese, sob as quais é possível sustentar a implementação da estrutura de suporte ao funcionamento do sistema. Este processo é realizado sob uma perspectiva tutorial, partindo de conceitos básicos de consciencialização sobre problemas de segurança no uso da Internet, seguindo-se a apresentação de algumas tecnologias que permitem minimizar esses problemas, apresentando-se posteriormente uma proposta de tecnologia a utilizar. Uma vez que os SPAs poderão ser sistemas produtivos de reduzidíssima dimensão, consideramos um imperativo o recurso a tecnologias de baixo custo, ou se possível gratuitas, bem como de fácil instalação/utilização. O passo seguinte baseia-se no enquadramento de cada uma das entidades e estruturas definidas no *capítulo 5*, nas tecnologias e arquitectura seleccionadas, terminando com a caracterização da rede informática de suporte, que pretende simular as condições proporcionadas pelo mercado de SPAs.

A justificação da linguagem de programação e sistema de bases de dados adoptados, bem como a apresentação da estrutura de dados é a preocupação que se segue. Com base na lista de materiais e movimentações inicial, no produto teste e num conjunto de encomendas que acabaram de chegar à EV e que vão ser carregados para a aplicação, vai ser possível ilustrar e testar os procedimentos necessários para iniciar o planeamento e controlo da produção da EV. Comparações entre a reacção obtida e reacção esperada vão ser possíveis.

A parte final deste capítulo será dedicada à comparação entre o modelo apresentado e trabalhos afins, em função da análise efectuada no capítulo 3, direccionando o raciocínio para a apresentação das conclusões a efectuar no capítulo 7.

---

## 6.2 – Tecnologias de segurança em ambiente de rede

---

---

### 6.2.1 – A Internet e as Empresas Virtuais

---

A introdução ao tema das empresas virtuais, realizada no *capítulo 2*, permitiu constatar que, entre outros factores, a evolução ocorrida ao nível das tecnologias de informação e comunicação (TIC), auxiliou decisivamente o aparecimento deste novo paradigma organizacional. Como tal, não será objectivo desta sub-secção manifestar uma vez mais a preponderância que as TIC tiveram nesta área. Pretende-se enquadrar a utilização da Internet na filosofia funcional especificada no modelo proposto, esclarecendo simultaneamente alguns conceitos introdutórios, de forma a permitir que leitores menos familiarizados com o tema se enquadrem com a terminologia e funcionalidades utilizadas ao longo deste capítulo.

A Internet é considerada por alguns autores como um dos maiores “inventos” tecnológicos do século XX (Kosiur, 1998). Apesar de considerarmos que nos dias que correm, dificilmente existirá alguém que desconheça o conceito Internet, tentar-se-á em poucas linhas realizar uma resenha histórica com alguma dose técnica, sobre este conceito.

Fundamentalmente, a Internet é uma rede virtual composta por um enorme conjunto de redes de computadores, públicas e privadas, espalhadas por todo o mundo, que, mesmo tendo características diferentes, estão interligadas e podem ser vistas como uma única rede gigante (infopedia, URLe).

Cada uma das redes que perfazem a Internet utiliza um mesmo sistema de regras (protocolo) para troca de informação (McKeown e Watson, 1997). Nesta rede mundial, a cada computador está associado um número que o identifica e distingue perante os demais, a que se dá o nome de endereço IP.

É difícil estabelecer-se uma data exacta para os primeiros movimentos que originaram o nascimento da ARPANET, predecessora da Internet. A literatura revista (McKeown e Watson, 1997; anonymous, 1998; Hunt, 1998a; Griffiths, URL; IS, URL; SAPL, URL) permite concluir que no início da década de sessenta, foram dados alguns passos no âmbito do DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) que resultariam no surgimento da ARPANET, por volta de 1968/69. A ARPANET aparece catalogada como uma rede completamente descentralizada com fins militares e que responde aos receios de isolamento de comunicações em caso de ataque nuclear aos EUA (McKeown e Watson, 1997). Sendo uma rede estritamente controlada por militares, é apresentada publicamente no início da década de setenta (por volta de 1972) na primeira conferência internacional sobre computadores e comunicações, realizada em Washington (Griffiths, URL). Esta conferência estimula o aparecimento de iniciativas paralelas, que posteriormente resultariam em contributos fundamentais para o aparecimento da Internet.

Um momento considerando substancialmente importante para a evolução da ARPANET em direcção à Internet aconteceu por volta de 1974 quando foi introduzido o conceito de *Transmission Control Protocol* (TCP).

Na década de oitenta (1983), a ARPANET divide-se em ARPANET e MILNET (Vertente estritamente militar) e deixa de utilizar o protocolo *Network Communication Protocol* (NCP), adoptando o *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP). Ocorre então a associação entre a ARPANET e a previamente criada CSNET (*Computer Science Network*) que conjuntamente originam a Internet (Cheswick *et al.*, 2003). A partir desta altura, o crescimento da Internet intensificou-se. Deste crescimento resultou a necessidade de criar estruturas de coordenação. O primeiro contributo nesse sentido é dado com a criação do *Internet Activities Board* (IAB) que incluía o *Internet Engineering Task Force* (IETF) e o *Internet Reasearch Task Force* (IRTF). Outros contributos fundamentais foram aportados mediante o surgimento da *European UNIX Network* (EUNET), da *European Academic and Reasearch Network* (EARN), da *Joint Academic Network* (JANET - Para servir as universidades britânicas) e da Rede da fundação para a ciência nacional dos EUA (NSFNET - *U.S. National Science Foundation Network*) (SAPL, URL).

Até ao início da década de noventa, a utilização da Internet com base na rede NSFNET era de usufruto exclusivo de entidades governamentais e comunidade académica. A participação comercial era aceite desde que servisse os propósitos de evolução do projecto. Em 1991 começam a surgir redes comerciais independentes que proporcionavam a possibilidade de o tráfego informático circular entre diferentes sites comerciais sem recurso à rede NSFNET.

Em 1989 iniciam-se no CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*) os estudos que viriam a mostrar ao mundo o conceito *World Wide Web* (WWW, Web ou W3) em 1991. Este é o serviço de maior utilização e maior sucesso de entre os disponibilizados pela Internet e baseia-se numa rede de sítios cujos conteúdos podem ser acedidos e extraídos com base num protocolo especial designado por *Hiper Text Transfer Protocol* (HTTP). Para além do www, a Internet disponibiliza ainda outros serviços com diferentes patamares de sucesso, como o correio

electrónico (e-mail), grupos de discussão (newsgroups), acesso remoto (telnet), transferência de ficheiros (FTP), IRC (chat) entre outros (infopedia, URLe).

Com todos estes serviços ao seu dispor, os agentes de comércio tradicional aperceberam-se que a utilização da Internet permitia uma grande proximidade com potenciais clientes, bem como a possibilidade de ampliar os mercados existentes até então (infopedia, URLc). Com base nestes preceitos, a Internet foi inicialmente utilizada como meio de publicitação de novos produtos e serviços.

Nos dias que correm, o comércio electrónico (*e-commerce*), o negócio electrónico (*e-business*), gestão electrónica (*e-management*), ensino electrónico (*e-learning*) e governação electrónica (*e-government*), são já uma realidade. Na nossa opinião, em termos comerciais, as Empresas Virtuais representam o passo de vanguarda na utilização das potencialidades que a Internet oferece. Actualmente, a massificação e generalização do uso da Internet é demonstrada pelos seus mais de 200.000.000 endereços IP registados e mais de 800.000.000 utilizadores (Zakon, URL). A Internet continuará o seu processo de modificação contínua, sustentando-se em grande parte nas evoluções tecnológicas da indústria de computadores/comunicações (Leiner *et al.*, URL). A sofisticação que se espera em futuras aplicações multimédia e o incremento previsto no número de utilizadores fazem com que o aumento da largura de banda seja uma necessidade premente. Um factor importante a ter-se em conta é a circulação de voz sobre tecnologia IP. À medida que esta tecnologia evolui assistir-se-á tendencialmente a uma partilha de largura de banda entre dados e voz ao longo da Internet. Repare-se na “revolução” que esta situação representa na utilização de telefones numa dada empresa. Uma ligação inter-urbana ou inter-continental terá aproximadamente, ou por vezes exactamente, o mesmo custo que uma chamada urbana. Esta evolução trará consigo, inevitavelmente, uma profusão de videoconferências. A possibilidade de audição de estações de rádio e vídeo ao longo da Internet dão ideia das suas potencialidades. A estas potencialidades acresce-se a possibilidade de ligação sem fios, concretizada pelo WAP (*Wireless Application Protocol*), protocolo *Bluetooth* e IEEE 802.11 (Rodriguez *et al.*, 2001), que solidificarão o conceito de escritório móvel. Desta forma, a utilização da Internet por parte das empresas será mais consistente e mais flexível para utilizações comerciais sob a forma de Empresa Virtual.

Do capítulo 5, fica patente a necessidade de realização de acções de coordenação ao nível do planeamento e da produção, entre os vários integrantes da EV. Em muitos dos negócios que se desenvolvem nos dias que correm, os momentos de tomada de decisões são por vezes “esticados” ao máximo. Num dado momento, a opção por uma determinada orientação em detrimento de uma outra, depende em larga escala, da quantidade, qualidade e actualidade da informação que se consegue reunir até esse momento. Assume-se que na tomada de decisões influi cada vez mais a componente informação. Para além da sua utilização na vertente de gestão ou planeamento, a importância da informação manifesta-se também na criação, troca e difusão de informação entre trabalhadores, equipas, parceiros ou ainda com clientes. A informação e sua adequada difusão (condicionada ou não) apresentam-se como factores de importância crucial no correcto desenvolvimento de grande número de actividades de negócio (Kosiur, 1998).

Indo de encontro às opiniões expressas em alguns trabalhos lidos durante a realização desta tese (Kosiur, 1998; Garcia-Dastugue e Lambert, 2002) e considerando as necessidades de comunicação que o GEV terá que realizar em função dos procedimentos estabelecidos na especificação do sistema, o meio privilegiado para a realização de troca de informação nos locais e momentos previstos no modelo, é a Internet.

A opção pela Internet como meio de realização de comunicações entre os vários integrantes da EV baseou-se em três pontos: (1) por um lado, os custos inerentes à instalação/utilização de linhas dedicadas ou servidores de acesso remoto relativamente aos custos de utilização da Internet são

maiores (Kosiur, 1998; Garcia-Dastugue e Lambert, 2002). Por outro lado, (2) o sistema proposto assume a necessidade de rapidez na reacção a uma oportunidade de negócio. Como tal, a utilização de uma rede pré existente e mundialmente generalizada (Hunt, 1998a) evita demoras na instalação de linhas dedicadas, assegurando a vertente de flexibilidade e agilidade que se pretende para o sistema proposto (Kosiur, 1998). Finalmente, (3) a utilização da Internet como canal de comunicações, pressupõe a existência de alguma dose de tolerância/compatibilidade de utilização de sistemas que se baseiam em plataformas heterogéneas.

As soluções tecnológicas que se apresentarão nas secções que se seguem permitirão de uma forma mais pormenorizada compreender e auxiliar na justificação da utilização da Internet como sendo o canal de comunicações para as necessidades da EV, sempre com base no modelo proposto. O conceito de *extranet* aliado a uma rede privada virtual permitirá ultrapassar algumas reticências com a segurança quando se utiliza a Internet.

### 6.2.2 – Segurança na Internet

A questão da segurança na utilização da Internet leva-nos ao tema da confiança contextualizada nas empresas virtuais, alvo de reflexão no *capítulo 5*. Para além da confiança que terá que existir entre os diferentes integrantes da EV, terá também que existir confiança nas infra-estruturas que sustentam as necessidades funcionais da EV, com base no modelo de PPC proposto. Levando em linha de conta que toda a troca de informações de planeamento, controlo e de índole técnica se baseiam na Internet, importa debater quais os problemas de segurança que se nos depararão na execução de todas as operações funcionais estabelecidas na especificação do modelo. Para além da identificação de todas as possíveis falhas de segurança e pontos mais vulneráveis no uso da Internet (traduzidas em vulnerabilidade, ameaça, ataque), importa estabelecer procedimentos que permitam de uma forma adequada minimizar, contornar ou se possível eliminar, potenciais focos de insegurança (contra-medidas).

Uma vez que os conceitos de segurança e privacidade são antíteses de partilha e distribuição, deve-se ter em conta que a busca de segurança em redes informáticas deverá resultar de um compromisso entre o fornecimento de informação a utilizadores que necessitam a informação, mantendo-a inacessível a utilizadores não autorizados. A razão para este dilema advém das motivações que estão por trás da criação das redes de computadores. As redes de computadores foram criadas como forma de resposta ao isolamento de dados que existia no início do desenvolvimento da ciência de computadores (ATG, URL). Estas ilhas causavam problemas na condução de negócios, uma vez que alguma informação crítica guardada numa ilha não era acessível por outras. As redes tornaram-se as pontes de comunicação que permitiram a integração destas ilhas.

O debate sobre a segurança na utilização da Internet não é de agora. Diariamente, na imprensa ou em conversas informais, surge o tema da segurança na utilização da Internet, manifestado sob a forma de *hackers, bugs, patches*, etc. Ao nível do utilizador individual, provavelmente o motivo de maior receio reside na possibilidade de alguém ter acesso ao número do cartão de crédito. Já ao nível empresarial, os receios situam-se na possibilidade de adulteração, destruição ou simples acesso a dados considerados confidenciais ou de importância estratégica. O acesso por parte da concorrência a dados sobre as orientações estratégicas de uma determinada empresa, à carteira de clientes e respectivos endereços, à informação financeira da empresa ou a planos detalhados de introdução de um novo produto, poderão causar estragos irreparáveis. Na sociedade competitiva de hoje, a informação representa poder. Imbuídas de um espírito empreendedor, as empresas pretendem partilhar esse poder com os seus empregados, vendedores e clientes, dotando-os de informação que lhes permita tomar as decisões mais adequadas nos momentos oportunos. No entanto este procedimento tem os seus riscos. Informação classificada de confidencial nas mãos

erradas poderá significar uma séria ameaça à competitividade da empresa (Phaltankar, 2000). Se em causa estiver uma pequena empresa, poder-se-á dar a eventualidade de esta ser irremediavelmente colocada fora do mercado.

Os ataques aos servidores de empresas e tráfego que circula entre servidores são uma realidade. Um estudo designado por “*Computer Crime and Security Survey*”, realizado pelo CSI (*Computer Security Institute*) e FBI (*Federal Bureau of Investigation*) americanos com base em 520 respostas a inquéritos a empresas, revela um crescimento contínuo no número de crimes informáticos. A percentagem de empresas dos EUA que nesse inquérito reportaram que a sua ligação à Internet é um ponto frequente de ataques cresceu de 37 % em 1996 para 54 % em 1998 (Harris e Hunt, 1999). Em 2002 cifrava-se em 74% e em 2003 em 78% (CSI/FBI, URL). Não se julgue no entanto que as únicas e mais perigosas fontes de ataque aos servidores de uma empresa se realizam a partir do exterior. Muitos dos grandes problemas com que os responsáveis da segurança Informática das empresas se debatem são ataques internos (Hulme, URL). O facto dos funcionários de algumas empresas terem acesso ao datagrama de IPs ou outros dados que advêm da sua condição de elementos internos à empresa, permite-lhes desencadear determinado tipo de ataques, que de fora seriam irrealizáveis.

No estudo em questão (Harris e Hunt, 1999), os crimes informáticos distribuem-se em 44% em acessos não autorizados por parte de empregados da própria empresa, 25% são ataques do tipo “negação de serviço<sup>24</sup>”, 24% são penetrações no sistema vindas do exterior, 18% representam roubo de informação, 15% representam fraudes financeiras e 14% são relativos a sabotagem de dados ou da estrutura da rede.

No caso concreto do sistema de PPC que propomos, a realidade é composta por um conjunto de entidades (SPAs) que pretendem trocar entre si informação confidencial. Essa informação reparte-se por informação de controlo, de planeamento e técnica. Nesse sentido, é fundamental que cada um dos parceiros, ao receber uma ordem de produção com atributos bem definidos, saiba que os dados são íntegros, e que são enviados por quem de direito. Para que tal suceda é necessária a existência de toda uma estrutura informática que garanta segurança no sistema, transmitindo aos participantes na EV a confiança necessária a uma participação sem reservas (Osório e Barata, 2001).

A interceptação de dados que flúem pela rede, fazer-se passar por outro, descobrir *passwords* ou chaves de encriptação e os vírus electrónicos, são alguns dos contratemplos com que os utilizadores de redes informáticas, nomeadamente as baseadas em TCP/IP, se deparam. Consequentemente, vão surgindo no mercado soluções tecnológicas ao nível físico e lógico que permitem minimizar as dificuldades sentidas com a segurança. De seguida, introduzimos o leitor dentro de algumas das mais representativas.

---

#### 6.2.2.1 – A Firewall

Considerando o carácter tutorial que também se deseja para esta secção, e a importância que o conceito de *firewall* tem no avanço tecnológico e arquitectura das redes informáticas, abordaremos de seguida, sucintamente, o seu contributo na vertente da segurança das estruturas informáticas.

---

<sup>24</sup>Este tipo de ataque baseia-se na utilização de duas “*Flags*”(indicadores/sinais), normalmente a RST, responsável pelo “*reset*” de uma ligação, e a FIN, que indica que não serão enviados mais dados. Com base nestes dois sinais e no conhecimento do datagrama de IPs, o ataque baseia-se na adulteração do próximo segmento de comunicação baseado no TCP onde o RST é colocado a “1”. Ao receber este sinal adulterado o computador receptor fecha a ligação uma vez que o RST a “1” significa a realização de “*reset*”.

A palavra *firewall* tem a sua origem numa barreira de protecção colocada entre o motor dos aviões e a cabine do piloto durante a 1ª guerra mundial, no sentido de não permitir que o calor provocado pela potência do motor matasse o piloto. Direccionando o nosso pensamento para a área de construção civil ou pensando concretamente num prédio de habitação, vem-nos imediatamente à ideia, que um corta-fogo é uma estrutura que pretende impedir que um fogo passe de um compartimento para outro. Em termos de redes informáticas o conceito baseia-se nos mesmos princípios. Basicamente, as *firewalls* são hardware, software ou uma combinação de ambos, utilizando-se para proteger os sistemas ligados em rede de utilizadores não autorizados. Examinam os dados que são enviados para um determinado computador ou rede, permitindo ou não a passagem desses dados consoante estes satisfaçam ou não alguns critérios pré estabelecidos.

A figura 6.1 pretende representar uma rede simples, constituída por dois segmentos, com uma *firewall* a separar um segmento do outro. No caso concreto, num segmento existe um servidor *Linux* e no outro um PC, artilhado com software da Microsoft. Assim, o PC comunicará com o servidor *Linux*, passando necessariamente pela *firewall*. Este procedimento permite-nos a introdução de um outro conceito importante associado às *firewalls*, que é a política de acesso estabelecida. A *firewall*, por si só, não consegue introduzir segurança e funcionalidade a um sistema informático. A *firewall* deve actuar em consonância com um conjunto de regras que representam a política de acesso à rede. Intuitivamente, a figura 6.1 permite inferir que a localização ideal para fazer incidir políticas regularizadoras, é precisamente na *firewall*. Assim o PC só poderá comunicar com o servidor se esse procedimento estiver previsto na política definida. Generalizando este caso simples à rede global de uma empresa, em cada um dos segmentos representados poderão estar pendurados um conjunto de computadores que perfazem duas redes locais, que constituem a rede global da empresa. Nestas condições a existência da *firewall* permitiria a realização de funções de regulação de tráfego entre as redes.

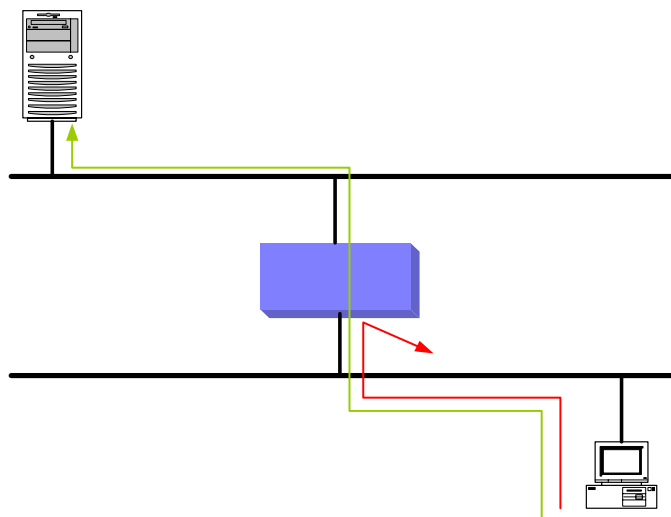


Figura 6.1 – Exemplo simples do objectivo de uma *firewall*.

Complementada com a referida política de segurança, a *firewall* deverá proteger cada rede privada contra intrusos com objectivos perniciosos mas com baixa capacidade técnica, contra os designados *hackers* profissionais, que podem actuar apenas pelo prazer de quebrar mais um sistema ou contratados para tal, e ainda contra a tentativa de espionagem por parte de utilizadores não autorizados (podem ser simples curiosos).

Embora se encontrem algumas variações sobre a classificação da arquitectura das *firewalls* (Kosiur, 1998; Scott *et al.*, 1999; Phaltankar, 2000; Schultz, URL; Tyson, URL; Vicomsoft, URL),

basicamente, elas podem ser classificadas em dois tipos, em função dos níveis do modelo OSI<sup>25</sup> sobre os quais incidem (Hunt, 1998b; Curtin e Ranum, URL). Por um lado existem aquelas que actuam ao nível da camada de rede e transporte e as que actuam ao nível da aplicação (anonymous, 1998; Hunt, 1998a). As que seguem a primeira abordagem referida, designam-se por “*packet filtering*” ou “*screening routers*” (Sheldon, 1997). Tal como a designação indicia, a sua actuação baseia-se na análise de cada pacote que entra ou sai da rede, permitindo-se ou não a sua passagem de acordo com a política implementada para a firewall. Algumas versões permitem especificar qual o conjunto de IPs que podem aceder a quais portas. As *firewalls* que se baseiam na segunda versão designam-se por “*proxy server firewalls*”(Sheldon, 1997) ou “*application level gateway*”(anonymous, 1998). De acordo com o significado de “proxy”, um software especial vai servir de interlocutor entre um computador situado na rede privada e um computador situado na rede não confiável. Do exterior a rede privada é representada pelo servidor de *proxy*. Desta forma qualquer eventual ataque à rede privada, vindo do exterior, incidirá sobre o servidor de *proxy*, com os necessários benefícios para a integridade da rede privada.

Fisicamente, uma *firewall* pode ser implementada com base num *router*, num computador pessoal ou num ou vários servidores, configurados especificamente para blindar um site ou uma sub rede (anonymous, 1998). Dependendo da política de protecção instalada, a *firewall* poderá estar localizada junto ao *gateway* de mais alto nível da sub-rede ou existirem várias distribuídas por toda a subrede. Muitas vezes quando se faz referência à firewall, não se pretende apenas falar do dispositivo físico que implementa a *firewall*. A firewall pode enquadrar um ou mais dispositivos físicos, aliados a uma política estabelecida e a uma disposição lógica desses equipamentos. Às diferentes disposições lógicas que são dadas aos dispositivos que executam as funções de filtragem, dá-se o nome de topologia da *firewall*. A tipologia mais simples, designada por *dual-homed*, pode ser relacionada com a figura 6.1. A designação de *dual-homed* advém da existência dos dois segmentos de rede que a *firewall* isola. O funcionamento foi descrito atrás.

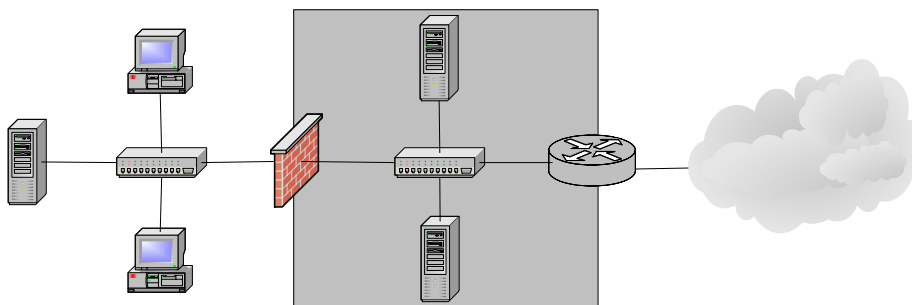


Figura 6.2 – Firewall única com DMZ exposta.

Uma tipologia mais elaborada é designada por *firewall* única. Esta tipologia baseia-se na utilização de dois elementos físicos de protecção na implementação da *firewall*. Um desses dispositivos é o *router* que realiza a ligação à Internet, podendo simultaneamente realizar funções de filtragem de tráfego. Entre esse *router* e a rede privada existirá um outro dispositivo de segurança que poderá ser uma *firewall* comercial ou um servidor dedicado para isolar o *router* da rede interna.

<sup>25</sup> O modelo OSI (Open System Inter-connection) é uma norma ISO que possibilita a interligação de sistemas abertos. Consiste num conjunto de protocolos abertos para o fabrico de equipamento e desenvolvimento de software, destinados a funcionar em redes de computadores. É subdividido em 7 níveis ou camadas (Camada física, Camada de ligação de dados, Camada de rede, Camada de transporte, Camada de sessão, Camada de apresentação, Camada de aplicação)

Nesta situação este servidor será dotado de duas placas de rede que com base em software tipo *proxy*, permitirão realizar o isolamento entre a rede privada e a rede insegura, via *router*. À sub-rede que é originada entre o servidor dedicado e o *router* dá-se o nome de sub-rede resguardada (*Screened sub net*) ou zona desmilitarizada (DMZ - *Demilitarized Zone*). As máquinas que são colocadas na DMZ fornecem serviços ao público em geral. Como exemplos podemos apontar um servidor WWW, servidor de DNS, servidor de FTP, entre outras possibilidades. Esta configuração expõe os servidores WWW e de e-mail à rede insegura, sem qualquer protecção (DMZ totalmente exposta – figura 6.2).

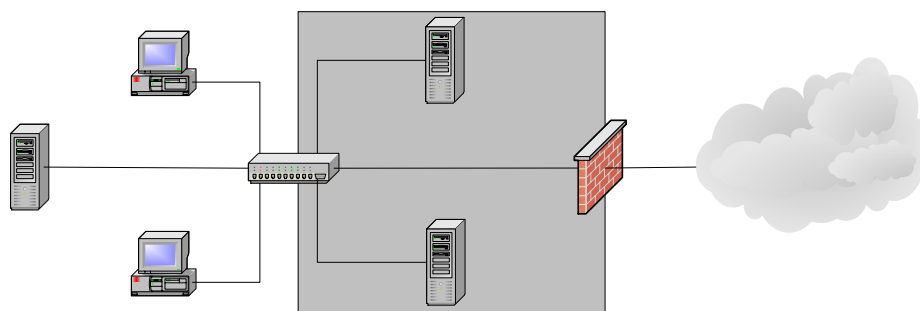


Figura 6.3 – Firewall única com DMZ resguardada.

Uma outra variante desta topologia permite uma maior protecção da DMZ (figura 6.3). Nesta solução o elemento que realiza a ligação de toda a rede, incluindo a DMZ, com a rede insegura, é uma *firewall*. A DMZ é ligada à rede privada recorrendo a um *switch* ou um *hub*. Com esta arquitectura consegue-se filtrar o acesso aos servidores por parte de utilizadores localizados na rede insegura. Outra solução possível permite realizar acesso controlado à DMZ, enquanto bloqueia acessos não autorizados à rede segura (figura 6.4).

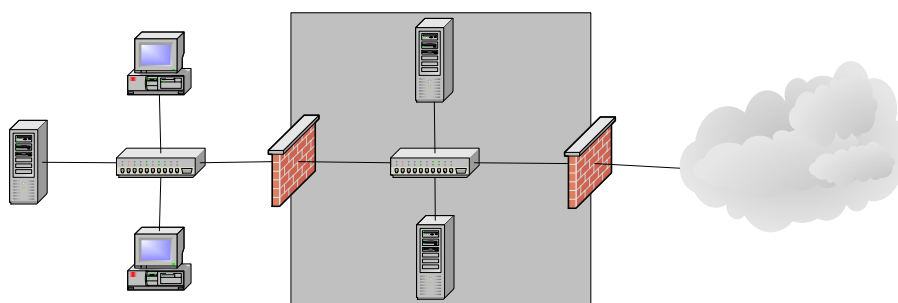


Figura 6.4 – Firewall de camada múltipla.

Os construtores de *firewalls* estão a evoluir o conceito para lá das potencialidades debatidas nos parágrafos anteriores, mediante a adição de algumas novas capacidades de segurança de redes. Essas novas potencialidades concentram-se na possibilidade de se conseguir conter ataques de vírus, maior capacidade na personalização de acessos e várias aplicações de monitorização de tráfego. Embora este seja um tema entusiasmante, não nos é possível continuar o debate que se pretende breve. As referências apontadas permitem, a quem o desejar, um maior embrenhar no tema. Para já, os conceitos que se explicaram dotam o leitor com o conhecimento suficiente para o entendimento da utilização das *firewalls* nos tópicos que se seguem.

Rede F

## 6.2.2.2 – Criptografia

No contexto informático, sem recurso a grande rigor, a criptografia é uma ciência que permite introduzir segurança ao nível dos dados e das comunicações. Nesse sentido são utilizadas técnicas como a encriptação, decifração, criptanálise e autenticação. Todos os procedimentos que permitam transformar dados, baseados em métodos que sejam difíceis de reverter, podem ser considerados criptografia. A qualidade de um determinado método de encriptação vê-se com base na dificuldade em reverter a codificação inicial, acção essa que idealmente deverá ser impossível de efectuar por alguém que não conheça as chaves adequadas (Fowler, 1999; Rodriguez *et al.*, 2001).

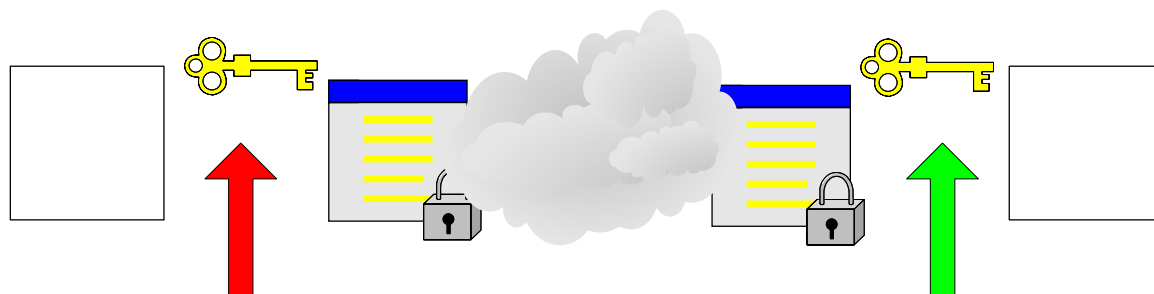


Figura 6.5 – Sistema de encriptação e decifragem simples. Adaptado de Fowler (1999).

Encriptar é transformar uma mensagem de texto compreensível numa forma ilegível de maneira a conseguir-se esconder o seu significado (Phaltankar, 2000). Ou seja, encriptar é o acto de conseguir-se que informação classificada seja lida por alguém não autorizado. Para que este processo funcione, tanto o emissor como o receptor devem conhecer o conjunto de regras que foram utilizadas para transformar a informação original em informação codificada (Kosiur, 1998). A acção contrária designa-se por decifrar. A figura 6.5 ilustra o funcionamento de um sistema de encriptação e decifragem simples. A mensagem, inicialmente escrita em texto legível, é encriptada com base numa chave. Posteriormente é enviada para o destinatário que a decifrará com base também numa chave. A chave utilizada nesta segunda acção poderá não ser a mesma que foi utilizada na encriptação. Com base no procedimento descrito, torna-se evidente a importância do elemento “chave” em todo este processo (Phaltankar, 2000). Os algoritmos de encriptação utilizam como chaves palavras de bits. Uma vez que o bit pode tomar o valor 0 ou 1, então uma hipotética chave de encriptação de 40 bits permitirá obter  $2^{40}$  chaves diferentes. Dada a capacidade que os computadores de hoje apresentam, uma chave é segura se utilizar um elevado número de bits (ver tabela 6.1). Normalmente um mínimo de 64 (Fowler, 1999), indo até valores da ordem de 768 bits para sistemas de chave pública em caso de uso comercial, de que falaremos mais adiante. Uma vez que a criptografia vai ser um dos elementos presentes na solução adoptada para a estrutura de comunicações entre SPAs e de cada um deles com o MSPA, considerando também o carácter distribuído dos SPAs por diferentes países, é relevante chamar-se a atenção para as leis de cada estado no que concerte à utilização de criptografia (Fowler, 1999).

Tabela 6.1 – Tempo e esforço financeiro para descobrir chaves com diferentes tamanhos, Kosiur (1998)

Custo em dólares (EUA)	Tamanho da Chave em bits					
	40	56	64	80	128	
100 K	2 s	35 h	1 ano	70000 anos	$10^{19}$ anos	
1 M	0,2 s	3,5 h	37 dias	7000 anos	$10^{18}$ anos	
100 M	2 ms	2 min	9 h	70 anos	$10^{16}$ anos	
1 G	0,2 ms	13 s	1 h	7 anos	$10^{15}$ anos	
100 G	2 $\mu$ s	0,1 s	32 s	24 dias	$10^{13}$ anos	

**Mensagem  
Legível**

Actualmente existem dois tipos genéricos de sistemas de criptografia em uso (Kosiur, 1998; Fowler, 1999): i) chave secreta ou simétrico e ii) chave pública.

Nos sistemas mais antigos, tipo chave secreta ou simétrica, a mesma chave é utilizada na encriptação e decifragem da mensagem. Este procedimento implica que a chave seja passada de quem envia a mensagem (Alice) para quem a recebe (Bob) de uma forma secreta<sup>26</sup> antes de se estabelecer o sistema de comunicação encriptado. Desta partilha de chaves resulta fundamental que o conhecimento da chave seja restrito e inacessível a utilizadores não autorizados. Esta necessidade evidencia-se como um potencial ponto fraco (Rodriguez *et al.*, 2001). Por um lado existe a questão do secretismo na transferência da chave. Por outro lado existe o inconveniente de que perante uma comunicação com  $n$  intervenientes seja necessário ter  $n$  chaves diferentes. Caso tal não aconteça a confidencialidade deixa de existir uma vez que cada interveniente conseguirá decifrar todas as mensagens. A utilização deste método impossibilita também que se faça a autenticação de emissores de mensagens, uma vez que as chaves são conhecidas e cada um dos intervenientes pode imputar a emissão de uma determinada mensagem ao outro (repudiar a mensagem).

Como características abonatórias, este método apresenta a sua eficiência e facilidade de implementação em termos de hardware (Rodriguez *et al.*, 2001). Algumas designações para algoritmos que usam este método são: DES, 3DES ou IDEIA (Scott *et al.*, 1999).

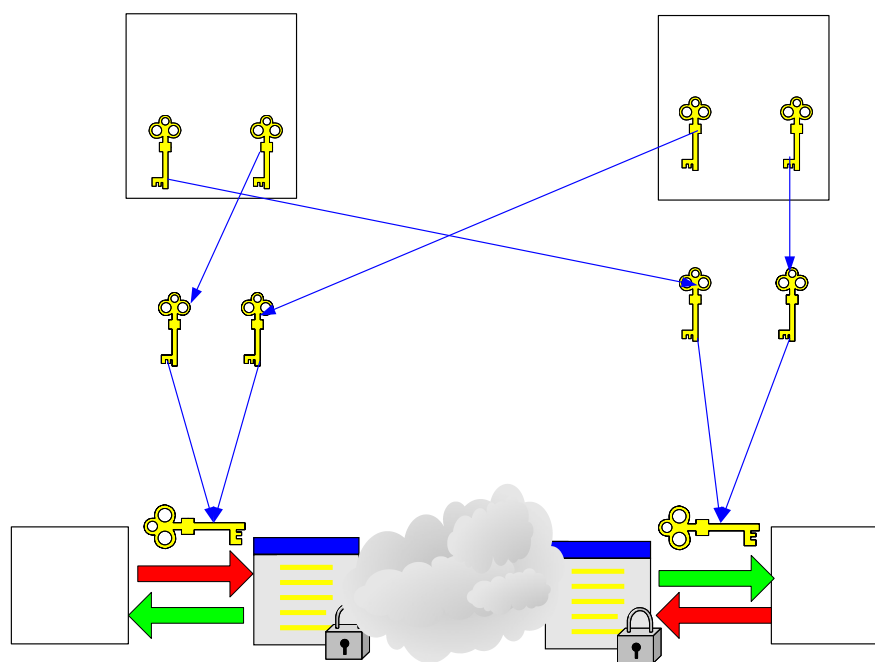


Figura 6.6 – Geração da chave secreta e utilização do método Diffie-Hellman. Fowler (1999).

Tentando ultrapassar os inconvenientes imputados ao método de chave secreta, o método de chave pública baseia a sua funcionalidade na existência de duas chaves em cada interveniente. Cada um

<sup>26</sup> Na literatura sobre criptografia é comum atribuir-se ao primeiro interveniente o nome de Alice ao segundo Bob e caso seja necessário um terceiro Charlie (Fowler, 1999; Rodriguez *et al.*, 2001; Scott *et al.*, 1999).

dos intervenientes tem um par de chaves. Uma delas é uma chave privada, da qual apenas o proprietário tem conhecimento e que nunca é intercambiada, e a outra é uma chave pública cuja divulgação generalizada em nada afecta a segurança do sistema (Fowler, 1999; Rodriguez *et al.*, 2001). Desta forma é ultrapassado o principal inconveniente apontado aos sistemas de chave privada, que é o intercâmbio da chave. A existência de duas chaves permite a estes sistemas dois tipos de funcionalidades importantes. Por um lado consegue-se dotar as mensagens com confidencialidade, e por outro consegue-se provar a autenticidade do emissor da mensagem. Esta funcionalidade advém da existência da chave secreta e única em cada um dos intervenientes no sistema de comunicação. A divulgação da chave pública pode ser realizada mediante a sua colocação num servidor (Kosiur, 1998), não existindo dessa forma a necessidade do seu envio para cada destinatário que vá receber uma dada mensagem. Dentro deste tipo de sistemas de criptografia existem dois com maior difusão.

O que primeiro foi inventado designa-se por encriptação de Diffie-Hellman, como consequência dos apelidos dos seus dois inventores. A observação da figura 6.6 permite perceber intuitivamente o seu funcionamento. Este sistema utiliza uma mistura do sistema de chave secreta e de chave pública. A chave secreta, gerada com base no par de chaves de cada interveniente como foi descrito no parágrafo anterior, permite que dois interlocutores combinem uma chave de encriptação secreta sem realizarem a troca efectiva da chave secreta.

Outro método com elevada profusão designa-se por encriptação RSA<sup>27</sup>. Este deverá ser, provavelmente, o sistema de criptografia com maior difusão a nível mundial (Fowler, 1999). Pode ser encontrado no Netscape Navigator, Internet Explorer, em várias *firewalls*, comércio electrónico, protocolo S-http, SSL, entre outras utilizações.

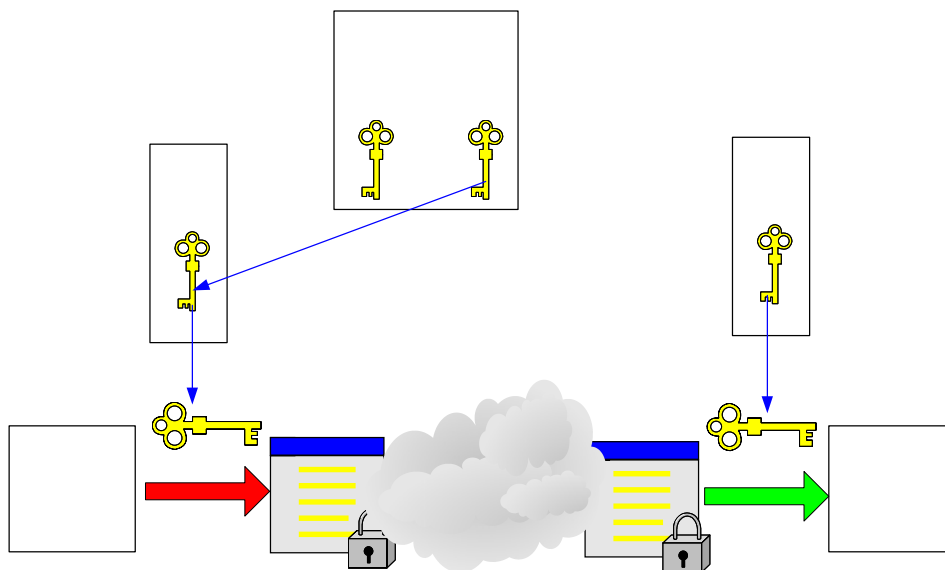


Figura 6.7 – Encriptação segundo o método RSA. Adaptado de Rodriguez *et al.*, (2001).

À semelhança do que sucede com o sistema Diffie-Hellman, no sistema RSA cada utilizador tem uma chave pública e outra privada. O funcionamento deste método difere relativamente ao DH pelo facto de não se gerar uma única chave privada que vá ser utilizada no processo de encriptação. O

<sup>27</sup> Com base no nome dos seus criadores, Rivest, Shamir e Adelman

funcionamento incide em na utilização de pares de chaves. A informação que for encriptada com recurso a uma chave RSA pública, só poderá ser revertida (decifrada) recorrendo-se a uma chave RSA privada. O contrário também sucede, ou seja, informação encriptada com uma chave privada só será descodificada com uma chave pública.

Ou seja, recorrendo aos já conhecidos intervenientes Alice e Bob, a Alice poderá utilizar a chave pública do Bob para encriptar uma dada mensagem, recorrendo este último à sua própria chave privada para reverter a mensagem (figura 6.7).

Tabela 6.2 – Vantagens e desvantagens de cada sistema de criptografia

Tipo de Encriptação	Vantagens	Desvantagens
Chave Secreta	Rápida	Usa a mesma chave
	Facilmente Implementável em hardware	Difícil distribuir as chaves Não suporta assinatura digital
Chave Pública	Usa duas chaves diferentes	Lenta, necessitando grande esforço computacional
	Chaves facilmente distribuíveis	
	Integra Elimina a repudição com base em assinatura digital	

A tabela 6.2 fornece um resumo comparativo entre os dois tipos de criptografia referidos (Kosiur, 1998).

### 6.2.2.3 – Assinaturas digitais e autenticação de utilizadores e mensagens

A identificação exacta e rigorosa do emissor de uma determinada mensagem e a capacidade de se saber se a mensagem foi ou não alterada durante o seu percurso, são elementos fundamentais para a instauração de um ambiente de confiança e subsequente motivação na utilização dos novos meios electrónicos em transacções comerciais. No entanto, estes não são problemas simples de resolver. A evolução ocorrida ao nível do *e-commerce*, *e-business*, *business-to-business*, *e-health* e outros vocábulos começados por *e*, enfatiza cada vez mais a necessidade de confiarmos no interlocutor que temos do outro lado da rede. O recurso às novas tecnologias deverá ser um elemento de auxílio à dinamização dos negócios e não um travão, traduzido sob a forma de receios e preocupações extra. Neste contexto, seria de todo conveniente que existisse um processo que permitisse, de uma forma electrónica, assegurar que uma mensagem enviada pela Alice fosse autenticada de uma forma indubitável. Tradicionalmente, o recurso ao bilhete de identidade e à assinatura serve esse propósito. Foi com esse objectivo que se introduziu, embora de uma forma relutante, a assinatura digital. Note-se que o envio de um documento electrónico onde conste uma assinatura digital estará sujeito aos mesmos problemas que uma mensagem normal. Ou seja, a assinatura pode ser adulterada. Por este motivo é necessário tomar-se precauções tendentes a evitar ou minimizar essa ocorrência. Uma vez que já estamos dotados de alguns conceitos relativos à criptografia, vamos perceber de que forma se gera uma assinatura digital, como se utiliza e que resultados permite.

Antes de prosseguirmos para a explicação da geração da assinatura digital, é necessário falar-se em função *Hash*. Este tipo de função matemática transforma um texto, ou outro tipo de informação, de tamanho arbitrário, numa cadeia de caracteres de tamanho fixo (FIPS-PUB-198, 2002). Surge com o propósito de se utilizar na assinatura de mensagens longas com uma única e curta assinatura. Este tipo de função apresenta-se como um elemento essencial na atribuição de segurança ao tema das assinaturas digitais (Pointcheval e Stern, 2000). A assinatura digital de um determinado utilizador, numa mensagem  $m$ , é uma cadeia de caracteres que depende de  $m$ , de dados públicos (chave pública) e dados secretos (chave privada), permitindo que qualquer utilizador verifique a sua autenticidade recorrendo a dados públicos (chave pública) (Pointcheval e Stern, 2000). Para se

assinar digitalmente um documento ou outra forma de informação o processo segue os seguintes passos. A mensagem original da Alice é processada com base numa função *hash*, dando origem a uma mensagem síntese (é impossível reverter esta mensagem síntese). De seguida, a Alice encripta a mensagem síntese recorrendo à sua chave privada. O resultado desta acção é a assinatura digital da Alice. Esta assinatura será aposta ao documento a enviar. Ao receber a mensagem assinada, o Bob decifra a assinatura digital recorrendo à chave pública da Alice. Se este procedimento resultar, o Bob terá a certeza que a Alice foi quem enviou a mensagem uma vez que só ela tem a sua própria chave privada. Aplicando a função *hash* ao texto que recebeu e comparando o resultado com a mensagem síntese que vinha aposta à mensagem, o Bob saberá se a mensagem foi ou não alterada.

A utilização de assinaturas digitais carece da utilização simultânea de uma entidade que ateste a originalidade das chaves em uso. É imperativo que todos os utilizadores de assinaturas digitais estejam abrangidos (inscritos) num organismo que regule e autorize a emissão de assinaturas digitais. Estes organismos designam-se por Autoridades Certificadoras ou mais recentemente por Fornecedores de Serviços de Confiança (TSP – *Trust Service Provider*).

A finalizar esta pequena secção, a título de reflexão, queremos partilhar com o leitor uma opinião atribuída ao Departamento de Defesa dos EUA (DoD). O DoD refere que toda a informação considerada sensível, guardada num computador, só estará totalmente segura se esse computador nunca for ligado a uma rede exterior (Scott *et al.*, 1999).

---

### 6.2.3 – Intranet e Extranet

A utilização de redes de computadores em organizações empresariais deu-se numa primeira fase ao nível da automatização de procedimentos administrativos. A incapacidade manifestada para a realização de partilha de documentos implementados em computadores com diferentes tecnologias representava um grande entrave à integração de serviços dentro de departamentos de empresas, ou entidades governamentais. Devido à impossibilidade de interligação de redes tecnologicamente diferentes, a circulação de informação entre diferentes departamentos ou dentro de um mesmo departamento era realizada em papel, obrigando por vezes a reescrever um mesmo documento várias vezes. O facto de o TCP/IP ser um protocolo que funciona independentemente da plataforma, abriu a possibilidade de implementar redes que permitem a conectividade entre computadores de diferentes naturezas, tais como *Machintosh*, PC com *Windows*, PC com *Linux*, *Unix*, etc (Bremner *et al.*, 1997). Este factor, aliado ao baixo custo de investimento e rápido retorno do investimento, contribuiu decisivamente para o florescimento das tecnologias de intranet e extranet (Bremner *et al.*, 1997). Observados os benefícios que essas tecnologias permitiram, a sua utilização estendeu-se a actividades de controlo de processos de produção e linhas de montagem (Giozza *et al.*, 1986). A adopção destas soluções tecnológicas pretende dotar as redes com níveis de segurança, que permitam às organizações que nelas se sustentam elevados níveis de confiança nas suas operações, e simultaneamente proporcionar um ambiente de trabalho integrado.

---

#### 6.2.3.1 – A Intranet

Tal como o próprio nome sugere, uma *intranet* é uma rede interna. Estas redes locais assentam a sua base na tecnologia e soluções TCP/IP (infopedia, URLf). Ou seja, a *intranet* indicia a utilização da tecnologia da Internet sobre uma rede interna. Estas redes internas dão grande ênfase às componentes de segurança, qualidade de serviço e facilidade de manuseamento de informação. Em termos de tecnologia de redes, a primeira ideia associada ao conceito de *intranet* baseava-se no conceito de LAN – Local Area Network. Esta rede local, servia os propósitos de um departamento ou uma empresa, que por norma se caracterizavam pela partilha de um mesmo edifício físico, ou

pelos menos era possível a sua interligação com base em cablagens, indiciando grande proximidade (Figura 6.8).

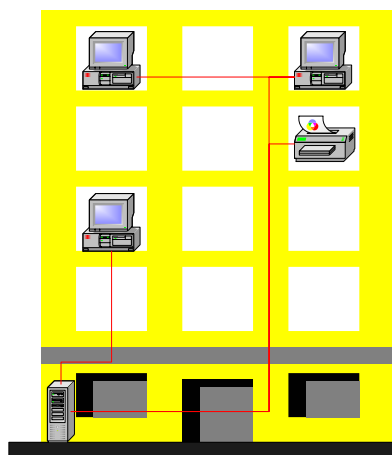


Figura 6.8 – Representação de uma *Intranet* sem ligação à Internet localizada num só edifício.

Como o protocolo de suporte à *intranet* é o TCP/IP, na tentativa de potenciar as vantagens das *intranets* (nomeadamente para a utilização de serviços como o e-mail), realizava-se a interligação da rede local à Internet (Figura 6.9).

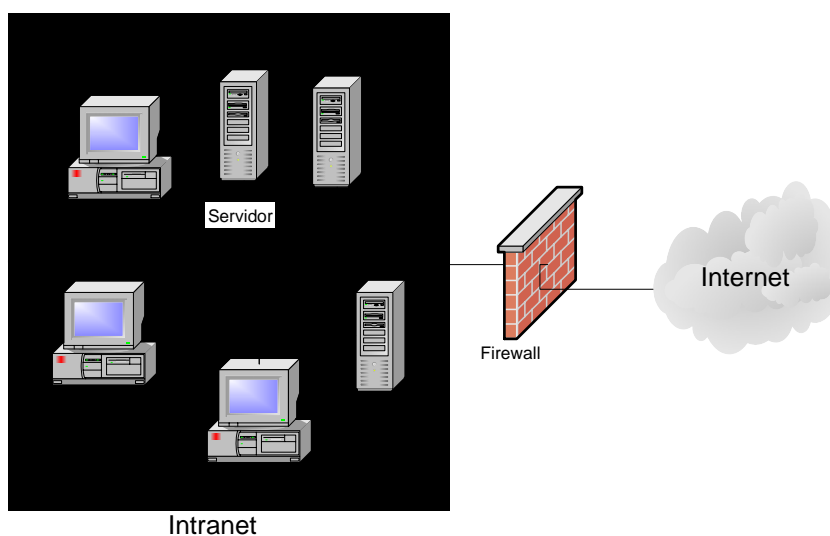


Figura 6.9 – Representação de uma *Intranet* com ligação à Internet.

Este procedimento colocava no entanto alguns problemas. A rede tornava-se mais permeável, mais propensa a sofrer algum tipo de ataque exterior. No sentido de manter a confidencialidade, integridade e consistência dos dados era necessário introduzir um elemento que impusesse restrições no acesso à informação. Com base neste pressuposto, a *intranet* era ligada à Internet através da utilização de uma *firewall*. Com a crescente aceitação e generalização das *intranets* (em parte por possibilitar a integração entre dados criados em diferentes plataformas (anonymous, 1998), uma outra necessidade surgiu. Em empresas com departamentos dispersos, era fundamental contemplar o acesso às bases de dados localizadas na sede, pelos departamentos remotos (podendo ir de alguns quarteirões a centenas ou milhares quilómetros), sem necessidade de duplicação de informação. O exemplo de empresas que implantaram filiais para melhorar os seus negócios é um exemplo adequado para descrever a situação referida. Nestas situações, as *intranets* passam

também a associar-se aos conceitos de MAN (*Metropolitan Area Network*) e WAN (*Wide Area Network*) (Bremner *et al.*, 1997), que embora estabelecendo ligações geograficamente dispersas, respeitam o pressuposto de serem redes internas à empresa.

As necessidades decorrentes dos novos tipos de negócios, onde existem deslocações constantes de funcionários cujas actividades requerem acesso remoto aos servidores de base de dados localizados nas sedes das empresas (actualidade e partilha remota de informação), provocaram uma evolução na ideia subjacente ao conceito de *intranet*. A proliferação de formas electrónicas de realização de actividades (*help-desk*) ou outros negócios (*e-commerce*, *e-business*) provocou a necessidade de repensar a *intranet*, adicionando-lhe funcionalidades tais como acesso remoto por parte de funcionários, potenciais clientes ou parceiros (*business-to-business* – B2B).

### 6.2.3.2 – A Extranet

Embora a bibliografia não seja unânime acerca da linha que distingue uma *intranet* do conceito de *extranet* (Scott *et al.*, 1999; Phaltankar, 2000), nesta tese assume-se que o ultrapassar de fronteiras físicas por parte da intranet se designa por *extranet*. Mantemos esta designação quer a rede remota pertença ou não à mesma empresa.

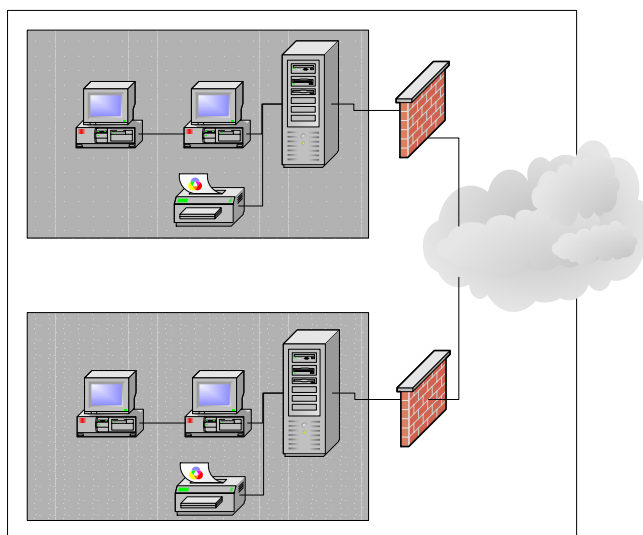


Figura 6.10 – Extranet, realizando a interligação entre duas Intranets.

Assim, uma *extranet* pode ser definida como sendo uma rede informática que utiliza tecnologia da Internet para permitir a ligação remota entre uma intranet e um posto remoto ou entre duas ou mais intranets, com base numa estrutura lógica de acesso restrito previamente definida. Concretamente, a sua utilização permite a ligação de uma determinada empresa com os seus clientes, fornecedores, ou outras empresas que com ela partilhem negócios. A restrição de acesso é normalmente baseada na utilização de *logins* (*código de acesso*) e *passwords* (*palavra passe*) conjuntamente com o uso de *firewalls* (Figura 6.10).

A partilha de actividades de investigação e desenvolvimento, capacidade de fornecer melhor atendimento a clientes durante e pós venda, redução de custos de movimentação de técnicos, realização da gestão eficaz e eficiente de toda a cadeia de suprimento e o acesso a novos mercados com baixos custos são algumas das vantagens atribuídas à utilização das *extranets* (Phaltankar, 2000). No entanto, quando se desenvolve uma *extranet* deve-se levar em consideração alguns factores fundamentais. Deve-se ter em consideração os sistemas que existem actualmente em

funcionamento e ponderar a sua integração ou não integração, com as novas tecnologias a introduzir. A evolução para o conceito de *extranet* não deverá complicar o manuseamento de partes ou da globalidade do sistema. Deverá sempre acautelar-se o crescimento futuro da rede, e nunca se pode perder de vista o mais importante e crucial aspecto da operação de implementação da *extranet*: A segurança.

Apesar de se utilizarem *firewalls* como meio de restrição de acesso, os pontos de interligação das diferentes intranets e da *extranet* com a Internet, são potenciais alvos de ataque. Para além desta questão, note-se que a informação terá que percorrer livremente a Internet entre duas *firewalls* de acesso a redes privadas. Durante esse percurso a informação será um potencial alvo de adulteração. Para evitar que surjam situações dessa índole, introduz-se de seguida o conceito de rede privada virtual.

#### 6.2.4 – Rede Privada Virtual

Na senda de familiarizarmos o leitor com a vanguarda dos esforços tecnológicos em curso, tendentes a dotar a utilização da Internet para fins comerciais com elevados níveis de segurança, chegamos ao conceito de rede privada virtual, que passaremos a designar pela sigla VPN (*Virtual Private Network*).

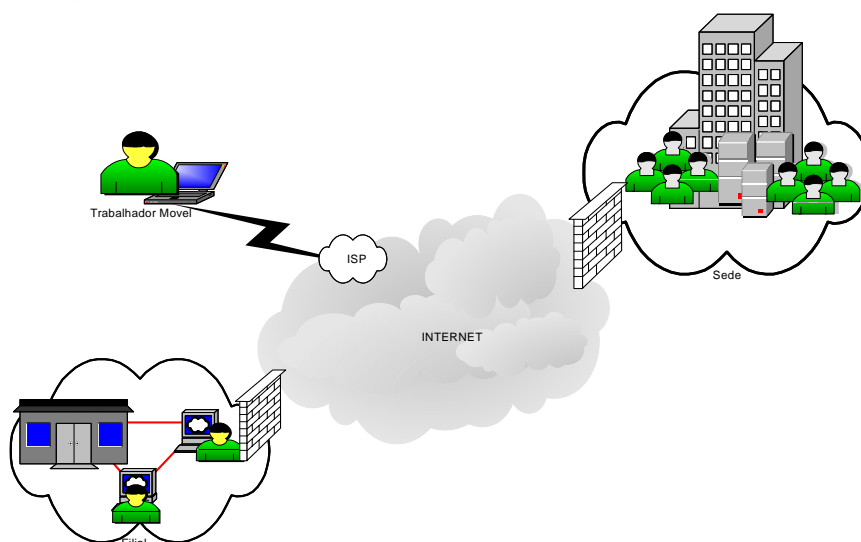


Figura 6.11 – Representação de uma *extranet*

A noção da diferenciação entre uma rede privada e uma rede pública foi até há pouco tempo considerada como um conceito claro (Scott *et al.*, 1999). No entanto, à medida que as necessidades das empresas foram evoluindo no sentido de proporcionar a unidades distantes da sede, informação actualizada e fiável, essa divisão nítida começou a diluir-se. Com a evolução de muitas *intranets* para *extranets* resolveu-se a questão da disseminação e recepção de informação para e de locais remotos. A inserção das *firewalls* permitiu a introdução de segurança dentro das redes locais das empresas, dotando a informação interna de certa dose de robustez e fiabilidade. No entanto, a utilização das *extranets* como forma de dotar empresas distribuídas com uma estrutura de informação que lhes permita funcionar como uma unidade integrada, não resolve por si só os problemas que ainda subsistem em comunicações baseadas nas novas tecnologias de informação. Nomeadamente no tocante à privacidade e fiabilidade de dados (integridade e autenticidade dos dados). Em conformidade com o escrito anteriormente, temos neste momento o conhecimento que numa estrutura tecnológica, tipo *extranet*, num dado momento, os pacotes de informação circulam

pela rede pública que é a Internet (Figura 6.11). É precisamente durante esse percurso que a informação está à mercê de um sem número de potenciais eventos que poderão tornar os dados inconsistentes para as organizações. Referimo-nos concretamente à adulteração da informação com base em interceptação dos dados (violação de privacidade) e sua substituição por informação incorrecta ou mesmo eliminação completa de mensagens (eliminação ou adulteração dos dados, quebra de integridade). É então necessário actuar-se de forma a blindar a informação enquanto ela circula no domínio da rede pública, tornando-a dessa forma, informação privada, íntegra e autêntica. A direcção dessa actuação vai no sentido de criar uma rede privada, em cima de uma rede pública, contornando todos os potenciais problemas que esta comporta, aproveitando simultaneamente as vantajosas condições financeiras proporcionadas. A resposta a estes anseios dá pelo nome de VPN, onde:

- A palavra rede encerra toda a infra-estrutura entre os dois pontos entre os quais se efectua a ligação.
- A palavra privada significa que a informação transmitida é mantida confidencial e pode ser lida por utilizadores autorizados.
- A palavra virtual incorpora a vertente dinâmica à ligação. A ligação pode ser alterada e adaptada a diferentes circunstâncias. Quando existe necessidade da ligação esta é efectuada, mantendo-se até ao momento em que não mais seja necessária. Esta postura, para além de incorporar uma componente dinâmica essencial na resposta às alterações que ocorrem nas necessidades de comunicação de hoje, permite também eliminar redundância na infra-estrutura da rede e diminuição dos custos.

---

#### 6.2.4.1 – Caracterização

Uma VPN permite que uma determinada empresa realize ligações múltiplas e seguras a vários escritórios e/ou trabalhadores móveis (remotos) com base numa infra-estrutura pública de tecnologia IP, como a Internet. Este tipo de ligação proporciona as mesmas potencialidades que a utilização de redes privadas ou linhas dedicadas incorporando diminuição de custos de utilização, grande flexibilidade e escalabilidade, bem como uma gestão informática mais simples.

Grande parte das potencialidades das VPN baseia-se em tecnologias auxiliares, às quais nos referimos nos parágrafos anteriores. Assim, para assegurar que os dados em trânsito não são lidos por utilizadores não autorizados, o conceito VPN serve-se da criptografia. A autenticação de utilizadores e o uso de assinaturas digitais permite confiança total entre os pares da VPN. O recurso às mensagens síntese acrescenta às VPNs a capacidade de saber se existe um utilizador a perverter mensagens entre dois utilizadores que pretendem comunicar seriamente e as *firewalls* incorporam controlo no acesso à rede.

---

#### 6.2.4.2 – Funcionamento

Uma VPN utiliza a Internet e o conceito de *Túnel* para enviar dados encriptados a partir do endereço de expedição, passando pelo *Túnel* até ao endereço de destino (figura 6.12).

Considere-se uma empresa caracterizada por uma sede, uma filial e um operário móvel. Na sede existirá uma LAN que perfaz a intranet da sede, existindo também na filial uma LAN de menores dimensões. Cada uma dessas redes é protegida por uma *firewall* de forma a evitar a entrada de utilizadores indesejáveis. No sentido de realizar uma comunicação segura entre a sede e a filial, é

criado um *Túnel* entre cada uma das *firewalls*. O *Túnel* é um canal que permite uma ligação entre dois pontos remotos, como se estivessem ligados ao mesmo *switch*.

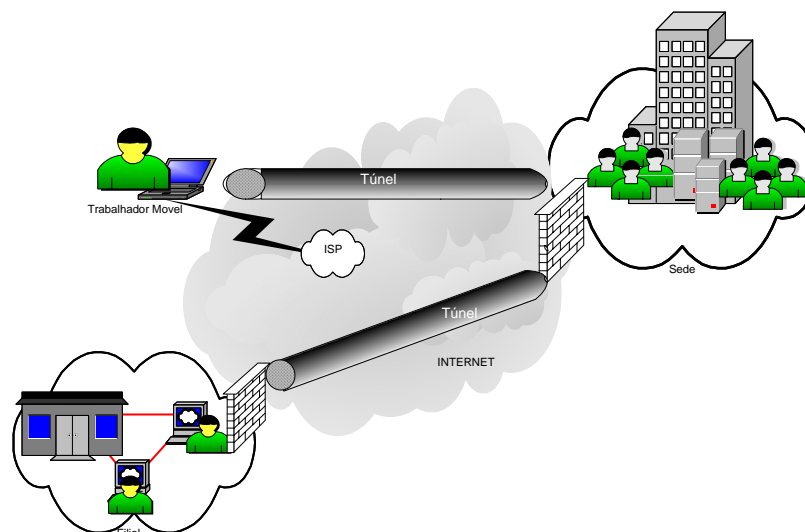


Figura 6.12 – Representação de uma VPN e respectivos Túneis

O processo de criar *Túneis* é designado na literatura inglesa por “*tunneling*”. Este processo é uma tecnologia que permite que uma rede envie os seus dados através das ligações de outra rede. O *Túnel* esconde a estrutura original e a infra-estrutura de encaminhamento de pacotes da Internet através de um processo de transformação do pacote original. De uma forma simples, o seu papel é o de permitir o encapsulamento dos pacotes, mediante a adição de um novo cabeçalho IP ao pacote original. O IP original fica assim “diluído” nos dados (figura 6.13). No entanto, este procedimento por si só não garante que os dados não sejam interceptados e adulterados. Para atingir esse objectivo é necessário o recurso a técnicas de criptografia.

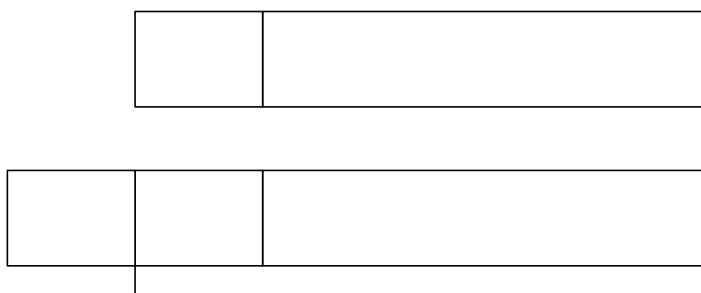


Figura 6.13 – Encapsulamento de um pacote

Existem dois tipos de túneis, em função dos elementos que interligam. (i) Os que são realizados entre duas LANs (LAN-LAN) ou “*site-to-site*” (Thursday, URL) e aqueles que são realizados entre um (ii) cliente isolado e uma LAN (cliente-LAN) ou “*virtual private dial-up network*” (Thursday, URL). No primeiro caso o túnel criado realiza a ligação entre as *gateways* das duas LANs. Cada uma das LANs pode representar uma parte da intranet de uma empresa. Para os utilizadores situados em ambos os lados do túnel existe apenas uma rede. Para eles o processo é transparente. Na segunda situação, o túnel realiza a ligação entre um cliente remoto e a *gateway* da LAN. Normalmente esse cliente é que inicia a ligação. Por seu lado a *gateway* da LAN aceita a ligação e realiza a autenticação do cliente.

As extremidades do *Túnel* podem ser de dois tipos. Considerando a ligação LAN-LAN, onde, normalmente, um elemento de segurança (*gateway* ou *firewall*) serve de ligação entre o *Túnel* e a rede privada, poderá existir a ligação “*end-to-end*” ou “*node-to-node*”.

Esta distinção é realizada consoante a extremidade do *Túnel* vai até ao computador do utilizador ou se queda pelo elemento de segurança (nó) da rede privada. Consequentemente, em função do tipo de ligação adoptada, existirão diferentes graus de exigência relativamente aos integrantes da rede privada. Repare-se que no caso da ligação “*end-to-end*” os computadores terminais terão a responsabilidade adicional da realização de tarefas de criptografia. A outra ligação liberta-os desse fardo, mas contrapõe a exigência de uma rede privada de índole segura. Como se infere, a adopção de uma ou outra solução depende da realidade existente e do objectivo da VPN a implementar. Também entre o trabalhador móvel e a sede é possível criar um *Túnel*. Um software específico existente no computador do trabalhador móvel (VPN cliente) encarrega-se de criar um túnel até ao computador da LAN remota ou até ao nó de acesso da LAN privada (VPN gateway).

#### 6.2.4.3 – Os protocolos que sustentam a implementação da VPN

Tecnologicamente, o funcionamento da VPN baseia-se em diferentes protocolos que permitem a implementação dos *Túneis* e segurança associada. Existem quatro protocolos em uso para implementação de VPNs. Referimo-nos ao “*point-to-point-tunneling protocol*” (PPTP), “*layer-2 forwarding*” (L2F), “*layer-2 tunneling protocol*” (L2TP) e “*IP security protocol*” (IPSec).

A criação do protocolo PPTP é da responsabilidade de um fórum com o mesmo nome, constituído pela *US Robotics*, *Microsoft*, *3Com*, *Ascend* e *ECI Telematics*. O PPTP, cronologicamente o mais antigo de entre os quatro que iremos abordar, tem sido largamente utilizado para acessos via ligação telefónica, uma vez que o software cliente está incluído no Windows 98 e *service packs* para o Windows 95. O software de servidor encontra-se nativo no Windows NT 4.0. O funcionamento do PPTP baseia-se no protocolo PPP utilizado regularmente para efectuar ligações remotas comuns à Internet. O PPTP não suporta por si só qualquer tipo de encriptação ou processo de autenticação, o que é uma desvantagem, tornando-o nesse particular o mais fraco.

O protocolo L2F foi desenvolvido pela *Cisco Systems* para permitir a implementação de túneis entre o site de um utilizador e o seu site principal, ou seja enquadra-se na postura de ligação filial-sede. Tem algumas similitudes com o protocolo PPTP, uma vez que o seu funcionamento se baseia no PPP para autenticação dos utilizadores que se pretendem ligar via rede telefónica. O protocolo L2F distingue-se do PPTP por permitir a implementação de ligações múltiplas nos túneis, mediante a definição de várias ligações dentro de cada túnel e por aceitar outros protocolos para além do IP, como sejam *frame relay* ou ATM. Negativamente, distingue-se por apresentar uma fraca capacidade de encriptação.

O protocolo L2TP é resultado da fusão entre o PPTP e o L2F. Este protocolo é norma aprovada do IETF (*Internet Engineering Task Force*) e foi desenvolvido com o intuito de solver as fraquezas dos protocolos que lhe deram origem. Contrariamente aos seus predecessores, este protocolo utiliza o seu próprio protocolo de túnel. Uma das suas particularidades mais interessantes é a de suportar a realização de túneis múltiplos para um só cliente. Com o L2TP o utilizador final realiza uma ligação normal não encriptada a um ISP, e este encarrega-se de realizar um túnel seguro (encriptado) até ao destino. Os protocolos L2TP e PPTP são os preferidos quando o nível de segurança requerido não é elevado. Chamamos a atenção uma vez mais para a necessidade de se encontrar um compromisso entre as necessidades de comunicação, segurança, complexidade ao nível da administração e preço da solução adoptada. Uma vez que estes protocolos utilizam filtragem de pacotes no seu funcionamento e uma vez que este processo utiliza os *routers*

existentes nas redes, a sua implementação apresenta-se simplificada e transparente para os utilizadores finais.

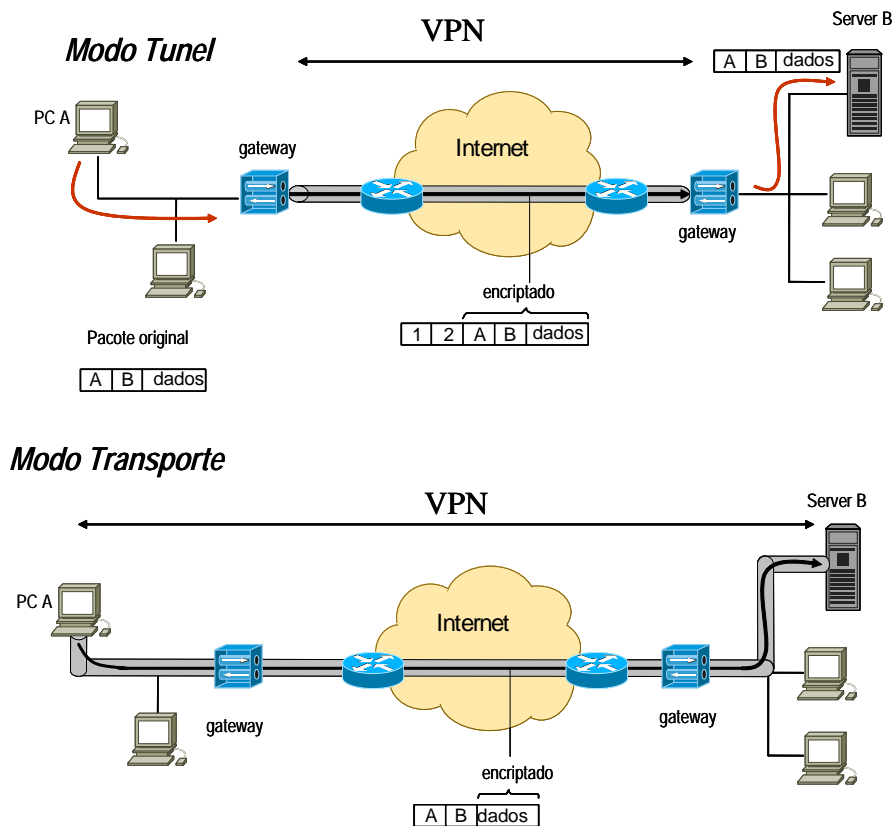


Figura 6.14 – Funcionamento de uma VPN em modo túnel e modo transporte. Kosiur (2003)

A tecnologia IP não foi inicialmente concebida com grandes preocupações relativamente à segurança. No entanto, à medida que a Internet se foi generalizando à utilização comercial, a segurança tornou-se uma prioridade. Nesse sentido surge o protocolo IPSec. Este protocolo define e incorpora em si um conjunto de sub-protocolos com vista à autenticação, privacidade e integridade dos dados. Esses protocolos são transparentes para as aplicações e utilizadores. Contrariamente ao PPTP, suporta uma gama variada de algoritmos de encriptação. A sua utilização pode ser realizada tanto em ligações LAN-LAN como em cliente-remoto-LAN, sendo nitidamente de menor rendimento o seu uso nesta última versão em virtude das dificuldades em lidar com IPs dinâmicos (postura normalmente adoptada pelos ISPs). O IPSec utiliza dois tipos diferentes de cabeçalhos a fim de realizar a autenticação e a encriptação dos pacotes IP. O AH (Authentication Header) e o ESP (Encapsulating Security Payload). A encriptação é suportada em dois modos diferentes: o modo de transporte, onde apenas a carga (dados) do pacote IP são protegidos, e o modo de túnel, onde tanto a cabeça do pacote como a carga são encriptados (Kosiur, 2003)(figura 6.14).

Embora exista um grande esforço por parte do IETF para promover o IPSec como “a norma”, comercialmente, nos dias que correm, o L2TP e o IPSec reúnem em torno de si a unanimidade do mercado. A sua utilização pode ser conjunta, aproveitando-se as potencialidades do L2TP para a realização dos túneis e o IPSec em questões de segurança.

#### 6.2.4.4 – Vantagens e desvantagens da VPN

Refira-se que pelo facto de comercialmente se enveredar cada vez mais pelo caminho das VPNs, não significar que estas aportem apenas vantagens. Para lá de vantagens as VPN incorporam também desvantagens, cuja existência é necessário conhecer atempadamente. Neste pressuposto é possível, atempadamente, prever procedimentos adequados para uso aquando da manifestação de eventuais malefícios. As tabelas 6.3 e 6.4 apresentam algumas das vantagens e desvantagens apontadas à utilização das redes privadas virtuais (Becta, URL; IEC, URL; Singer, URL).

Tabela 6.3 – Vantagens da utilização da VPN

As VPN autenticam todos os pacotes de dados recebidos, assegurando que estes são de uma fonte segura. A criptografia assegura que a informação se mantém confidencial.
A sua ligação é realizada via Internet, permitindo diminuição dos custos de ligação, mesmo para longas distâncias.
Evita-se a necessidade de várias linhas telefónicas e baterias de modems para efectuar várias ligações.
Redução da infra-estrutura global de comunicações da empresa e recurso à infra-estrutura dos ISPs.
Redução de custos de gestão, manutenção de equipamentos e suporte técnico.
Simplificação da topologia da rede.
Integração de funcionalidades VPN em equipamentos comerciais.
Possibilidade de encapsulamento de pacotes IPX/SPX ou NetBeui e subsequente transmissão via tecnologia IP.

Tabela 6.4 – Desvantagens da utilização da VPN

Se o ISP ou outra forma de ligação à Internet estiver em baixo, também a VPN estará em baixo.
O servidor central deverá estar ligado permanentemente para responder positivamente a quaisquer solicitações remotas que possam ocorrer (Disponibilidade 24/24 para clientes, por exemplo).
No momento da implementação da VPN, os elementos passivos existentes poderão ainda não suportar tecnologia VPN.
A ligação ao servidor central deverá ter largura de banda suficiente para suportar tráfego VPN e outro tipo de tráfego (Por exemplo FTP, mail, etc)
O equipamento VPN de diferentes fabricantes poderá manifestar alguma dificuldade em interagir.

### 6.3 – O MSPA e a Rede Privada Virtual

Numa economia globalizada é essencial o acesso à informação de uma forma rápida e segura. Nos últimos anos tem-se vindo assistir à generalização massiva do uso da Internet. O impacto e adopção da tecnologia TCP/IP ao nível das comunicações, faz-se sentir, não só internamente à empresa, mas também com clientes, fornecedores e parceiros de negócio. A introdução de conceitos como Just-In-Time e SCM<sup>28</sup> vieram exigir um maior esforço na partilha de informação actualizada entre os diversos intervenientes na produção. Essa necessidade estende-se às empresas virtuais, obrigando a que o seu funcionamento se baseie, em grande parte, em frequentes interacções de partilha de informação actualizada. É precisamente com base na actualidade da informação e rapidez de troca dessa informação que se conseguem realizar acções de planeamento da produção de uma forma optimizada, conseguindo simultaneamente, responder ao dinamismo de mudança que caracteriza a janela temporal na qual a oportunidade de negócio é aproveitável. Intrinsecamente ao processo de planeamento, existem acções de controlo que visam validar as *intenções* de produção em averiguação, dentro do sistema de planeamento e controlo da produção. Estes são processos que se

<sup>28</sup> Supply Chain Management

devem realizar com grande rapidez. Para que essa rapidez suceda é necessário que exista uma pré-preparação e formatação de documentação, procedimentos e instituição de normas que possibilitem uma resposta célere a todas as situações que venham a surgir no decorrer do ciclo de vida da empresa virtual. No modelo proposto, os recursos e documentação que permitem responder a todos os imponderáveis que possam surgir no decorrer do ciclo de vida da empresa virtual, encontram-se previstas no âmbito do mercado de sistemas produtivos autónomos (MSPA). Este mercado agrega um enorme capital de experiência que lhe permite antecipar a ocorrência de potenciais entraves e simultaneamente preparar procedimentos conducentes à resolução desses entraves. Desta forma, é fundamental que o MSPA baseie a sua operacionalidade numa estrutura física sólida para que a estrutura funcional idealizada não seja enfraquecida devido a debilidades da estrutura física que a suporta. Assim, avançou-se no sentido de simular as estruturas do MSPA com base numa rede privada virtual, em função das vantagens que lhe vêm sendo reconhecidas ao longo das secções anteriores.

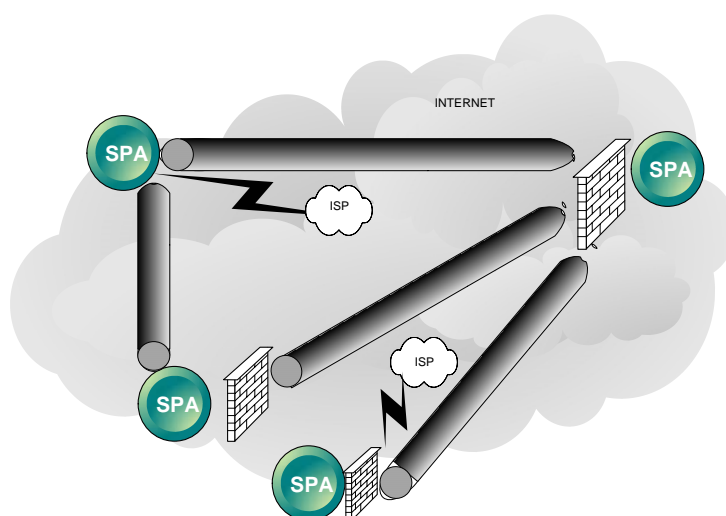


Figura 6.15 – Exemplo de comunicações seguras entre SPA

Orientado para facilitar e agilizar a formação, operação e dissolução de empresas virtuais, o mercado de sistemas produtivos autónomos é uma estrutura que oferece a necessária combinação de segurança, omnipresença e confiança na estrutura de comunicação, a todos os seus integrantes. No entanto, para que essa oferta de intenções seja realista é necessário que todos os seus integrantes possuam tecnologias que sejam compatíveis. Esta imposição poderá parecer um entrave ao bom funcionamento do mercado de sistemas produtivos autónomos. Uma análise mais pormenorizada revela que não, uma vez que sabendo-se que o aproveitamento pleno das potencialidades das empresas virtuais é realizado recorrendo-se à Internet, supõe-se que cada um dos integrantes possua os requisitos mínimos para a participação plena na rede que propomos, sendo, conseqüentemente, tecnologicamente integrável no mercado de sistemas produtivos autónomos. Ao atribuímos o suporte tecnológico do mercado de sistemas produtivos autónomos a uma rede VPN, estamos apenas a impor que todos os seus integrantes possuam tecnologia IP. Esta imposição não se nos apercebe como transcendente uma vez que todos os SPAs possuem uma ligação à Internet.

A figura 6.15 ilustra um exemplo de comunicações entre SPAs via rede privada virtual. Considerando o tipo de ligação possível nas redes privadas virtuais nativas, tecnologicamente, no âmbito do mercado de sistemas produtivos autónomos, as ligações poderão ser realizadas entre SPAs com redes privadas com alguma dimensão ou entre essas redes e utilizadores remotos individuais. O facto de a estrutura informática que suporta o MSPA ser por sua vez suportada numa

rede privada virtual confere-lhe um conjunto de características desejáveis para o MSPA. De acordo com o estipulado no capítulo 5, durante o funcionamento de uma empresa virtual que tenha sido gerada com base no MSPA, é natural que durante essa operação exista a entrada e saída de SPAs. Essa flexibilidade de entrada e saída de SPAs é perfeitamente suportável pela rede privada virtual. Uma das vantagens apresentadas pela utilização de uma rede privada virtual é, precisamente, a de ser escalável. Comparativamente ao estabelecimento de ligações recorrendo a linhas dedicadas, cuja utilização pontual não evitaria o pagamento de uma linha permanente, a rede privada virtual confere a possibilidade de estabelecer túneis seguros entre os diversos SPAs, apenas quando seja necessário estabelecer uma comunicação. Esta postura, para lá das óbvias vantagens financeiras, permite, por outro lado, uma optimização da utilização da largura de banda uma vez que esta só é usada quando é estritamente necessária.

A formação, operação e dissolução da empresa virtual, são actividades que exigem comunicações rápidas, seguras e consistentes. Também no que respeita a este tema a rede privada virtual apresenta características que se nos afiguram adequadas. Circunscrevendo o raciocínio à fase de operação, a rapidez de comunicações inerentes às tarefas de verificação interactiva de capacidades é fundamental para que esta tarefa seja concluída em tempo útil. A integridade dos dados é também fundamental para que se trabalhe com dados que correspondem à situação real e não com base em dados adulterados que fomentariam o aparecimento de erros em cadeia em toda a empresa virtual. A consistência da comunicação é possibilitada com base numa das características gèneses da Internet, que é precisamente a redundância de canais de ligação. Ao sustentar o seu funcionamento na Internet, a rede privada virtual agrega essa característica.

Uma vez que uma empresa virtual se encontra em plena fase de operação, a estrutura informática que suporta essa mesma operação caracteriza-se por uma *extranet*, via rede privada virtual. Uma rede destas características agrega as potencialidades de segurança, robustez e privacidade da rede privada virtual e a unicidade de uma *extranet*, permitindo que cada um dos SPA “respire” a integridade de uma empresa una. Com base no uso da tecnologia TCP/IP, a *extranet* facilita a interligação entre dois ou mais parceiros de negócio, transmitindo-lhes todas as comodidades e potencialidades de trabalharem sob uma rede única e privada, embora geograficamente distribuída. Agregando a este aspecto o facto de existir uma profunda generalização do uso de browsers e ainda o crescente desenvolvimento de aplicações que correm sobre eles, é possível realizar de uma forma simples, tarefas como a partilha de níveis de inventários, verificação do estado de encomendas ou ordens, informações actualizadas sobre produtos, entre outras, são realizadas de uma forma imediata, mesmo entre SPAs que se encontrem em hemisférios opostos.

Um exemplo característico com sucesso prático da utilização de *extranets* conjuntamente com a tecnologia de redes privadas virtuais, é a “Automotive Network Exchange – (ANX)”. Esta rede da indústria automóvel liga mais de 1300 fabricantes e seus fornecedores numa única rede TCP/IP. Para que esta rede funcione todos têm que estar ligados a todos, sendo imperativo a manutenção da confidencialidade. Esta última característica é fundamental uma vez que fabricantes concorrentes têm alguns fornecedores comuns. Esta rede fornece aos seus integrantes certificação de serviços, bem como especificações sobre as características mínimas que cada potencial integrante na rede deverá ter antes de ser membro de pleno direito dessa rede. O sucesso desta rede, baseada em *extranet* e tecnologia de rede privada virtual no seio de uma indústria tão competitiva e complexa como é a indústria automóvel, serviu de inspiração e motivação para a sustentação do funcionamento do mercado de sistemas produtivos autónomos, numa rede similar. Obviamente, com transformações necessárias a adequar a sua funcionalidade ao previsto no capítulo 5.

## 6.4 – Caracterização da rede informática de suporte

A segunda parte deste *capítulo 6* passa pela divulgação de algumas potencialidades e explicação do funcionamento da aplicação protótipo construída, bem como pela explicação e justificação das tecnologias adoptadas na sua implementação. De seguida apresenta-se uma estrutura informática que servirá de suporte ao mercado de sistemas produtivos autónomos. Sobre esta estrutura será possível colocar em funcionamento todas as capacidades que foram especificadas para o mercado de sistemas produtivos autónomos no *capítulo 5*. Depois de uma alusão aos problemas de segurança no uso da Internet e respectivas soluções tecnológicas que permitem suplantar ou minimizar esses problemas, pretende-se que a estrutura apresentada reflecta o uso das soluções adequadas em função do funcionamento pretendido.

A implementação de raiz de uma rede dessas dimensões seria uma tarefa árdua, nomeadamente no que concerne ao aspecto financeiro. Uma vez que o que se pretende é a implementação de uma estrutura física sob a qual se irá colocar em funcionamento um software de teste, decidiu-se pela utilização dos equipamentos existentes no Instituto Politécnico de Bragança (IPB), realizando configurações lógicas em alguns aparelhos no sentido de adequar a rede existente à estrutura lógica que se pretende implementar. Esta situação permite, para além das vantagens financeiras, a utilização de uma rede que não suportará apenas o tráfego de teste, mas também todo o tráfego inerente ao funcionamento diário do IPB. Este procedimento tem a vantagem de permitir por um lado testar o comportamento da aplicação protótipo, não apenas nas funcionalidades implementadas mas também em termos de velocidade de transmissão de comunicações num cenário que se aproxima um pouco mais das hipotéticas condições reais de funcionamento. Um facto curioso, resulta da constatação de que o mercado de sistemas produtivos autónomos poderia, eventualmente, ser implementado sob a rede de uma qualquer universidade ou instituto, que se dispusesse a acolher esta tarefa.

Na figura 6.16 apresenta-se um esquema simplificado da estrutura lógica sob a qual se realizarão as experiências. A maioria dos serviços visíveis foi implementada recorrendo a servidores com o sistema operativo *Linux*. Esta opção sustentou-se no facto de o *Linux* se obter de uma forma gratuita, ou seja, é um sistema operativo *open-source*. Disponibiliza o seu código fonte aos utilizadores, que realizam alterações adaptativas de ordem funcional ou contribuem com soluções para a resolução de pequenos erros. Consequentemente é possível realizar alterações em função das necessidades de um determinado utilizador ou área de actuação. A estabilidade e robustez de funcionamento que manifesta, nomeadamente quando corre serviços que são identificados como necessários à rede que concebemos, são elevadas. Também ao nível do hardware é menos exigente.

Voltando à figura 6.16, no seu lado direito, é possível identificar-se uma rede que pretende sustentar as funcionalidades da VPN do mercado de SPAs, sendo composta por diversos serviços. No lado esquerdo encontram-se dois exemplos dos diferentes tipos de acesso que poderão existir por parte dos SPAs intervenientes numa EV, ou seja, com os quais se pretende estabelecer uma ligação segura. O SPA2 realiza a sua ligação recorrendo à utilização de um modem, via ISP. O SPA1 apresenta-se com uma estrutura informática mais elaborada e cujo acesso é realizado por ligação via LAN. A VPN na qual se baseia a estrutura do mercado, apresenta duas zonas claramente distintas e que neste momento são já nossas conhecidas. São elas a zona da rede privada e a zona DMZ. Qualquer SPA que pretenda aceder a algum dos serviços a correr nos servidores do MSPA terá que passar por um processo de autenticação, via concentrador VPN que encaminhará o pedido para o servidor RADIUS. Após este processo, o SPA poderá satisfazer a sua necessidade funcional. No sentido de facilitar a compreensão da função de cada um dos serviços a correr no MSPA, vamos de seguida explicar sucintamente a função e funcionamento de cada um deles. Antes de mais permitam-nos um esclarecimento. A existência de diferentes serviços em diferentes servidores não é uma obrigação funcional. Aliás, na realidade da rede utilizada, tal não acontece,

sendo perfeitamente natural e funcional a coexistência de diferentes serviços num mesmo servidor. No entanto, consideramos que numa perspectiva explicativa seria mais claro dividir cada um dos serviços por um servidor diferente, até por suportarmos a explicação em imagens.

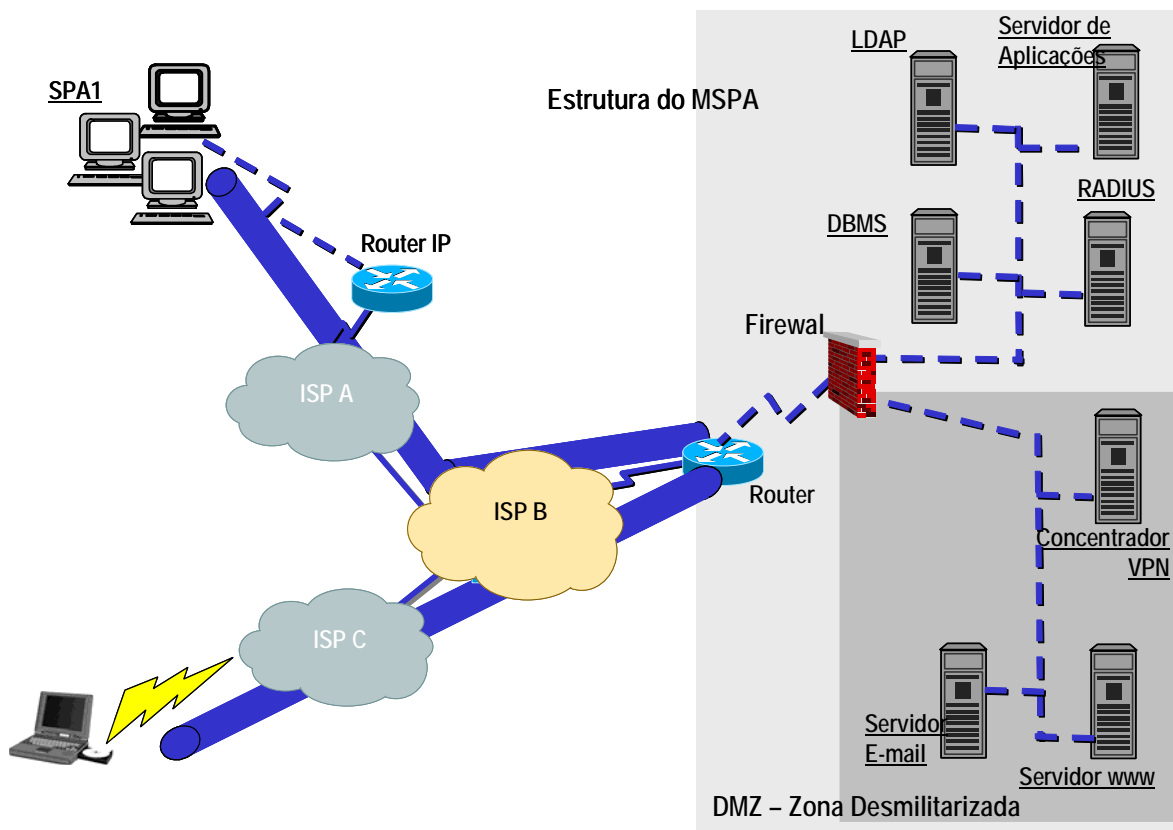


Figura 6.16 – Rede de suporte ao MSPA e ao funcionamento da aplicação.

O concentrador VPN, ou servidor VPN, tem a função de interagir com o cliente VPN instalado em cada SPA no sentido de criar túneis seguros para a comunicação. A sua presença na zona desmilitarizada permite que seja acedido a partir do exterior, sempre que o pedido de acesso ao ser filtrado pela *firewall* de protecção da rede não seja recusado. Após o estabelecimento desse canal poder-se-ão realizar as operações desejadas de uma forma segura.

O servidor de e-mail, como é óbvio, realiza a gestão de todo o tráfego de e-mail para as diferentes empresas virtuais que se encontrem activas. Serve de suporte às comunicações entre os diferentes SPA, com particular incidência no trabalho realizado pelo GEV. Como se encontra na zona desmilitarizada, e ainda que protegido pela *firewall*, será de toda a conveniência a existência de copias de segurança frequentes de toda a sua informação para a zona privada da LAN do MSPA.

O servidor www (servidor Apache) é o local onde se encontra alojado o portal do MSPA. Este realizará posteriormente interacções para a zona privada da LAN com o fim de disponibilizar ou armazenar informação, de acordo com as acções pretendidas pelos SPAs. Prevê-se um acesso intenso ao servidor de aplicações e ao sistema de gestão de base de dados (DBMS – Data Base Management System). No caso concreto, a este servidor foi adicionado um módulo PHP.

RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*) é um protocolo de autenticação de utilizadores que permite uma maior segurança aquando da realização de acessos remotos a um sistema. No caso concreto do sistema proposto, quando um SPA pretende aceder a algum serviço do MSPA, o concentrador VPN encaminha a solicitação ao servidor RADIUS que lhe devolve o resultado sob a forma de autorizado ou não autorizado. Obviamente que este terá que interagir com o servidor LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) para atribuir um perfil ao utilizador em questão. Como principal virtude o RADIUS permite a centralização de informação relativa a contas de utilizadores. Para lá de vantagens relativas a actualização de dados de utilizadores, realização de controlo de tentativas de ligação, definição de privilégios, possibilita também a optimização de recursos de hardware uma vez que pode interagir com diferentes servidores VPN.

LDAP é um protocolo baseado na filosofia cliente/servidor que corre sobre TCP/IP para fornecer acesso a directorias X.500. Para melhor se entender o conceito, comparativamente a uma base de dados, uma directoria tem maior número de interações de leitura que de escrita. A sua estrutura baseia-se numa hierarquia que se vai ramificando em profundidade em detalhes sobre a raiz. Por exemplo, considerando a raiz da directoria uma empresa designada *empresa.pt*, descendo na hierarquia poder-se-á encontrar departamento, mais em profundidade nome de empregado, etc. Algo similarmente ao descrito para o RADIUS, o LDAP permite concentrar informação sobre determinadas entidades dispersas, possibilitando desta forma centralização de dados e consequentemente facilidade e optimização na realização de buscas. Esta forma de concentração incide normalmente ao nível das aplicações, permitindo que uma determinada empresa “reúna” todas as aplicações num directório LDAP, facilitando desta forma todo o processo de gestão de dados. Para lá desta utilidade poderosíssima, na rede proposta, o LDAP é simultaneamente utilizado com o intuito de permitir uma gestão dos perfis de acesso dos diferentes SPAs. Paralelamente, de uma forma integrada, o LDAP permite também realizar a gestão de certificados. É normal recorrer-se a directórios LDAP para a disponibilização de chaves públicas. Desta forma o uso do LDAP permite que após a autenticação se realize a atribuição de privilégios de acesso a recursos da rede em causa. O facto de este protocolo se estar a popularizar possibilita ainda a integração com outros serviços baseados em directórios, que corram sobre IP. Em suma, pretende-se que o LDAP permita uma gestão centralizada de várias aplicações (como o e-mail, gestão de certificados, documentação on-line, etc) ainda que fisicamente estas se encontrem distribuídas por diferentes servidores.

O servidor de Aplicações incorpora todas as aplicações que sejam necessárias para que o MSPA disponibilize os serviços desejados. A aplicação desenvolvida será armazenada neste servidor e irá interagir, quando requerido, com o servidor www. Refira-se também que a base de dados que servirá de suporte às funcionalidades que a aplicação realiza estará instalada neste mesmo servidor, verificando-se desta forma que as funcionalidades do servidor de aplicações e do SGBD se encontram instaladas numa mesma máquina.

## 6.5 – A aplicação protótipo para operação de EV – APOEV

A aplicação construída tem por base as especificações produzidas no *capítulo 5*, e a arquitectura de dados expressa na figura 6.17. Cremos ser razoável o facto de a aplicação desenvolvida não cobrir todas as especificações produzidas no *capítulo 5*. Deverá ser vista como uma ferramenta orientada às especificações do modelo proposto, numa perspectiva de auxílio às actividades de planeamento e controlo da produção a desenvolver pelo gestor da empresa virtual. Consequentemente será baseada em três tipos de interfaces. Um primeiro orientado ao cliente ou potencial cliente, um outro orientado ao gestor da empresa virtual e finalmente um terceiro que será orientado a cada um dos SPA que constem na lista de materiais e movimentações e que lhes permite interagir com o gestor da empresa virtual.

O anexo B fornece informação que possibilita a leitura de esquemas IDEF 1.x, de forma a sustentar a compreensão do esquema apresentado na figura 6.17, que se apresenta de uma forma simplificada (ênfase nas chaves de relacionamento e não nos dados) a fim de não interferir com a clareza de relacionamento entre as diversas tabelas.

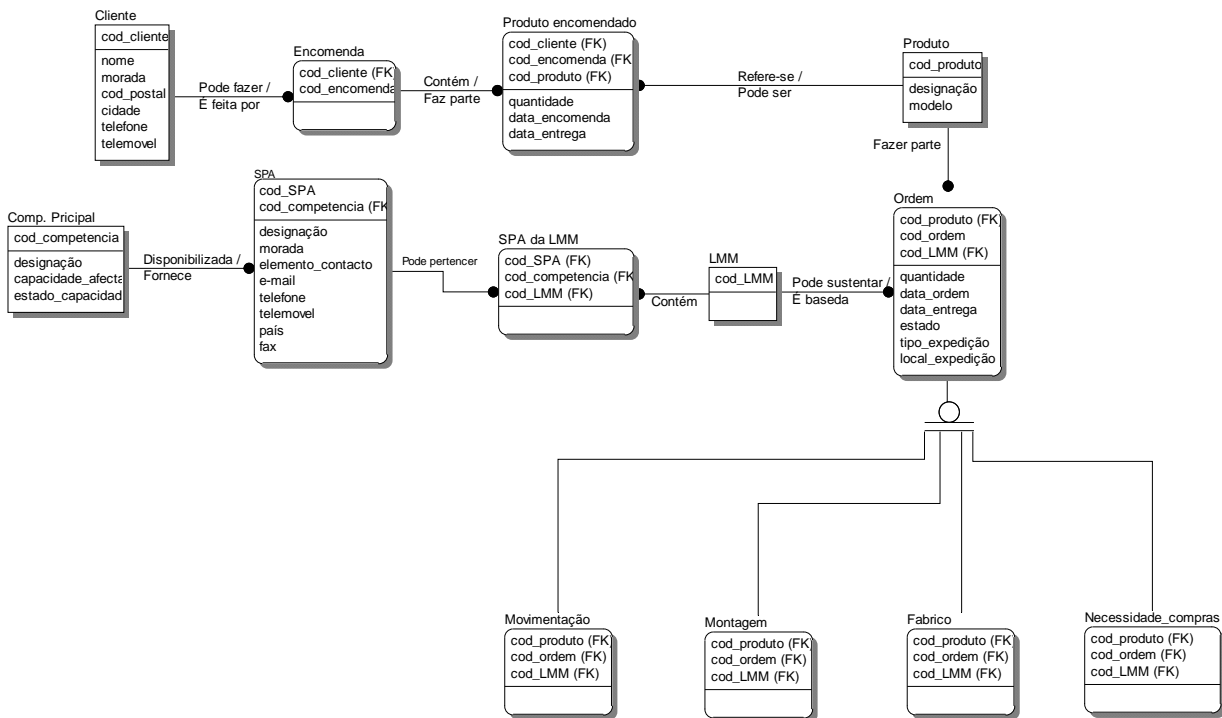


Figura 6.17 – Diagrama IDEF1.x (simplificada) ilustrando o relacionamento entre algumas entidades principais

### 6.5.1 – A linguagem PHP

Dada a heterogeneidade dos SPA, considerando a sua distribuição geográfica, sabendo que as suas características vão sendo alteradas no decorrer da sua participação numa empresa virtual e tendo também a noção que a empresa virtual será uma entidade estruturalmente dinâmica, assume-se a necessidade de criar um software que consiga acompanhar todo este dinamismo. Falamos conseqüentemente na necessidade de criar uma ferramenta de planeamento e controlo da produção orientada à web com capacidades dinâmicas. Nesse sentido, sabendo-se que o PHP<sup>29</sup> é uma linguagem adaptada para a implementação de *sites* dinâmicos, acrescentando a esta característica o facto do autor estar familiarizado com o uso desta linguagem e a importância que daí advém para o cumprimento de prazos estabelecidos, para lá da adequabilidade às exigências da aplicação a implementar, decidimo-nos pela utilização do PHP. Em abono desta linguagem, refira-se que comparativamente ao seu concorrente ligado à Microsoft, o ASP (*Active Server Pages*), o PHP disponibiliza gratuitamente o seu código fonte, logo é gratuita a sua utilização. É disponibilizado para diversas plataformas de servidores e é mais rápido e robusto que o ASP, não provocando sobrecarga no servidor web quando submetido a solicitações elevadas. Conceptualmente, ASP é

<sup>29</sup> Inicialmente Personal Home Page, passando a Professional Home Page

uma arquitectura enquanto o PHP é uma linguagem (Marson, 2000). Vejamos então alguns dados sobre esta linguagem.

O PHP foi inicialmente desenvolvido em 1994 por Rasmus Lerdorf, com o intuito de criar as páginas web do seu *site* pessoal. Inicialmente foi escrita em *perl* (*Practical Extraction and Report Language*), sendo posteriormente reescrita em linguagem C. É uma linguagem de *Script* cujo código é inserido em páginas HTML, sendo o seu conteúdo interpretado no servidor http. O resultado é posteriormente enviado para o posto cliente sob a forma de página HTML. Se eventualmente se observar o código fonte no *browser* do posto cliente não nos será possível visualizar o código PHP uma vez que o servidor enviou o *output* pretendido devidamente formatado (Serrão e Marques, 2000). Pelo facto de o PHP permitir facilmente a interface com o MySQL ou outras bases de dados (ORACLE, SyBase ou DBase), possibilita-lhe, mediante a interacção com uma dessas base de dados, disponibilizar ao posto cliente informação dinamicamente formatada, de acordo com o pedido deste. Em suma, o sucesso do PHP sustenta-se no facto de embeber o código PHP no HTML, processar dados provenientes de formulários, comunicar e interactuar com bases de dados de forma persistente e efectuar cálculos complexos (Serrão e Marques, 2000).

Refira-se ainda que a versão utilizada na implementação da aplicação foi a versão PHP4 também designada por PHP-Zend. A inclusão da palavra Zend tem a ver com o facto de este ser o nome do novo motor de análise a que a versão 4 do PHP recorre. Este novo motor é muito mais rápido que o seu antecessor (versão PHP3), conseguindo velocidades entre 3 a 200 vezes mais rápidas quando em presença de programas mais complexos (Marson, 2000; Serrão e Marques, 2000). Esta nova versão incorpora capacidades de gestão de sessões, suporte FTP, suporte Java, compatibilidade com todas as aplicações realizadas com base no PHP3 e a possibilidade de integração com XML, como características mais salientes.

### 6.5.2 – O MySQL

Antes de nos embrenharmos no MySQL<sup>30</sup>, refira-se que a ligação entre este e o PHP é tão forte que normalmente um produto é associado ao outro. O MySQL é considerado o mais popular sistema de gestão de bases de dados SQL Open Source. Tem a sua origem na MySQL AB que é uma empresa comercial Sueca fundada pelos criadores do MySQL, David Axmark, Allan Larsson e Michael “Monty” Widenius. Antes de mais, tal como referimos para o Linux, Open Source significa que é possível qualquer pessoa usar e modificar o programa. Utiliza a GPL GNU (General Public License<sup>31</sup> – Licença Publica Geral GNU) que estabelece as condições de utilização do software em situações distintas. O software MySQL funciona tipicamente numa postura cliente servidor, que se baseia num servidor SQL multi-tarefa suportando diferentes acessos (multi-utilizador), diversos programas cliente e bibliotecas, ferramentas de administração várias, bem como diferentes e várias interfaces de programação, para lá de estar catalogado como sendo extremamente rápido. A tabela 6.5 mostra alguns resultados comparativos para diversos servidores de base de dados acedidos via ODBC (Open DataBase Connectivity) mediante um PC com sistema operativo Windows NT 4.0 (MySQL\_AB, 1997-2003).

<sup>30</sup> A incorporação do termo My às siglas SQL (Structured Query Language) não está devidamente clarificada. Tanto pode derivar do facto dos seus criadores utilizarem a sigla my nos seus programas ou pelo facto da filha de um dos seus criadores (Michael “Monty” Widenius) se chamar My.

<sup>31</sup> <http://www.fsf.org/licenses>

Tabela 6.5 – Tempo de leitura e inserção de linhas

Programa	Ler 2.000.000 linhas (em segundos)	Inserir 350.768 linhas (em segundos)
Mysql	367	381
Mysql_odbc	464	619
Db2_odbc	1206	3460
Informix_odbc	121126	2692
MS-SQL_odbc	1634	4012
Oracle_odbc	20800	11291
Solid_odbc	877	1801
Sybase_odbc	17614	4802

As características apontadas no parágrafo anterior são de grande utilidade num sistema de gestão de base de dados que suporte a operacionalidade de uma aplicação, que contemple o acesso simultâneo e intensivo de diferentes SPAs a serviços alojados no MSPA. Dado que os SPA podem ser caracterizados pela utilização de diferentes plataformas de software, nomeadamente ao nível do sistema operativo, os postos clientes podem-se ligar ao servidor MySQL de uma forma transparente (localizado no MSPA) utilizando *sockets* TCP/IP, independentemente da plataforma em questão.

Um outro factor de grande sensibilidade quando na presença do tema de bases de dados reside na capacidade de criar tabelas ou bases de dados para uma grande quantidade de dados. É frequente ouvir-se a palavra “rebentar” quando se fala neste tema. Nesse sentido, o MySQL permite criar tabelas até 4 Gbytes, existindo uma versão mais recente que a utilizada que permite criar tabelas até 8 milhões de Tbytes. Desta forma, as limitações deixam de se concentrar na base de dados e posicionam-se ao nível do sistema operativo. Utilizando o MySQL, existem exemplos que lidam com 50.000.000 registos com 60.000 tabelas e aproximadamente 5.000.000.000 linhas.

No que respeita à segurança, o MySQL utiliza um sistema de privilégios considerado flexível e seguro, permitindo uma verificação baseada em função do posto de trabalho ou utilizador. As palavras passe de acesso ao servidor são cifradas, pressupondo-se desta forma a existência de algum nível de segurança.

### 6.5.3 – O phpMyAdmin

Todo o processo de construção da base de dados de suporte à aplicação, compreendendo as diversas tabelas que a compõem e respectivos campos, foi realizado com base num utilitário de administração do *MySQL*, que se designa por *phpMyAdmin*.

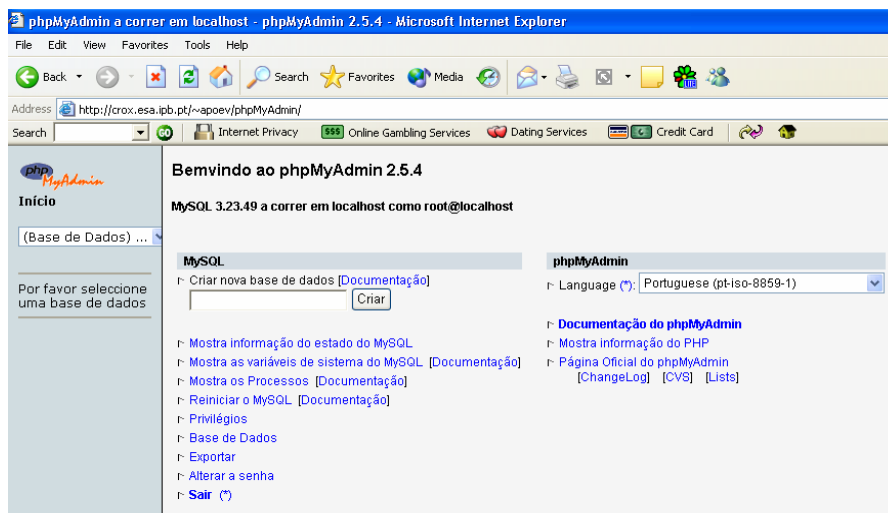


Figura 6.18 – Interface de acesso ao phpMyAdmin.

Este utilitário desenvolvido em PHP pode ser descarregado da Internet de uma forma gratuita, e uma vez instalado facilita sobremaneira todas as tarefas de gestão de bases de dados. A sua acção incide em duas vertentes, por um lado o auxílio à criação da base de dados, e por outro o auxílio à gestão da base de dados já criada. Para lá da facilidade de utilização que proporciona, permite o acesso à base de dados (via browser) a partir de qualquer ponto do globo, desde que existam privilégios para tal, independentemente do sistema operativo em uso. As funcionalidades disponibilizadas podem incidir sobre bases de dados num só, ou em múltiplos servidores.

A interface com o utilizador é realizada com base em duas zonas distintas (figura 6.18). Uma zona de acesso a bases de dados já criadas, seleccionadas a partir de uma caixa tipo *pop-down*, e uma zona que permite iniciar, de uma forma muito simples, uma nova base de dados.



Figura 6.19 – Diferentes visualizações da área reservada à selecção da base de dados/tabela.

A figura 6.19 mostra, da esquerda para a direita, um momento em que não existem bases de dados seleccionadas para acesso, a parte central da imagem representa a base de dados “Teste” seleccionada e a parte mais à direita ilustra a base de dados “Teste” com uma tabela designada por “tabela1”. Esta tabela1 foi criada de uma forma trivial sem necessidade de se saber uma única linha de código SQL. O único requisito é saber-se o nome que se pretende para a tabela e quantos campos esta irá ter. Nesse sentido, recorre-se ao interface apresentado na figura 20, que inclusive cria o código SQL nativo ou orientado para o *php*.



Figura 6.20 – Interface resultante após a acção de criação da base de dados Teste.

Uma vez ultrapassado este passo, o utilizador é convidado a definir as características de cada um dos campos que integram a tabela. Nomeadamente o tipo de dados a que se refere cada campo, se são campos obrigatórios ou não, solicitando também a definição de chaves primárias. A partir desse momento a tabela encontra-se disponível para que sobre ela se realizem um conjunto de acções, que vão desde visualizar o código SQL que está por trás da construção da tabela, pesquisar dados na tabela, inserir dados na tabela, limpar os dados, acrescentar ou eliminar campos, ou no limite, eliminar a tabela (figura 6.21).

É visível que o recurso a este utilitário facilita sobremaneira as acções a realizar no sentido de implementar a base de dados de suporte à aplicação construída. No entanto não existem soluções ditas milagrosas, consequentemente, a eficácia da utilização deste utilitário na criação da base de dados, depende de um trabalho prévio de definição dos dados que cada entidade vai incorporar, bem como da definição dos relacionamentos entre as entidades criadas (neste trabalho recorreu-se à metodologia IDEF1.x). Informação mais detalhada sobre as potencialidades e utilização deste utilitário pode ser consultada em <http://www.phpmyadmin.net>.

Base de Dados Teste - Tabela *tabela1* a correr em localhost

Tabela *tabela1* foi criado(a).

Comando SQL: [[Edita](#)] [[Criar código PHP](#)]  
`CREATE TABLE `tabela1` (  
 `cod_utilizador` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT ,  
 `nome` TEXT NOT NULL ,  
 `morada` TEXT NOT NULL ,  
 `email` TEXT NOT NULL ,  
 `telefone` INT(128) NOT NULL ,  
 PRIMARY KEY (`cod_utilizador` )  
 )`

Estrutura Visualiza SQL Pesquisar Inserir Exportar Operações Limpa Elimina

Campo	Tipo	Atributos	Nulo	Defeito	Extra	Acções
<input type="checkbox"/> <code>cod_utilizador</code>	int(11)		Não		auto_increment	
<input type="checkbox"/> <code>nome</code>	text		Não			
<input type="checkbox"/> <code>morada</code>	text		Não			
<input type="checkbox"/> <code>email</code>	text		Não			
<input type="checkbox"/> <code>telefone</code>	int(128)		Não	0		

[Todos](#) / Nenhum Com os seleccionados:

Figura 6.21 – Campos relativos à tabela “tabela1” da base de dados “Teste”.

#### 6.5.4 – A ligação PHP – MySQL

Esta breve sub-secção pretende apenas apresentar uma classe<sup>32</sup> que permite realizar em termos operacionais a ligação entre o PHP e o MySQL (a negrito a ligação e selecção da base de dados). Pretende-se ilustrar a trivialidade desta operação, quando se usa PHP e MySQL em conjunto.

```
<?php
class DB_Site {
  // Variaveis relativas à ligação
  var $host;
  var $username;
  var $password;
  var $database;
  function DB_Site($host, $username, $passwd, $dbSite) {
    $this->host = $host;
    $this->username = $username;
    $this->password = $passwd;
    $this->database = $dbSite;
    mysql_connect($this->host, $this->username, $this->password) OR DIE('Impossivel ligar à Base de dados');
    mysql_select_db($this->database) OR DIE('Impossivel seleccionar a Base de dados');
  }
}
```

<sup>32</sup> Uma classe, ou *class* em *php*, é um tipo de dados que pode ele próprio ser utilizado como variável. Este é um conceito de programação comum a outras linguagens, como o visual Basic, C++, entre outras.

## 6.5.5 – A estrutura do produto teste

O produto seleccionado para realizar testes acerca da funcionalidade da APOEV foi um sapato (botim masculino). Pretendia-se um sapato simples, com sola e salto unificados, cordão e corpo do sapato. Por sua vez o corpo do sapato é constituído pela designada palmilha interior, pela base (palmilha exterior), pelas abas laterais conjuntamente com o talão e finalmente pelo peito do sapato ou gáspea, que incorpora o rosto do sapato, conjuntamente com a paleta e o rebordo frontal (figura 6.22).



Figura 6.22 – Esboço do sapato a produzir.

Com base nessas características, analisado o processo de fabrico, de acordo com as competências técnicas dos SPA existentes e disponíveis no MSPA, o processo de formação da empresa virtual permitiu produzir uma lista de materiais e movimentações de acordo com a apresentada na figura 23.

Item	Descrição	Item pai	Quantidade	SPA	Tipo	Operações
1	Expedição	0		SPA04	Movimentação	Transporte para cliente
1.1	Montagem e acabamentos	1		SPA01	Montagem	Colocar sola e cordão, dar Brilho, embalar, etiquetar.
1.1.1	SPA03 para SPA01	1.1	função da encomenda	SPA02	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.1.1	Sola	1.1.1	1	SPA03	Fabrico	Injecção da sola
1.1.2	SPA06 para SPA01	1.1	função da encomenda	SPA07	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.2.1	Cordão	1.1.2	1	SPA06	Fabrico	Fabrico do cordão
1.1.3	SPA05 para SPA01	1.1	função da encomenda	SPA04	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.3.1	Corpo do Sapato	1.1.3		SPA05	Montagem	Coser peito do sapato, talão e abas laterais com a base e enformar
1.1.3.1.1	Palmita interior	1.1.3.1	1	SPA05	Fabrico	Fabrico da palmilha
1.1.3.1.1.1	SPA09 para SPA05	1.1.3.1.1	função da encomenda	SPA04	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.3.1.1.1.1	Compras	1.1.3.1.1.1	função da encomenda	SPA09	Compras	Compra do polímero
1.1.3.1.2	SPA08 para SPA05	1.1.3.1	função da encomenda	SPA02	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.3.1.2.1	Peito do sapato	1.1.3.1.2	1	SPA08	Fabrico	Corte da pele
1.1.3.1.2.1.1	SPA09 para SPA08	1.1.3.1.2.1	função da encomenda	SPA02	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.3.1.2.1.1.1	Compras	1.1.3.1.2.1.1	função da encomenda	SPA09	Compras	Compra da pele
1.1.3.1.2.2	Abas+Talão	1.1.3.1.2	1	SPA08	Fabrico	Corte da pele
1.1.3.1.2.2.1	SPA09 para SPA08	1.1.3.1.2.2	função da encomenda	SPA02	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.3.1.2.2.1.1	Compras	1.1.3.1.2.2.1	função da encomenda	SPA09	Compras	Compra da pele
1.1.3.1.2.3	Base	1.1.3.1.2	1	SPA08	Fabrico	Corte da pele
1.1.3.1.2.3.1	SPA09 para SPA08	1.1.3.1.2.3	função da encomenda	SPA04	Movimentação	Transporte entre SPAs
1.1.3.1.2.3.1.1	Compras	1.1.3.1.2.3.1	função da encomenda	SPA09	Compras	Compra da pele

Figura 6.23 – Lista de Materiais e Movimentações orientada para programação.

Nesta fase é necessário lembrar ao leitor que de acordo com o especificado no capítulo 5 para a lista de materiais e movimentações, esta permite saber qual o conjunto de operações a realizar e quais os SPAs responsáveis pela sua realização. A identificação das necessidades de movimentação baseou-se em informação existente no MSPA, que indica a localização geográfica de cada participante, bem como outros factores de relevo que sustentam a articulação de todas as actividades necessárias à realização de uma produção de acordo com as previsões subjacentes à oportunidade de negócio. Relembre-se também que esta é uma lista de materiais e movimentações preparada para responder as necessidades identificadas ao momento de formação da empresa virtual, podendo a qualquer momento ser modificada em função de vários factores como sejam as encomendas que dão entrada na empresa virtual ou as capacidades dos SPAs. Em caso de existir alguma impossibilidade, no limite, poder-se-á verificar a necessidade de uma reconfiguração

profunda, com consequências também profundas na configuração da lista de materiais e movimentações que poderão passar inclusive por um conjunto de operações distintas daquelas que se apresentam na figura 23.

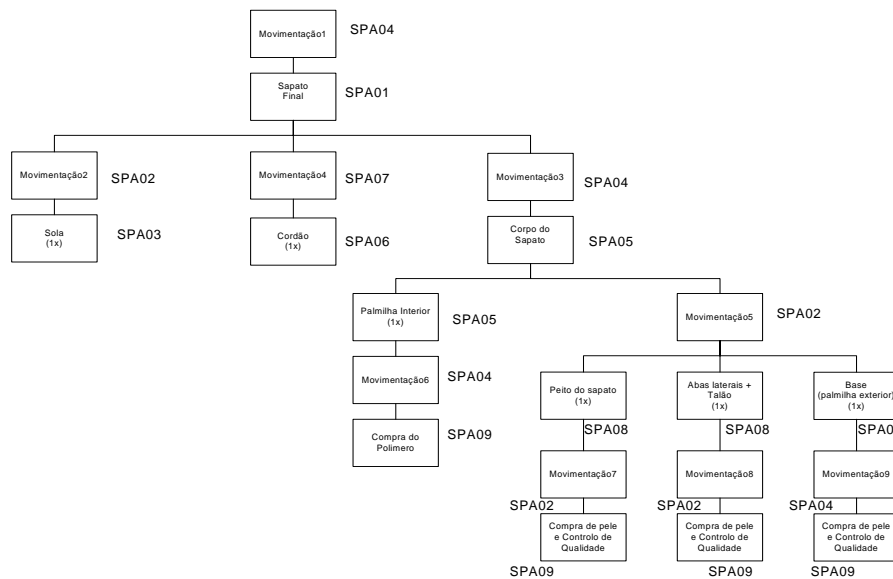


Figura 6.24 – Lista de Materiais e Movimentações em forma hierárquica.

A figura 6.24 apresenta uma perspectiva mais estrutural da lista de materiais e movimentações, possibilitando uma noção de mais alto nível da sua constituição e não tão orientada à programação como a apresentada na figura 6.23.

### 6.5.6 – A Interface com o cliente

A interface com o cliente (figura 5.25) pode ser acessada de qualquer ponto do globo através do endereço <http://www.esa.ipb.pt/apoev/loja>.



Figura 6.25 – Aspecto da aplicação sob a perspectiva do cliente.

Pretende, em primeira instância, levar ao conhecimento de um potencial cliente as características do produto, no sentido de o sensibilizar para a sua aquisição. Para que esse propósito seja

conseguido é necessário que se disponibilize ao consumidor informação exaustiva sobre os materiais dos quais o produto é feito, informação sobre o seu aspecto físico (inclui-se cor, formato e textura, necessariamente apoiado por imagens), já que se trata de sapatos é necessariamente importante saber os números disponíveis, e também algum dado sobre o seu suposto grau de conforto. Este último dado pode ser sustentado em alguma organização credível associada a estes temas, como seja uma associação de ortopedia. Como em tudo na vida, necessariamente deverá constar o preço do produto e uma vez que estamos perante uma transacção via Internet deverá existir informação sobre a forma de pagamento, bem como sobre o prazo, forma e local de entrega. No sentido de eliminar qualquer tipo de desconfiança no cliente, deverá também existir informação relativa a garantia do material (forma de reclamação, para onde enviar, etc.).

Uma vez ultrapassado este passo, tendo o cliente decidido pela aquisição do produto, a aplicação solícita ao cliente que preencha um formulário no sentido de recolher informação, quer para a factura/recibo, quer para o inserir na base de dados de clientes, de forma a otimizar uma futura relação. Nesse sentido é-lhe solicitada autorização para que se faça uso dos seus dados no âmbito de acções associadas ao MSPA (futuras encomendas, acções de divulgação, inquéritos de satisfação ou de qualidade, etc.). Ao cliente é também fornecido um código de utilizador e uma palavra passe (via e-mail) no sentido de em todo momento conseguir saber a evolução do estado da sua encomenda e simultaneamente garantir a sua idoneidade. Refira-se que no caso de o cliente já constar da base de dados, pode logo de início aceder à zona de clientes da aplicação, passando por cima do processo de registo. No entanto, a qualquer momento este poderá realizar uma actualização dos seus dados.

The figure displays two screenshots of a web application interface. The left screenshot shows a login form titled "Formulário de acesso" with fields for "Nome utilizador" and "Senha", and an "Entrar" button. The right screenshot shows a registration form with fields for "Nome de utilizador (login)", "Senha de acesso (password)", "Confirmação", "Nome do Cliente", "Morada", "N.º Contribuinte", and "E-Mail", along with a "Criar conta" button. The footer of the right screenshot reads "APOEV Aplicação Protótipo para Operação de Empresas Virtuais".

Figura 6.26 – Acesso à aplicação por parte do cliente. Duas perspectivas.

### 6.5.7 – Área de administração, planeamento e controlo da produção

De acordo com o referido anteriormente, esta área difere nas operações que disponibiliza, em função do perfil do utilizador em causa. Assim, existirá uma interface orientada para o gestor da empresa virtual e uma outra zona orientada para os SPAs responsáveis pela realização das funções

representadas na lista de materiais e movimentações. O acesso à aplicação é realizado remotamente via <http://www.esa.ipb.pt/apoev/gestao>. Após o acesso, é requerida a introdução de um nome de utilizador e uma palavra passe a fim de se identificar o perfil do utilizador que pretende aceder ao sistema. Vejamos então detalhadamente cada uma delas.

### 6.5.7.1 – O Interface com o Gestor da Empresa Virtual

A interacção entre o gestor da empresa virtual e a aplicação protótipo é composta essencialmente por 4 áreas funcionais, que possibilitam a execução das tarefas que no capítulo 5 lhe são atribuídas. Concretamente, o gestor da empresa virtual tem ao seu dispor a área de planeamento director da produção, a área de planeamento detalhado de materiais e movimentações, a área de monitorização da produção com capacidades de controlo activo sobre a progressão das ordens e ainda uma última área que permite a difusão de mensagens entre todos os integrantes da empresa virtual.

A vertente de planeamento director da produção, acedida na aplicação via separador “planeamento”, é composta por duas áreas funcionais distintas (figura 6.27). Na sua parte superior existe uma zona de acolhimento de novas encomendas à espera de serem tratadas. Por tratadas entende-se a verificação da sua exequibilidade em função das capacidades dos SPAs que neste momento configuram a empresa virtual. Numa área inferior é visível um horizonte temporal de 12 períodos, no qual estão representadas as necessidades para cada período e por encomenda.

Os separadores “Configuração”, “Perfil” e “Logout” presentes na figura 6.27, são funções auxiliares à funcionalidade do sistema. Para lá do papel óbvio do “Logout”, que permite ao utilizador sair do sistema, a opção “Perfil” permite a configuração de perfis de utilizador, e a opção “Configurar” permite simular o papel de alteração automática da Lista de Materiais e Movimentações. A reconfiguração utiliza na sua orgânica mecanismos da fase de formação da empresa virtual. Como essa fase não foi contemplada na elaboração da aplicação protótipo, houve a necessidade de criar um mecanismo que permite manualmente configurar a constituição da Lista de Materiais e Movimentações.

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing tabs: MENSAGENS, CONFIGURAÇÃO, PLANEAMENTO, PDMM, MONITORIZAÇÃO, PERFIL, and LOGOUT. The 'PLANEAMENTO' tab is active, and a sub-tab 'Encomendas' is selected. Below this, there is a section labeled '-> Analise' containing a table of orders. The table has columns for N°, Cliente, Data Encomenda, Data Entrega, Qt., Produto, and Comando. One order is listed: N° 1, Cliente Sapataria Joanhina, Data Encomenda 2004-02-11, Data Entrega 0000-00-00, Qt. 1.00, Produto Botim XYZ. There are two 'Analisar' buttons next to the order. Below the order table is a timeline grid with columns for PERIODO from 31-01 to 11-02 and a 'Σ' column. The row for 'Botim XYZ' shows values in the timeline cells.

PERIODO	31-01	01-02	02-02	03-02	04-02	05-02	06-02	07-02	08-02	09-02	10-02	11-02	Σ
Botim XYZ													

Figura 6.27 – Janela de planeamento director da produção.

A janela correspondente ao Planeamento Detalhado de Materiais e Movimentações, proporciona ao gestor da empresa virtual, para cada encomenda, a possibilidade de enviar um conjunto de sub ordens baseadas na Lista de Materiais e Movimentações activa, no sentido de verificar com cada SPA a existência ou não de capacidade e a confirmação dos prazos de entrega, assumidos na fase de verificação superficial de capacidades. Nesse sentido o gestor dispõe de três áreas básicas e distintas. A área de selecção da encomenda e visualização do estado das ordens, a área de visualização do planeamento detalhado de materiais e movimentações referente a todas as ordens que compõem uma determinada encomenda e uma zona de realização de acções sobre as

encomendas. Dispõe também de um separador lateral para seleccionar algoritmos para optimização de movimentações e para visualizar o planeamento detalhado de materiais e movimentações global. Refira-se que esta última funcionalidade não foi implementada.

The screenshot displays the PDMM software interface. The main window is titled 'Planeamento Detalhado de Materiais e Movimentações'. It features a menu bar at the top with options: MENSAGENS, CONFIGURAÇÃO, PLANEAMENTO, PDMM, MONITORIZAÇÃO, PERFIL, and LOGOUT. The interface is divided into several sections:

- Encomendas:** A table with columns for 'PERIODO' (12-02, 13-02, 14-02, 15-02, 16-02, 17-02, 18-02, 19-02, 20-02, 21-02, 22-02, 23-02) and rows for various materials and movements. The '16-02' column shows values for 'Compra de pele e Controlo de Qualidade' (3.00), 'Movimentação 9' (1.00), 'Movimentação 8' (1.00), 'Movimentação 7' (1.00), 'Abas laterais + talão' (1.00), 'Peito do sapato' (1.00), 'Movimentação 5' (1.00), 'Compra de Polimero' (1.00), 'Movimentação 6' (1.00), 'Palmita interior' (1.00), 'Corpo do Sapato' (1.00), 'Movimentação 3' (1.00), 'Cordão' (1.00), 'Movimentação 4' (1.00), 'Sola' (1.00), 'Movimentação 2' (1.00), 'Sapato Final' (1.00), and 'Botim XYZ' (1.00).
- Ordens:** A table with columns for 'Ordem', 'Data entrega', and 'ENCOMENDA N.º'. It lists several orders with their respective delivery dates and status (AVERIGUAÇÃO).
- Control Panels:** Three panels at the bottom:
  - ENCOMENDA N.º:** A dropdown menu labeled 'Escolha a opção' and a button 'Construir inquérito'.
  - RESERVAR CAPACIDADE:** A dropdown menu labeled 'Escolha a opção' and a button 'Res. Capacidade'.
  - RECONFIGURAR / PLANEAMENTO:** A dropdown menu labeled 'Escolha a opção' and a button 'Reconf. / Planeam.'.

Figura 6.28 – Janela com as funcionalidades correspondentes ao PDMM.

Uma vez assegurada a capacidade necessária para a execução das ordens dentro dos prazos e das quantidades previstas, o gestor da empresa virtual terá ao seu dispor uma área vocacionada para a monitorização e controlo do progresso das ordens nos SPAs. Nessa área, o gestor da empresa virtual, tem a possibilidade de visualizar o período previsto para a execução das encomendas, representada ao nível da encomenda, ou então ao nível de cada ordem. A monitorização da progressão da produção sustenta-se nos relatórios de progressão das ordens, que cada SPA se comprometeu a enviar, com uma determinada periodicidade. Se a progressão dessas ordens se encontrar dentro do planeado, então a indicação correspondente será de cor cinza claro, caso a progressão se encontre fora do planeado a cor do período aparecerá a preto, indicativo do atraso. O gestor da empresa virtual terá então ao seu dispor a possibilidade de avaliar vários aspectos relativos ao, ou aos SPAs em falta. Por exemplo os últimos relatórios, as falhas ou o histórico de desempenho do SPA, sob a designação de cadastro na figura 6.29. Em função dessa avaliação o gestor decidirá pelo envio de um aviso, ou então pelo envio de uma ordem de correcção, podendo no limite enviar uma ordem de reconfiguração. Tem ainda a possibilidade de realizar um replaneamento ao nível detalhado, relativo a todas as ordens a partir do momento da falha. Estas capacidades estão expressas na figura 6.29, onde se pode ver um instantâneo da janela que a aplicação disponibiliza ao seleccionar-se o separador “Monitorização”.

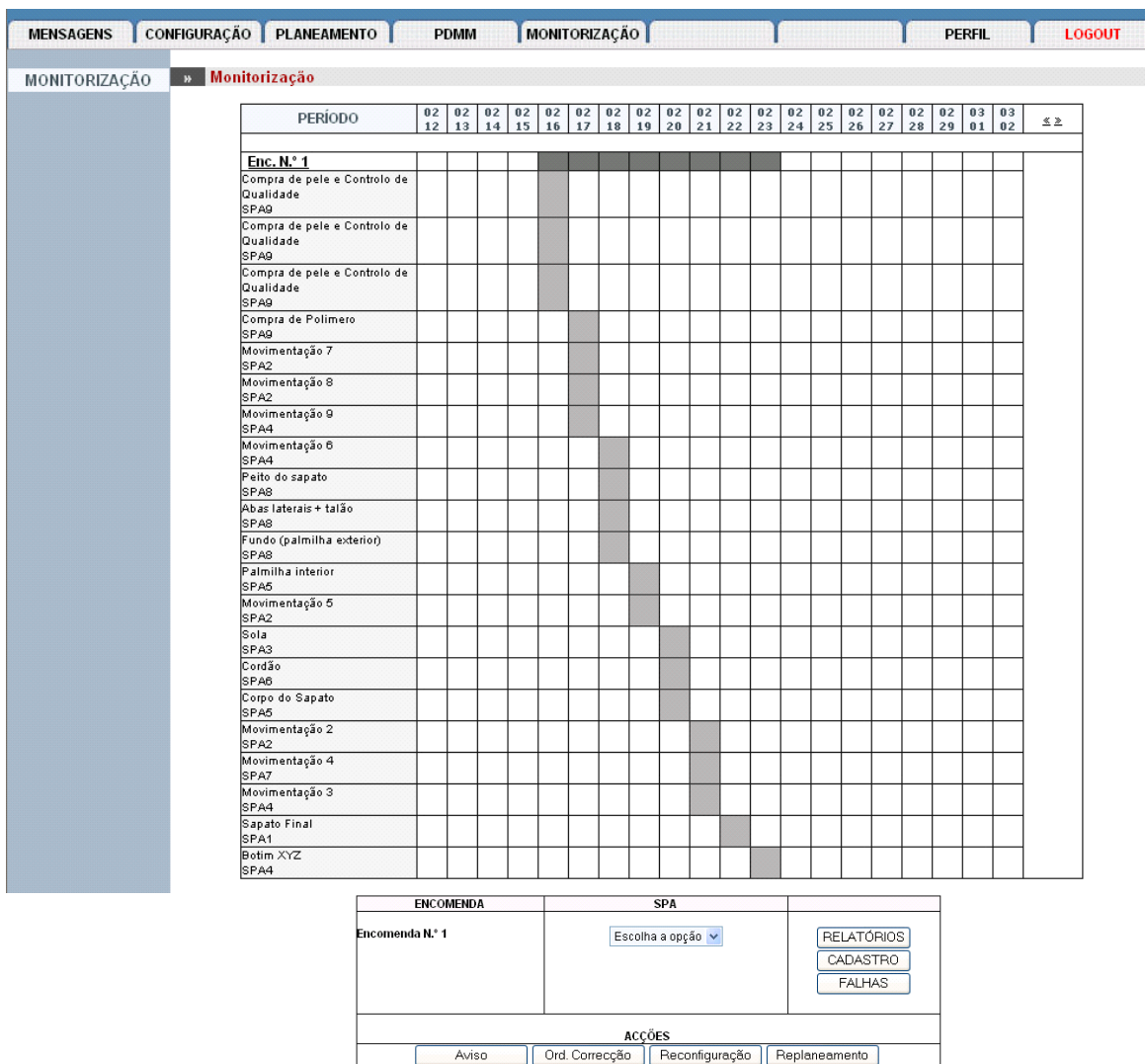


Figura 6.29 – Janela com as funcionalidades correspondentes à Monitorização.

### 6.5.7.2 – O Interface com um SPA genérico

A aplicação possibilita também uma área de trabalho para cada um dos SPAs que realizam as funções expressas na Lista de Materiais e Movimentações. Na zona de entrada na aplicação, os SPA inserem o seu código de utilizador e palavra passe correspondente, que os identifica perante o sistema, atribuindo-lhes a área de trabalho que lhes está afectada dentro da empresa virtual em questão.

Se o SPA em questão tiver algum inquérito relativo a verificação interactiva de capacidade, ou uma outra mensagem de índole diversa, será notificado mal aceda ao sistema. Uma vez que esteja ligado, este será sempre notificado mal lhe seja atribuída uma mensagem ou tarefa. A figura 6.30 ilustra o interface de um SPA genérico que recebeu um aviso relativo à chegada de um novo inquérito.

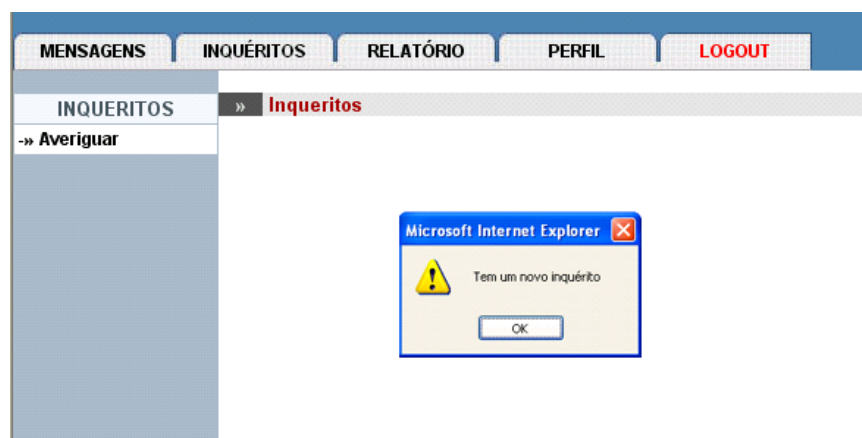


Figura 6.30 – Janela de interface com um SPA genérico. Chegada de novo evento.

Após receber o aviso o SPA vai responder ao inquérito em causa. Esse inquérito tem o aspecto ilustrado na figura 6.31. Esse inquérito é acedido clicando no separador “Inquéritos” do menu ilustrado na figura 6.30. À sua disposição o SPA em causa tem as possibilidades de aceitar, significando que os termos expressos relativamente à quantidade necessária e prazos de entrega, são por ele aceite sem reservas. Poderá no entanto propor ao gestor da empresa virtual novas condições, como sejam um prazo de entrega mais dilatado, ou a possibilidade de entregar apenas uma parte da quantidade pretendida na data requerida.

N.º Ordem Enc.	Data
2	2004-02-12

CLASSIFICAÇÃO	
TIPO DE ORDEM	Movimentação
CÓDIGO DE ORDEM	14

IDENTIFICAÇÃO SPA	
Competência técnica	Movimentação
Código SPA	SPA2
Nome	SPA2
Morada	Telões
E-Mail	
Telefone	
NIF	987854331
Fuso TMG	

DADOS TÉCNICOS	
DATA	2004-02-12
DATA ENTREGA	2004-02-17

QT	DESIGNAÇÃO
1.00	Movimentação 7

ATTACH:

ACEITAR ALTERAR

LOGÍSTICA			
Local Recepção		Local Expedição	
Data		Data	
Hora		Hora	
Entidade Transportadora		Entidade Transportadora	

Figura 6.31 – Inquérito à capacidade de um dado SPA.

Na área orientada para os SPAs é ainda disponibilizado um separador que possibilita que estes enviêm os relatórios de progressão das ordens. Esses relatórios têm o aspecto apresentado na figura 6.32 e seguem as orientações emanadas do capítulo 5.

Identificação da Ordem:	14
Data:	2004-02-12 (AAAA-MM-DD)
Data Entrega:	2004-02-17 (AAAA-MM-DD)
Quantidade Final:	1.00
Quantidade Executada:	

**ESTADO:**

Dentro do previsto

Atrasada

Ultrapassável

Consegue atingir a data prevista

Previsão nova data Entrega  (AAAA-MM-DD)

Irreversível

Avaria

Falta de capacidade

Outros

Figura 6.32 – Relatório de progressão de ordem.

## 6.6 – Condições, cenário e experiências realizadas

Esta sub-secção descreve duas experiências realizadas no sentido de avaliar a consistência de um sistema tipicamente experimental, cuja operacionalidade se baseia em algumas das funcionalidades estabelecidas ao longo de todo o *capítulo 5*. Convém lembrar que o objectivo primeiro com que se partiu para este trabalho consistia na especificação de um sistema que permitisse o planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais, considerando o caso específico de estas serem formadas com base no conceito de sistema produtivo autónomo. Pretendia-se avaliar a adequabilidade do sistema proposto quando confrontado com algumas das dificuldades que os sistemas tradicionais patenteiam, quando utilizados em ambientes de empresa virtual.

### 6.6.1 – Condições

Nesse sentido, foi necessário impor algumas condições em alguns fluxos de informação e actividades, com o objectivo de controlar algum do dinamismo inerente a um sistema deste género, monitorizando a evolução de outras actividades, em termos funcionais e não quantitativos. A sustentação desse procedimento baseou-se no pressuposto de que o momento actual de desenvolvimento de actividades, relativas ao ciclo de vida da empresa virtual, se encontra em fase de desenvolvimento ou clarificação e não em fase de optimização de funções específicas.

Assumiu-se que da fase de operação da empresa virtual se obteve:

- Informação sobre o Sistema Produtivo Autónomo responsável pela execução das funções que neste trabalho se atribuem ao Gestor da Empresa Virtual, estando este pronto a actuar;
- O conselho de administração constituído e pronto a actuar;
- A especificação completa da Lista de Materiais e Movimentações;

- Os objectivos de desempenho estabelecidos;
- O plano de dissolução da empresa virtual perfeitamente formalizado;
- Informação de índole genérica sobre todos SPAs que integram a empresa virtual;
- Previsões relativas à procura de produtos.

Em função das condições existentes para a realização das simulações (utilização de laboratórios de informática, conjuntamente com PC situados em gabinetes e não empresas concretas), toda a informação originária do Mercado de Sistemas Produtivos Autónomos, como por exemplo os prazos de entrega, a capacidade dos SPAs que realizam movimentações, distâncias de movimentação, fusos horários, entre outros dados, são puramente académicos.

### 6.6.2 – Cenário de aplicação

Os PCs que serviram de base às experiências realizadas, simulando a actuação de Sistemas Produtivos Autónomos (MSPA), integrados numa empresa virtual que pretende produzir o produto apresentado na figura 6.22, encontram-se dispersos da seguinte forma:

Um grupo deles foi distribuído pelo *backbone* do Instituto Politécnico de Bragança (IPB), nomeadamente entre o Centro Informática da Escola Superior Agrária (CIESA) e gabinetes de alguns docentes. Utilizaram-se ainda PCs situados em gabinetes de docentes da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) e também em gabinetes de docentes da Universidade do Minho (UM). As exigências ao nível de software para efectuar uma ligação a um concentrador de VPN, são mínimas. Num qualquer PC de secretária (com Windows 2000, ou XP) é possível criar/configurar uma ligação sem necessidade de software adicional. Para tal, na zona de ligações de rede que os referidos sistemas operativos disponibilizam, basta seleccionar a opção de criar nova ligação e optar pelo sub-tipo “ligar à rede no meu local de trabalho/rede privada virtual”<sup>33</sup>. Seguindo as janelas do assistente de configuração, é possível criar uma VPN entre cada SPA e o Mercado de SPAs, situado em parte na sub rede do CIESA e no Centro de Comunicações do IPB (CCOM). O tempo consumido na instalação/configuração foi de apenas alguns segundos. Opcionalmente é também possível utilizar um pacote de software denominado “VPN client” da empresa CISCO, tendo em vista os mesmos propósitos.

Note-se que um PC, com um browser e diversas janelas abertas em simultâneo, seria suficiente para realizar a simulação de acesso por parte de todos os SPAs intervenientes na produção do produto teste. Decidimos a utilização de três locais com alguma distância física no sentido de adicionar às experiências uma componente mais real, forçando os dados a circular pela rede pública, e a estabelecerem-se VPNs com redes de outras instituições. Inclusivamente, um dos PCs existentes no CIESA foi retirado da LAN e ligado a uma linha analógica por modem de 56K, via ISP comercial, no sentido de observar o comportamento no acesso ao MSPA, por parte de um PC em condições técnicas mais desfavoráveis.

### 6.6.3 – Experiências realizadas

Com base nas condições impostas e no cenário de aplicação definido, levaram-se a cabo alguns testes exploratórios no sentido de verificar a consistência dos procedimentos especificados e da adequabilidade das entidades propostas no *capítulo 5*.

<sup>33</sup> <http://support.microsoft.com/?kbid=305550>

A primeira experiência tipo pretendeu simular uma situação de funcionamento ideal, e foi totalmente baseada na Lista de Materiais e Movimentações patente na figura 6.23. Considerou-se o tratamento dispensado a uma só encomenda, e a uma só unidade, sem que existissem dificuldades de concretização de cada uma das ordens que a encomenda originou, em cada um dos SPAs a que as referidas ordens foram atribuídas.

Nº	Cliente	Data Encomenda	Data Entrega	Qt.	Produto	Comando
1	Sapataria Joaninha	2004-02-11	0000-00-00	1.00	Botim XYZ	Analisar <input type="checkbox"/> Analisar

PERIODO	31-01	01-02	02-02	03-02	04-02	05-02	06-02	07-02	08-02	09-02	10-02	11-02	Σ
Botim XYZ													

PERIODO	12-02	13-02	14-02	15-02	16-02	17-02	18-02	19-02	20-02	21-02	22-02	23-02	Σ
Botim XYZ												1.00	

Figura 6.33 – Planeamento Director de Produção. Situação1.

A figura 6.33 mostra que existe a necessidade de entregar ao cliente sapataria joaninha um par de botins no dia 23-02-2004. A data foi comunicada ao cliente e aceite sem reservas. A figura 6.28, utilizada numa explicação anterior, mostra as necessidades por SPA e por período de forma a satisfazer quantidades e prazos. Para atingir esse plano detalhado de materiais e movimentações, houve a necessidade de enviar inquéritos interactivos de capacidade, os quais foram respondidos pelos correspondentes SPAs, não havendo nenhum imprevisto a registar. Desta forma a monitorização do progresso da produção até à entrega ao cliente decorreu de acordo com o previsto. A figura 6.29 ilustra essa situação.

Uma segunda experiência tipo apresenta o planeamento um pouco mais carregado (figura 6.34), com a existência de quatro encomendas, sendo duas delas para entregar no dia 01-03-2004. Uma corresponde a 1 unidade e a outra a 10 unidades.

PERIODO	24-02	25-02	26-02	27-02	28-02	29-02	01-03	02-03	03-03	04-03	05-03	06-03	Σ
Botim XYZ					10.00	5.00	11.00						

Figura 6.34 – Planeamento Director de Produção. Situação2.

Se não existisse nenhum constrangimento ao nível da capacidade, com a aceitação por parte de todos os SPAs intervenientes, das condições estipuladas, então o plano detalhado de materiais e movimentações global teria o aspecto ilustrado na figura 6.35. No entanto, por algum motivo que não interessa agora especificar, o SPA05, relativamente à Lista de Materiais e Movimentações da figura 6.24, responsável por realizar a palmilha interior, não aceitou a ordem, nas condições que lhe foram apresentadas. Como resposta, o referido SPA indicou que conseguiria cumprir a ordem que lhe foi enviada para o um dia após o que lhe era solicitado. Perante este cenário, o gestor da empresa virtual tinha várias hipóteses. Admitamos que se decidiu por aceder à pretensão do

SPA05. Nesse sentido, houve a necessidade de replanear as ordens ao nível detalhado, obtendo-se o plano detalhado de materiais e movimentações da figura 6.36.

MENSAGENS CONFIGURAÇÃO PLANEAMENTO PDMM MONITORIZAÇÃO PERFIL LOGOUT													
PDMM ▶ Plano Detalhado de Materiais e Movimentações Global													
-> Visão Global													
-> Algoritmo de movimentações													
PERÍODO	24-02	25-02	26-02	27-02	28-02	29-02	01-03	02-03	03-03	04-03	05-03	06-03	≤ ≥
Compra de pele e Controlo de Qualidade													
Movimentação 9	11.00												
Movimentação 8	11.00												
Movimentação 7	11.00												
Fundo (palmilha exterior)	5.00	11.00											
Abas laterais + talão	5.00	11.00											
Peito do sapato	5.00	11.00											
Movimentação 5	10.00	5.00	11.00										
Compra de Polímero	11.00												
Movimentação 6	5.00	11.00											
Palilha interior	10.00	5.00	11.00										
Corpo do Sapato		10.00	5.00	11.00									
Movimentação 3			10.00	5.00	11.00								
Cordão		10.00	5.00	11.00									
Movimentação 4			10.00	5.00	11.00								
Sola		10.00	5.00	11.00									
Movimentação 2			10.00	5.00	11.00								
Sapato Final				10.00	5.00	11.00							
Botim XYZ					10.00	5.00	11.00						

Figura 6.35 – Plano Detalhado de Materiais e Movimentações Global (4 encomendas).

MENSAGENS CONFIGURAÇÃO PLANEAMENTO PDMM MONITORIZAÇÃO PERFIL LOGOUT													
PDMM ▶ Plano Detalhado de Materiais e Movimentações Global													
-> Visão Global													
-> Algoritmo de movimentações													
PERÍODO	24-02	25-02	26-02	27-02	28-02	29-02	01-03	02-03	03-03	04-03	05-03	06-03	≤ ≥
Compra de pele e Controlo de Qualidade													
Movimentação 9	11.00												
Movimentação 8	11.00												
Movimentação 7	11.00												
Fundo (palmilha exterior)	5.00	11.00											
Abas laterais + talão	5.00	11.00											
Peito do sapato	5.00	11.00											
Movimentação 5	10.00	5.00	11.00										
Compra de Polímero	11.00												
Movimentação 6	5.00	11.00											
Palilha interior	10.00	5.00	10.00	1.00									
Corpo do Sapato		10.00	5.00	10.00	1.00								
Movimentação 3			10.00	5.00	10.00	1.00							
Cordão		10.00	5.00	11.00									
Movimentação 4			10.00	5.00	11.00								
Sola		10.00	5.00	11.00									
Movimentação 2			10.00	5.00	11.00								
Sapato Final				10.00	5.00	10.00	1.00						
Botim XYZ					10.00	5.00	10.00	1.00					

Figura 6.36 – Plano Detalhado de Materiais e Movimentações Global, após replaneamento.

Uma situação mais complexa ocorre numa terceira experiência tipo, onde, considerando a situação anterior, ocorre um outro evento imprevisto caracterizado pela necessidade das seguintes acções:

- Impossibilidade de um dos SPAs prosseguir com a actividade que lhe foi atribuída, nos moldes especificados.
- Necessidade de envio de um aviso;
- Necessidade de envio de uma ordem de correcção;
- Necessidade de reconfiguração, em virtude de falta de capacidade num SPA em função de uma data de entrega.

O SPA que apresentou problemas foi o SPA04. A este SPA, que realiza movimentações, ardeu-lhe um camião. Esse veículo iria participar em acções de movimentação de materiais de acordo com a



# Capítulo 7

## 7 – Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Ao concluir-se um projecto, é tido por adequado salientar-se as conclusões que foram alcançadas, confrontando os resultados obtidos com os objectivos estabelecidos, à data de início. Considera-se também fundamental uma postura crítica, relativamente às limitações de que entretanto se foi tomando consciência. No sentido de ultrapassar essas limitações, bem como de tentar levantar alguns dos pressupostos fixados no projecto em causa, devem-se apontar perspectivas de trabalho futuro.

As soluções propostas nesta tese, pretendem apresentar-se como um passo em frente no sentido de especificar ferramentas e contribuir com conceitos, que possibilitem o aprofundar e evoluir do conhecimento científico na área das empresas virtuais.

O mercado encontra-se cada vez mais orientado para as influências da globalização, sendo conseqüentemente mais dinâmico, orientado para o cliente, observando-se que a competição com base no preço já não é o mais importante factor estratégico para grande parte das empresas. A procura de produtos orienta-se cada vez mais para uma maior variedade e elevada qualidade. Paralelamente, o ciclo de vida dos produtos está-se a encurtar cada vez mais. Nesse sentido existe a necessidade de uma mais rápida capacidade de resposta ou adaptação às alterações que incessantemente ocorrem no mercado. Tanto o factor custo como o tempo de introdução de um produto no mercado, devem sofrer reduções significativas. Às empresas de produção ou de serviços vai ser exigida a capacidade de muito eficientemente, produzirem ou realizarem, uma grande variedade de produtos ou serviços, com elevados níveis de qualidade, dependendo nessas actividades o menor esforço possível.

A associação de empresas em torno do paradigma das empresas virtuais, apresenta-se como adequado no sentido destas manterem a sua competitividade em ambientes dinâmicos, que se prevê que vão caracterizar grande parte do século XXI, convergindo desta forma com as tendências apontadas no parágrafo anterior.

Os *capítulos 2 e 3* mostram que numa empresa virtual real, no sentido de se satisfazer uma oportunidade de negócio concreta, durante um período de tempo limitado, vai existir a necessidade de interligar e coordenar actividades de parceiros, economicamente e legalmente, independentes e autónomos. Trata-se da possibilidade de dar resposta a uma oportunidade de negócio, à qual, de uma forma isolada, os integrantes da empresa virtual não conseguiriam aceder. A preparação de cada um dos integrantes e a existência de uma estrutura que permita que estes cooperem, é fundamental no sucesso da actividade da empresa virtual. No entanto, a preparação individual de cada um dos potenciais participantes, bem como o estabelecimento em tempo útil de estruturas que auxiliem e suportem essa cooperação remota, é um processo de elevado grau de dificuldade e

morosidade, assistindo-se por vezes, ao desvanecimento das condições até então favoráveis à realização da oportunidade de negócio.

De forma a contornar esses inconvenientes, pretende-se uma postura pró-activa por parte dos potenciais integrantes das empresas virtuais. Internamente, estes deverão identificar quais as suas competências técnicas que são competitivas, repensar a forma como estão organizadas, conferindo-lhes autonomia e na medida do possível, orientá-las para uma cooperação global, que lhes possibilite integrar, complementarmente, empresas virtuais. O *capítulo 4* fornece indicações nesse sentido. De uma forma inovadora, apresenta uma proposta de reorganização interna das empresas em torno do conceito de sistema produtivo autónomo.

Encontrada uma forma de resposta internamente às empresas actuais, existe a necessidade de criar soluções para que esses potenciais integrantes, já enquadrados sob a forma de Sistemas Produtivos Autónomos, se encontrem no sentido de formalizar empresas virtuais. Ao utilizarmos a palavra formalizar, pretende-se associa-la a todo um processo de definição de regras processuais, estabelecimento de uma arquitectura funcional, imposição de padrões de desempenho e cumprimento de contratos. Enfim todo um conjunto de factores, que também eles contribuam no sentido de agilizar a actividade da empresa virtual, contornando o factor limitativo que é a oportunidade temporal de satisfação do negócio.

No sentido de ultrapassar as dificuldades apresentadas no parágrafo anterior, o *capítulo 5* fornece um conjunto de indicações, que, de uma forma original, auxiliam e possibilitam a satisfação de uma oportunidade de negócio concreta, em tempo útil. Assim, definidas as fases que o ciclo de vida da empresa virtual deverá incorporar, definidas as actividades que devem fazer parte de cada uma dessas fases e especificados os fluxos de informação que relacionam as actividades e fases que as incorporam entre si, deu-se início à construção de uma aplicação protótipo.

O *capítulo 6*, após um enquadramento técnico, demonstra a exequibilidade da estrutura técnica de suporte ao funcionamento do protótipo APOEV, recorrendo-se exclusivamente a tecnologias existentes. Com o protótipo apresentado, cuja funcionalidade incide apenas sobre uma parte concreta do sistema global especificado no *capítulo 5*, mostra-se a funcionalidade das opções propostas para o sistema de planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais.

## 7.1 – Conclusões e contribuições

Esta sub-secção pretende detalhar contribuições e conclusões que em conjunto possibilitam a concretização da hipótese de trabalho avançada no *capítulo 1* e que se traduzia por:

Especificar um modelo de planeamento e controlo da produção (PPC) orientado para as organizações emergentes designadas por empresas virtuais (EVs). Em função das especificidades deste novo ambiente e das unidades que integram a EV (SPAs), pretende-se um modelo com uma postura hierárquica com possibilidade de execução e controlo distribuído ou descentralizado, que permita a gestão de fluxos de informação e de materiais entre os SPAs que compõem a empresa virtual (EV).

A concretização do objectivo proposto não foi um processo imediato. Na sua prossecução foram alcançadas contribuições parcelares ou colaterais que de seguida se apresentam.

Este trabalho apresenta e utiliza o conceito inovador de Sistema Produtivo Autónomo (SPA) (Carvalho *et al.*, 2001b; Moreira *et al.*, 2001a; Moreira *et al.*, 2001b; Carvalho *et al.*, 2003c; Moreira *et al.*, 2003). Este conceito pretende ser uma forma de auxílio à optimização funcional de

empresas tradicionais, possibilitando-lhes simultaneamente, uma orientação para participações em empresas virtuais. Esta nova postura organizacional, para lá da possibilidade de identificação de sectores ineficientes internamente à empresa, possibilita-lhes a interacção com outras estruturas organizadas com base no mesmo conceito, que lhes aumentem o nível de competitividade. Para além destas possibilidades, sob a perspectiva estrita das empresas virtuais, este conceito contribui também para:

- Agilizar a actividade das empresas virtuais;
- Disponibilizar os recursos estritamente necessários às funções que a empresa virtual necessita;
- Encontrar os serviços mais indicados para fazer face a uma oportunidade de negócio concreta;
- Redundância de possibilidades para fazer face a imprevistos durante a fase de operação da empresa virtual.

O trabalho de desenvolvimento de um sistema de planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais requer que se controlem um conjunto de fenómenos e variáveis para que o sistema seja exequível e funcional. É necessária a apresentação de soluções que possibilitem ultrapassar algumas das dificuldades provenientes da dinâmica inerente a este novo ambiente. Nesse caminho foi necessário recorrer-se à especificação de um conjunto de entidades, actividades e estruturas de suporte funcional, que em função do seu carácter inovador, são também contributos originais deste trabalho. Por vezes, poderá parecer que tal não corresponde à verdade em função da similaridade ou coincidência entre a designação adoptada e outras entidades existentes na literatura. No entanto as semelhanças terminam na designação, uma vez que a funcionalidade que lhes assiste, quer em termos individuais quer globais, é indubitavelmente original (Pires *et al.*, 2003a).

Nesse sentido, este trabalho contribui com:

- A especificação de uma arquitectura de referência original;
- A especificação de cada entidade constituinte dessa arquitectura.

De uma forma original, propõe-se uma estrutura funcional de suporte às actividades a desenvolver no âmbito do ciclo de vida da empresa virtual. Para tal recorre-se:

- Especificação das fases do ciclo de vida da empresa virtual;
- Especificação das actividades a desenrolar em cada fase identificada;
- Especificação dos fluxos de informação que relacionam cada uma dessas actividades;
- Especificação dos fluxos de informação que relacionam as actividades com as entidades da arquitectura de referência.

Embora esta tese se concentre maioritariamente na especificação das actividades inerentes ao processo de operação da empresa virtual, houve a necessidade de especificar todo o processo de formação dissolução e reconfiguração da empresa virtual, no sentido de se obter coerência e consistência ao longo de todo o ciclo de vida da empresa virtual. Em cada uma dessas fases foram desenvolvidos procedimentos que permitem que o ciclo de vida da empresa virtual se desenrole de

acordo com o idealizado. O conjunto de processos idealizados para a procura de SPAs e subsequente formação da empresa virtual, bem como para uma adequada dissolução e serviço pós venda, sustentam a sua funcionalidade em posturas originais. Consequentemente, no seu conjunto apresentam-se como um contributo original e com uma postura inovadora, dentro da temática do ciclo de vida das empresas virtuais.

Todas as contribuições referidas atrás permitiram dar forma e consistência ao objectivo de especificar um sistema de planeamento e controlo da produção para empresas distribuídas virtuais, cujas características permitem ultrapassar as dificuldades de funcionamento, apontadas aos tradicionais sistemas de planeamento e controlo da produção, quando confrontados com este ambiente dinâmico. Nesse sentido, o sistema de planeamento e controlo da produção proposto, é um contributo original e inovador deste trabalho, que recorre na sua especificação a um conjunto de conceitos que constituem também eles contributos originais deste trabalho. Alguns pilares da funcionalidade do sistema de planeamento e controlo da produção proposto são:

- Planeamento interactivo com os SPAs que integram a empresa virtual (Pires *et al.*, 2003b);
  - Possibilita a obtenção de prazos de entrega finais rigorosos, uma vez que baseia o planeamento nas capacidades reais dos SPAs e prazos de entrega actualizados;
- A possibilidade de convergência com flutuações na procura (Pires *et al.*, 2003b);
  - Esta funcionalidade baseia-se na possibilidade de adaptar a capacidade da empresa virtual, com base na capacidade disponibilizada pelos SPAs para a empresa virtual ou mediante a inclusão de SPAs que auxiliem os já existentes, pela substituição de SPAs, ou pela exclusão de SPAs. A orgânica que assiste a este dinamismo assume-se como uma postura original com que este trabalho contribui.
- Reactividade ou capacidade de lidar com imprevistos, de forma a atingir as quantidades e prazos previamente acordados com o cliente (Pires *et al.*, 2003b);
  - O acto de contornar imprevistos é realizado, de uma forma original, recorrendo-se às possibilidades referidas no ponto anterior.
- Uma postura pró-activa em acções de controlo da produção, baseada em sistemas de geração de padrões de desempenho (Pires *et al.*, 2003b);
- O conceito de Lista de Materiais e Movimentações (Carvalho *et al.*, 2001a; Carvalho *et al.*, 2002; Pires *et al.*, 2002; Pires *et al.*, 2003a).
  - É um contributo estruturante, original e inovador deste trabalho. Garante e auxilia a coerência, coordenação e consistência na atribuição e execução das ordens.
  - Sustenta as acções de serviço pós-venda.

Globalmente, o conjunto de actividades previstas para o ciclo de vida da empresa virtual, sustentadas nas características e funções previstas para as entidades participantes e ainda em todas as estruturas de suporte funcional apresentadas, são também um passo em frente no sentido de ultrapassar um dos grandes travões no processo de aceitação e envolvimento em empresas virtuais, que dá pelo nome de desconfiança. Os procedimentos previstos para o referido ciclo de vida permitem que todos os integrantes se concentrem nas suas actividades principais de uma forma total, libertando-os do fardo relativo à idoneidade dos parceiros ou da segurança e fiabilidade da estrutura informática e logística de suporte à actividade.

Ao longo de todo o processo de consulta bibliográfica sobre as empresas virtuais, ficou patente a dificuldade que assiste à procura de parceiros com vista a integrarem empresas virtuais. Muitas das potenciais oportunidades de negócio ficam sem resposta, ou não são aproveitadas, devido à

incapacidade de se encontrarem parceiros para participarem numa empresa virtual com o objectivo de lhes dar resposta. Ou seja, não existem estruturas formais capacitadas ou orientadas para assistir a formação de empresas virtuais. O Mercado de SPAs, juntamente com entidades e estruturas do seu entorno, por exemplo o *Broker*, permite ultrapassar algumas dessas dificuldades. De acordo com o exposto no capítulo 5, existe a publicitação de potenciais integrantes, são idóneos, encontram-se organizados por competência técnica, existe um histórico relativo à sua actividade, em suma, estas são potencialidades importantes apresentadas neste trabalho. Objectivamente, são respostas a algumas das dificuldades patentes na literatura sobre a matéria.

Com o objectivo de testar algumas das funcionalidades do sistema especificado e garantir que com base nessas especificações é possível construir um sistema real que vise o planeamento e controlo de empresas distribuídas virtuais, foi construído o protótipo APOEV. Este protótipo foi submetido a alguns testes que revelaram a sua funcionalidade, deixando também a nu algumas das suas limitações.

O APOEV pretende ser uma ferramenta poderosa de planeamento e controlo da produção, implementada com base nas especificações produzidas no capítulo 5. Sendo essas especificações originais e tendo este protótipo seguido essas especificações, resulta aceitável considerar esta aplicação como sendo um contributo original. É uma aplicação organicamente modular, constituída por uma vertente vocacionada para sustentar as actividades atribuídas ao gestor da empresa virtual, uma outra vertente para sustentar as acções dos SPAs presentes na Lista de Materiais e Movimentações, e uma outra para o potencial cliente.

Marginalmente, podemos ainda referir como contributo inovador, mas não totalmente original, o conceito de Uma-Encomenda-Uma-Empresa. Esta postura, embora similar em alguns aspectos ao OPIM (Putnik e Silva, 1995; Putnik, 1997), leva o conceito definido nesse trabalho até ao limite, uma vez que a estrutura não é apenas em função do produto, mas pode ir até ao limite de uma ordem que represente uma fracção de uma encomenda. Ou seja, em torno de cada encomenda ou ordem reúne-se o conjunto de SPAs mais indicados, naquele momento, para satisfazer essa ordem ou encomenda. Simultaneamente, garante ainda a sua execução no prazo, quantidade e nível de qualidade acordado. A sua operacionalidade é suportada na existência do conceito de Lista de Materiais e Movimentações.

Uma breve referência para o facto de, a título exploratório, se abordar o tema das medidas de desempenho a efectuar quando perante ambientes de empresas virtuais. São apresentadas três medidas de desempenho como exemplos de aplicação a este domínio (Carvalho *et al.*, 2003a).

Em suma, as funcionalidades apresentadas para o sistema de planeamento e controlo da produção, coadjuvadas com as entidades e estruturas envolventes especificadas ao longo deste trabalho, dotam o sistema de características desejáveis para a operação em ambientes de empresa virtual. Entre elas destacam-se a reactividade a eventos imprevistos; a flexibilidade; a robustez; a adaptabilidade ao mercado; funcionamento distribuído e descentralizado; existência de um processo constante, com recurso a posturas pró-activas, de controlo e optimização da progressão das actividades de produção.

Pese embora o processo de planeamento seja realizado sob acção de uma entidade de índole central, o gestor da empresa virtual, o sistema não é decididamente centralizado, no sentido mais restrito, uma vez que na sua funcionalidade intervêm diversas entidades. É assim visível o carácter distribuído da abordagem proposta. Por outro lado, a acção do gestor da empresa virtual só é possível com base em funcionalidades activas, dispersas por várias entidades do sistema, que lhe fornecem informação actualizada, conferindo ao sistema características tidas como presentes em sistemas descentralizados.

Outra característica presente e desejada consiste na autonomia que cada entidade tem sobre a realização das suas ordens. Este é também um sistema de características dinâmicas que pretende funcionar num ambiente também ele dinâmico. Durante a sua operacionalidade, a estrutura da empresa virtual e consequentemente do sistema que rege o seu funcionamento, vai mudar com frequência como forma de reagir a imprevistos que podem ser de índole diversa. Concretamente alterações na procura ou o surgimento de eventos inesperados como sejam incumprimentos ou atrasos irreversíveis ao nível da progressão das ordens nos SPAs.

A flexibilidade que se pretende para um sistema de planeamento e controlo da produção orientado para as empresas virtuais consegue-se nesta abordagem, não apenas pela capacidade que o sistema apresenta de incorporar SPAs durante a execução de uma determinada ordem, mas também com base na estrutura funcional de suporte definida. Ou seja, o sistema só por si não incorpora flexibilidade se a estrutura que o suporta, nomeadamente entidades como o Broker ou a existência do MSPA, não existir. A harmonia funcional entre todos os integrantes na estrutura global definida, nomeadamente a arquitectura de referência, a estrutura funcional com as respectivas entidades e as actividades previstas para o ciclo de vida da empresa virtual conferem a capacidade de rápidas alterações na estrutura da empresa virtual, em função do produto a produzir. Esta flexibilidade em função do produto, ou de ocorrências inesperadas, incorporam ao sistema uma outra característica traduzida na capacidade de adaptação.

## 7.2 – Perspectivas de trabalho futuro

O sistema de planeamento e controlo da produção proposto baseia toda a sua funcionalidade num adequado desempenho de todas as entidades e estruturas funcionais previstas. Nesse sentido, e considerando que a aplicação protótipo construída incidiu apenas sobre algumas das funcionalidades previstas, será de todo conveniente e interessante alargar o teste prático a outras componentes previstas em toda a estrutura funcional. Nomeadamente, afigura-se muito interessante a tarefa de desenvolver uma base de dados relacional que represente todas as funcionalidades atribuídas neste trabalho ao Mercado de SPAs. Relativamente a esta última estrutura, é fundamental responder a questões tão importantes como sejam saber-se quem paga e em que moldes os custos inerentes à sua existência e às funcionalidades que disponibiliza. Qual o órgão máximo de gestão deste Mercado, entre outras incógnitas que decerto surgirão na tentativa de resposta às questões anteriores.

Um dos objectivos com que se partiu para a realização deste trabalho consistia em conseguir-se lidar com o dinamismo inerente a este novo ambiente e à consequente necessidade de modificações constantes na estrutura produtiva montada em torno de um produto que varia em função do mercado. Para além desses factores era necessário ter em conta os parceiros disponíveis para participarem na empresa virtual. O estudo realizado neste trabalho incidiu preferencialmente sobre os parceiros (SPAs) que realizam funções que poderemos designar de produção pura. Uma análise à actividade de SPAs responsáveis por processos de índole administrativa, financeira, marketing para citar apenas algumas, não foi contemplada. Este estudo seria porventura uma tarefa interessante e gratificante.

Um estudo interessante poderá passar pela especificação pormenorizada da actividade de gestão financeira, vertente analisada de uma forma superficial neste trabalho, contribuindo desta forma para o incremento da robustez da solução global apresentada.

O desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o Broker na sua função de elemento charneira, entre o Mercado de SPAs e as necessidades funcionais do projecto de empresa virtual, poderá ser um caminho a seguir.

O desenvolvimento de algoritmos de auxílio ao planeamento detalhado de materiais e movimentações, bem como o desenvolvimento de algoritmos de reconhecimento de padrões, são caminhos, eventualmente, a desbravar.

Ao nível informático, é desejável que se aprofunde o tema de armazenamento relativamente às diversas Listas de Materiais e Movimentações que se vão criar, ou seja, é necessário desenvolver procedimentos que permitam uma adequada gestão de armazenamento (gestão de memória) dos dados relativos às Listas de Materiais e Movimentações. A filosofia de funcionamento subjacente a este trabalho fomenta a produção de grandes quantidades de dados aos quais é necessário dispensar um adequado cuidado.

Ainda sobre esta vertente informática, salientando o desempenho meritório do *PHP* em parceria com *MySQL*, será de todo interessante a introdução de componentes de *XML*, ou inclusive a migração de algumas funcionalidades para essa linguagem, uma vez que permite automatizar algumas funções, que nos moldes actuais não foi possível automatizar-se. Concretamente, como exemplo, a actualização de capacidades de cada um dos SPAs.

## Em proceedings e conferências com revisão

---

JDA Carvalho, LCM Pires, Two Approaches To Resource Elements Scheduling System, proceedings of the 25th International Conference on Computers and Industrial Engineering, New Orleans, Louisiana, March 29-31, pp 516-520, 1999

Carvalho JDA, Pires LCM, Moreira NA, Developing A Production Planning And Control (Ppc) System For Virtual/Distributed Enterprises (V/DE) Environment, proceedings of the 28th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Cocoa Beach, Florida, pp 632-637, March 5-7, 2001

Moreira NA, Carvalho JDA, Pires LCM, Distributed/Virtual Enterprises Based on Autonomous Production Systems, proceedings of the 28th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Cocoa Beach, Florida, pp 638-643, March 5-7, 2001

JDA Carvalho, LCM Pires, NA Moreira PRODUCTION MANAGEMENT IN VIRTUAL ENTERPRISES, 3rd International Symposium of Industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, mmklarín, V Bulat, JM Cvijanovic, DD Milanovic Editors, Belgrade, 18-20 October 2001

Moreira NA, Carvalho JDA, Pires LCM, Creating Virtual Enterprises Based on Autonomous Production Systems, 3rd International Symposium of Industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, mmklarín, V Bulat, JM Cvijanovic, DD Milanovic Editors, Belgrade 18-20 October 2001

LCM Pires , JDA Carvalho and N Moreira, Production Planning and Control in Virtual Enterprises environment using APS Concept, ICRM-2002 2nd International Conference on responsive manufacturing, edited by Adil Baykasoglu and Turkey Derely, pp 473-477, 26-28 June 2002 Gaziantep, Turkey.

N Moreira, JDA Carvalho and LCM Pires, Autonomous Production Systems as Organizational UNITS FOR Virtual Enterprises, ICRM-2002 2nd International Conference on RESPONSIVE MANUFACTURING, edited by Adil Baykasoglu and Turkey Derely, pp 330-334, 26-28 June 2002 Gaziantep, Turkey

JDA Carvalho, NA Moreira and LCM Pires, AUTONOMOUS PRODUCTION SYSTEMS IN VIRTUAL ENTERPRISES, CARS&FOF2002, 18th International conference on CAD/CAM, robotics and factories of the future. Porto, Portugal, 467-474, 3,4 and 5 July 2002

Pires, LCM, Carvalho, JDA and Moreira, NA, PRODUCTION PLANNING AND CONTROL AND PERFORMANCE MEASUREMENT IN VIRTUAL ENTERPRISES, Business Excellence I, Performance measures, benchmarking and best practices in new economy, edited by Goran Putnik and Angappa Gunasekaran, School of Engineering, University of Minho, Guimarães, Portugal, pp 695-701, May 2003 (ISBN 972-8692-08-0)

Dinis Carvalho, Luis Pires, Nuno Moreira, THE AGILITY RATE OF VIRTUAL ENTERPRISES, Business Excellence I, Performance measures, benchmarking and best practices in new economy, edited by Goran Putnik and Angappa Gunasekaran, School of Engineering, University of Minho, Guimarães, Portugal, pp 682-688, May 2003 (ISBN 972-8692-08-0)

LCM Pires, JDA Carvalho and N Moreira, A Virtual Enterprise Production Planning and Control System Specification, International Conference On Responsive Supply Chain and Organizational Competitiveness (RSC - 2004) - A Technology Watch, Coimbatore Institute of Technology (CIT) in collaboration with University of Massachusetts, USA, Coimbatore, India, 5-7 January 2004, India.

Nuno A. Moreira, Jose Dinis A. Carvalho and Luis Carlos M. Pires, Viability of the Virtual Enterprises Based on Autonomous Production System, International Conference On Responsive Supply Chain and Organizational Competitiveness (RSC - 2004) - A Technology Watch, Coimbatore Institute of Technology (CIT) in collaboration with University of Massachusetts, USA, Coimbatore, India, 5-7 January 2004, India.

### Em revistas com revisão independente

---

LCM Pires, JDA Carvalho and N Moreira, Production Planning and Control in Virtual Enterprises environment using APS Concept, "International Journal of Advanced Manufacturing Systems - IJAMS", vol6, issue 2, 27-36, 2003, ISSN:1536-2639

N Moreira, JDA Carvalho and LCM Pires, Autonomous Production Systems as Organizational UNITS FOR Virtual Enterprises, "International Journal of Advanced Manufacturing Systems - IJAMS" vol6, issue 2, 37-48, 2003, ISSN:1536-2639

JDA Carvalho, NA Moreira and LCM Pires, AUTONOMOUS PRODUCTION SYSTEMS IN VIRTUAL ENTERPRISES, **selecionado e aceite para publicação\*** em edição especial da revista "International Journal of Computer integrated manufacturing - IJCIM" 2003

# Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

Afsarmanesh, H., Beabelkader, A. e Hertzberger, L. O. (1998). Cooperative Information Management for Distributed Production Nodes. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of th 21st Century: Inovation, Agility and the Virtual Enterprise, Trento, Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 13-26.

Afsarmanesh, H. e Camarinha-Matos, L. (1997). Federated information management for cooperative virtual organizations. DEXA, Toulouse - France, 561-572.

Alvi, A. U. e Labib, A. W. (2001). "Selecting next generation manufacturing paradigms - an analytic hierarchy process based criticality analysis." Proc. Instn. Mech. Engrs. **215**.

AMICE, E. C. (1993). CIMOSA - Open Systems Architecture for CIM (ESPRIT Project 688/5288), Springer-Verlag, 3-540-56256-7.

Anderson, D. M. (1997). Agile product development for mass customization, niche markets, JIT, Build to Order, and flexible manufacturing, McGraw Hill,

anonymous (1998). Maximum Security, SAMS, 0-672-31341-3.

Aquaflex (URL). Lean Tutorial. (2003). <http://www.aquaflexlean.com/>.

Arnold, J., Dudenhausen, H.-M. e Halmosi, H. (1996). Production Planning and Control within Supply Chains. IT and Manufacturing Partnerships. I. J. B. R. H. M. O. Hlodversson. Amsterdam: IOS Press: 139-149.

ATG (URL). Internet Security Primer. Applied Technologies Group. <http://www.techguide.com/>.

Atkinson, R. D. e Coduri, R. (2002). The 2002 state new economy index. Benchmarking economic transformation in the States, Progressive Policy Institute.

Azevedo, A., Bastos, A., Sousa, P. e Toscano, C. (1998). A distributed order promise and planning system for the virtual enterprise. Proceedings of the tenth international IFIP WG5.2/5.3, International conference PROLAMAT 98, Trento, Italy, Kluwer Academic Publishers, IFIP,

Azevedo, A. L. e Sousa, J. P. (2000). "A component-based approach to support order plannong in a distributed manufacturing enterprise." Journal of Materials Processing Technology. **107**: 431-438.

- Baake, U. e Haussman, D. (1997). Management of concurrent engineering process in international product development. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of th 21st Century: Inovation, Agility and the Virtual Enterprise, trento, Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 1-12.
- Baranger, P., Helfer, J. P., Bruslerie, D. L., Orsoni, J. e Peretti, J. M. (1993a). Gestão-as Funções da Empresa. Lisboa, Portugal,
- Baranger, P., Helfer, J. P., Bruslerie, H. d. l., Orsoni, J. e Peretti, J. M. (1993b). Gestão, as funções da empresa, Edições Sílabo, 972-618-089-9.
- Barnett, W., Presley, A., Jonhson, M. e Liles, D. H. (1994). An Architecture for the virtual enterprise. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, San Antonio,
- Barry, J., Aparicio, M., Durniak, T., Herman, P., Karuturi, J., Woods, C., Gilman, C., Lam, H. e Ramnath, R. (1998). NIIP-SMART: An investigation of distributed object approaches to support MES development and deployment in a virtual enterprise. Second International Enterprise Distribution computing workshop (EDOC98),
- Becta (URL). Virtual Private Networks - Technical papers. Becta ICT advice. (June 2003). <http://www.ictadvice.org.uk>.
- Berwanger, E. (1999). The legal classification of virtual corporation according to german law. Organizational Virtualeness and electronic commerce, Bern, Simowa Verlag Bern, 153-164.
- Biggs, M. (URL). Radical organizational changes, updated integration tools fuel the virtual enterprise. Infoworld. (2003). <http://archive.infoworld.com/articles/op/xml/00/04/24/000424opbiggs.xml>.
- Biondi, D., Bonfatti, F. e Monari, P. D. (2000). Software Components to Support Virtual Enterprise Management. eBusiness and eWork Conference and Exhibition, Madrid, Spain,
- Bourke, R. W. (2000). Product configurators: Key enablers for mass customization. (2000). <http://www.midrangeerp.com/>.
- Boyson, S., Corsi, T., Dresner, M. e Harrington, L. (1999). Logistics and the extended enterprise, John Wiley & Sons, Inc, 0-471-31430-7.
- Bremner, L. M., Iasi, A. F. e Servati, A. (1997). Intranet Bible, Jamsa Press, 1-884133-31-2.
- Brennan, R. e Norie, D. (2001). "Evaluating the performance of reactive control architectures for manufacturing production control." Computers in Industry. **46**: 235-245.
- Browne, J. (1996). "Guest Editorial - Extended Enterprises, INTRANETS and SMES." Production Planning and Control. **8**: 207.
- Browne, J., Harhen, J. e Shivnan, J. (1996). Production Management Systems - An integrated perspective, Addison Wesley, 0-201-42297-2.
- Brusch, D., Ed. (1998). Building up a virtual organization. Organizing the extended enterprise. Ascona, Ticino, Switzerland, Published by Chapman & Hall, IFIP.

Busto, M. M. e Vieira, I. C. (1998). Manual Jurídico da Empresa, Livraria Almeida, 972-40-1068-6.

Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H., Garita, C. e Lima, C. (1997). Towards an Architecture for Virtual Enterprises. Proceedings of the Second World Congress on Intelligent Manufacturing Processes & Systems (IMP&S'97), Budapeste, Hungria, 531-541.

Camarinha-Matos, L. e Pantoja-Lima, C. (2001). "Cooperation coordination in virtual enterprises." Journal of Intelligent Manufacturing. **12**: 133-150.

Camarinha-Matos, L. M. (1997). A platform to support production planning and management in a virtual enterprise. CAPE'97 - IFIP/SME Int. Conference on Computer Applications in Production and Engineering, Detroit, Chapman & Hall,

Camarinha-Matos, L. M. (2001). "Execution systems for distributed business processes in a virtual enterprise." Future Generation computer Systems. **17**: 1009-1021.

Camarinha-Matos, L. M. e Afsarmanesh, H. (1999a). The PRODNET architecture. IFIP TC5 WG5.3/PRODNET Working conference on Infrastructures for virtual enterprises (PRO-VE'99), Porto, Portugal, Kluwer Academic Publishers, 109-126.

Camarinha-Matos, L. M. e Afsarmanesh, H. (1999b). The PRODNET goals and approach. IFIP TC5 WG5.3/PRODNET Working conference on Infrastructures for virtual enterprises (PRO-VE'99), Porto, Portugal, 97-108.

Camarinha-Matos, L. M. e Afsarmanesh, H. (1999c). The Virtual Enterprise concept. IFIP TC5 WG5.3/PRODNET Working conference on Infrastructures for virtual enterprises (PRO-VE'99), Porto, Portugal, Kluwer Academic Publishers, 3-14.

Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H., Garita, C. e Lima, C. (1998). "Towards an architecture for virtual enterprises." Journal of Intelligent Manufacturing. **9**: 189-199.

Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H. e Lima, C. (1999a). "Hierarchical Coordination in Virtual Enterprise Infrastructures." Journal of Intelligent and robotics System: 267-287.

Camarinha-Matos, L. M. e Lima, C. (1997). Configuration and coordination issues in a virtual enterprise environment. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of the 21st Century: Innovation, Agility and the Virtual Enterprise, Trento-Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 685-696.

Camarinha-Matos, L. M., Silva, V. S. e Rabelo, R. J. (1999b). Production Planning and Control in a virtual enterprise. IFIP TC5 WG5.3/PRODNET Working conference on Infrastructures for virtual enterprises (PRO-VE'99), 219-232.

Carvalho, J., Moreira, N. e Pires, L. (2002). Autonomous Production Systems In Virtual Enterprises. CARS&FOF2002, 18th International Conference On CAD/CAM, Robotics And Factories Of The Future, Porto, Portugal, 467-474.

Carvalho, J., Pires, L. e Moreira, N. (2001a). Production Management in Virtual Enterprises. 3rd International Symposium of Industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, 16-20.

- Carvalho, J., Pires, L. e Moreira, N. (2003a). The Agility Rate of virtual enterprises. Business excellence I, Guimarães, Portugal, 682-688.
- Carvalho, J., Pires, L. e Moreira, N. (2003b). The agility rate of virtual virtual enterprises. Business excellence I, Guimarães, Portugal, 682-688.
- Carvalho, J. D., Moreira, N. A. e Pires, L. C. M. (2003c). "Autonomous Production Systems in virtual enterprises," selecionado e aceite para publicação na edição especial da revista international journal of computer integrated manufacturing - ijcm.
- Carvalho, J. D. A., Pires, L. C. M. e Moreira, N. (2001b). Developing a production planning and control (ppc) system for virtual/distributed enterprises (v/de) environment. Proceedings of the 28th international conference on computers and industrial engineering, Cocoa Beach - Florida - USA, 632-637.
- Chalmeta, R. (2000). "Virtual transport enterprise integration." Society for Design and Process Science. 4(4): 45-55.
- Chan, M. F. S. e Chung, W. W. C. (2002). "A framework to develop an enterprise information portal for contract manufacturing." International Journal of production economics. 75: 113-126.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J. e Jacobs, F. R. (1998). Production and Operations Management: Manufacturing and Services, Irwin/McGraw-Hill, 0-07-115222-9.
- Cheswick, W. R., Bellovin, S. M. e Rubin, A. D. (2003). Firewalls and Internet Security: Repelling the Wily Hacker, Second Edition, Addison-Wesley, 020163466X.
- Chidambaram, S., Whitman, L. e Cheraghi, S. H. (1999). A supply chain transformation methodology. Proceedings of the 4th annual international conference on industrial engineering, theory, applications and practice, San Antonio, Texas, USA,
- Childe, S. J. (1998). "The extended enterprise-a concept of co-operation." Production Planning and Control Journal. 9(4): 320-327.
- Chiles, T. H. e McMackin, J. F. (1996). Integrating variable risk preferences, trust and transaction cost economics. Academy of management review. in Jeltje van der Meer-Kooistra and Ed G. J. Vosselman, Management control of interfirm transactional relationships: the case of industrial renovation maintenance, Accounting, Organizations and Society, Pergamon. 21: 73-99.
- Christopher, M. e Towill, D. R. (2000). "Supply chain migration from lean and functional to agile and customized." Supply Chain Management: An International Journal. 5: 206-213.
- Clements, P. (1997). "Standards support for the virtual enterprise." Assembly Automation. 17: 307-314.
- Corradi, E., Bartolota, A., Garetti, M., Rabe, M. e Raimondo, A. (1997). Manufacturing Systems Engineering for the extended enterprise. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland,
- Courtois, A., Pillet, M. e Martin, C. (1997). Gestão da Produção, 972-757-031-3.
- CSI/FBI (URL). Computer Crime and Security Survey 2003. <http://www.gocsi.com>.

Cunha, M. M., Putnik, G. D. e Ávila, P. (2000). Towards focused markets of resources for agile/virtual enterprise integration. Information Technology for Balanced Automation Systems in Manufacturing and Transportation. proceedings of the 4th IEEE/IFIP International Conference, Berlin, Kluwer Academic Publishers.

Curtin, M. e Ranum, M. J. (URL). Internet Firewalls:Frequently Asked Questions. (2003). <http://www.interhack.net/pubs/fwfaq/>.

CVOC (URL). Business-to-consumer E-Commerce. Center for Virtual Organization and commerce. (2003). [http://projects.bus.lsu.edu/independent\\_study/vdHING1/b2c/](http://projects.bus.lsu.edu/independent_study/vdHING1/b2c/).

Davidow, W. H. e Malone, M. S. (1993). The virtual Corporation: Structuring and revitalizing the corporation for the 21st Century. Chicago, ITpress Verlag, 0887306578.

Davidrajuh, R. e Deng, Z. (2000). "An autonomous data collection system for virtual manufacturing systems." International Journal of Agile Management Systems: 7-15.

Davis, M. e O'Sullivan, D. (1999). "Systems design framework for the extended enterprise." Production Planning and Control. **10**: 3-18.

Dickerhof, M., Kohlhepp, P. e Schmidt, A. (2001). A web-Based approach to support distributed collaborative product development and production in virtual enterprise. International conference advances in infrastructures for electronic business, science and education on the internet, L'aquila,

Dilts, D. M., Boyd, N. P. e Whorms, H. H. (1991). "The Evolution of Control Architecture for Automated Manufacturing Systems." Journal of Manufacturing Systems. **10**(1): 79-93.

Dilworth, J. B. (1992). Operations Management - Design, Planning and Control for Manufacturing and Services, MacGraw Hill, 0-07-112584-1.

Dudenhause, H. M., Halmosi, H. e Loffler, B. (1997). Real time order planning in semiconductor virtual enterprises. IFAC/IFIP Conference on management and control of production and logistics, Campinas, Brazil,

Duguay, C. R., Landry, S. e Pasin, F. (1997). "From mass production to flexible/agile production." International Journal of Operations & Production Management. **17**: 1183-1195.

EPMM (2003a). Activity-Based Costing. Encyclopedia of Production and Manufacturing Management. <http://reference.kluweronline.com/>.

EPMM (2003b). Performance measurement in manufacturing. Encyclopedia of Production and Manufacturing Management. <http://reference.kluweronline.com/>.

Eschenbacher, J., Kuck, N. e Weiser, B. (2001). "Business and legal issues in enterprise collaborations: a German perspective." Production Planning and Control. **12**(5): 488-503.

Fayol, H. (1998). Gestão - O essencial da gestão de A a Z, Edições Cetop Portugal.

Feldmann, C. G. e Tieso, J. V. (1998). The Practical Guide to Business Process Reengineering Using Idef0. New York, Dorset House, 0-932633-37-4.

- Feldmann, K., Rottbauer, H. e Stoeckel, T. (1998). Information systems architecture for collaborative manufacturing in virtual enterprises. Tenth international IFIP WG5.2/5.3, International conference PROLAMAT 98, Trento, Italy, Kluwer Academic Publishers, IFIP, 711-723.
- Ferguson, L. A. (2002). An analysis of JIT using the theory of constraints. Decision Sciences Institute - Annual meeting proceedings, 1739-1744.
- Ferreira, A. A., Reis, A. C. F. e Pereira, M. I. (1997). Gestão empresarial: de Taylor aos nossos dias, Editora Afiliada, 85-221-0098-5.
- FIPS-PUB-198 (2002). HMAC The keyed hash message authentication code, Federal Information Process Standards Publication.
- FIPS-PUBS (1993). Integration Definition Function Modeling (IDEF0), Federal-Information-Processing-Standards-Publications.
- Fowler, D. (1999). Virtual Private Networks. São Francisco, Morgan Kaufmann, 1-55860-575-4.
- Fralix, M. T. (2001). "From mass production to mass customization." Journal of textile and apparel. Technology and magement. **1**(2): 1-7.
- Franke, U. e Hickmann, B. (1999). Is the Net-Broker an Entrepreneur? What role does the Net-Broker play in virtual webs and virtual corporations? Organizational Virtualness and Electronic Commerce, Bern, Simowa Verlag Bern, 117-134.
- Fraser, J. e Oppenheim, J. (1997). "What's new about globalization." THE MCKINSEY QUARTERLY. **2**: 168-179.
- Frederix, F. (1996). Planning and scheduling multi-site semiconductor production chains: A survey of needs, current practices and integration issues. Conference on integration in manufacturing, Galway, Ireland, 107-116.
- Frederix, F. (1998). Agility and Human factors in the virtual enterprise. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of th 21st Century: Inovation, Agility and the Virtual Enterprise, Trento-Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 737-748.
- Freire, A. (1997). Estratégia, sucesso em portugal, Verbo, 972-22-1829-8.
- Freneckner, P. (1998). Gestão - O essencial da gestão de A a Z, Edições Cetop Portugal.
- Fuentelsaz, L., PabloMaicas-Lópes, J. e Polo, Y. (2002). "Assessments of the new economy scenario." Qualitative Market Research. **5**: 301-310.
- Garcia-Dastugue, S. J. e Lambert, D. M. (2002). "Internet-enabled coordination in the supply chain." Industrial Marketing Management.
- Gilman, C., Aparicio, M., Barry, J., Durniak, T., Lam, H. e Ramnath, R. (1997). Integration of design and manufacturing in a virtual enterprise using enterprise rules, intelligent agents, STEP and workflow. Published in Architectures, Networks and Intelligent Systems for Manufacturing integration - Proceedings of SPIE, 160-171.

Giordano, S. R. (1999). Competitividade regional e globalização. Tese Doutorado, São Paulo, Filosofia, letras e ciências humanas, São Paulo

Giozza, W. F., Araújo, J. F., Moura, J. A. B. e Sauve, J. (1986). Redes Locais de computadores, tecnologia e aplicações, McGraw Hill,

GNOSIS-VF (URL). Projecto ESPRIT 28448. <http://www.vtt.fi/aut/tau/gnosis/>.

Golder, P. A. e Brockie, S. (2001). Supporting tactical level co-ordination in the virtual organization. International conference of advances in infrastructure for electronic business, science and education on the internet., L'Aquila,

Goodwin, R., Goh, S. F. e Wu, F. Y. (2002). "Instance-level access control for business-to-business electronic commerce." IBM Systems Journal. **41**: 303-317.

Goranson, H. T. (1999). The Agile Virtual Enterprise, Quorum, 1-56720-264-0.

Griffiths, R. T. (URL). History of the Internet, Internet for Historians (and just about everyone else). Leiden University. [http://www.let.leidenuniv.nl/history/ivh/frame\\_theorie.html](http://www.let.leidenuniv.nl/history/ivh/frame_theorie.html).

Gunasekaran, A. (1999). "Agile manufacturing: A framework for research and development." International Journal of production economics. **62**: 87-105.

Hammer, M. (2000). The Rise Of The Virtual Enterprise. InformationWeek.com. <http://www.informationweek.com/778/78uwmh.htm>.

Hammer, M. (URL). Reengineering and Beyond: The Path to Mutually Enlightened Self Interest. Government technology magazine. <http://www.govtech.net/magazine/visions/nov99vision/hammer/hammer.phtml>.

Hardwick, M. e Bolton, R. (1997). The industrial virtual enterprise. Communications of the ACM. **40**: 59-60.

Harris, B. e Hunt, R. (1999). "TCP/IP security threats and attack methods." Computer communications. **22**: 885-897.

Heizer, J. e Render, B. (2001). Operations Management, Prentice Hall, 0-13-018604-X.

Hendrickson, J. (2003). "Paths to trading partner integration." Business Integration Journal: 17-19.

Hibbard, J. (1999). Assembly Online. InformationWeek.com. <http://www.informationweek.com/729/build.htm>.

Hirano, H. (1987). JIT Factory Revolution, Productivity Press, 0-915299-44-5.

Hoffner, Y., Facciorusso, C., Field, S. e Schade, A. (2000). "Distribution issues in the design and implementation of a virtual market place." Computer Networks. **32**: 717-730.

Hoffner, Y., Field, S., Grefen, P. e Ludwig, H. (2001). "Contract- driven creation and operation of virtual enterprises." Computer Networks. **37**: 111-136.

Hopf, M. (URL). Holonic Manufacturing Systems - The basic concepts and a report of IMS test. <http://hms.ifw.uni-hannover.de/public/Feasibil/holo2.htm>.

- Hopp, W. J. e Spearman, M. L. (1996). Factory Physics, foundations of manufacturing management, Irwin, 0-256-15464-3.
- Hulme, G. V. (URL). The Threat From Inside. informationweek.  
<http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=8900062>.
- Hunt, R. (1998a). "Internet - Services, facilities, protocols and architecture." Computer communications. **20**: 1397-1411.
- Hunt, R. (1998b). "Internet/Intranet firewall security—policy, architecture and transaction services." Computer communications. **21**: 1107–1123.
- Hvolby, H.-H. e Thorstenson, A. (2000). Performance measurement in small and medium-sized enterprises. Third Conference on "Stimulating manufacturing excellence in small and medium enterprises", Coventry - UK,
- IEC (URL). Virtual Private Networks - Web ProForum Tutorials. International Engineering Consortium. (2003). <http://www.iec.org>.
- Infopedia (URLa). Central de conteúdos. *TIC*. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora Internet. <http://www.infopedia.pt>.
- Infopedia (URLb). Central de conteúdos. *B2B*. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora Internet. <http://www.infopedia.pt>.
- Infopedia (URLc). Central de conteúdos. *Comércio Electrónico*. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora Internet. <http://www.infopedia.pt>.
- Infopedia (URLd). Dicionário On-Line. Porto: Porto Editora Internet. <http://www.infopedia.pt>.
- Infopedia (URLe). Central de conteúdos. *Internet*. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora Internet. <http://www.infopedia.pt>.
- Infopedia (URLf). Central de conteúdos. *Intranet*. In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora Internet. <http://www.infopedia.pt>.
- IS (URL). A Brief History of the Internet and Related Networks. Internet Society.  
<http://www.isoc.org/internet/history/>.
- Ishaya, T. e Macaulay, L. (1999). The role of trust in virtual teams. Organizational Virtualeness and electronic commerce, Bern, Simowa Verlag Bern, 135-151.
- Jagdev, H. e Browne, J. (1998). "The Extended Enterprise-a context for manufacturing." Production Planning and Control. **9**: 216-229.
- Jain, R., Anjum, F. e Umar, A. (2000). A comparasion of mobile agente and client server paradigms for information retrieval tasks in virtual enterprises. Buffalo, AiWork Workshop - Telcordia technologies, inc.
- Jones, F. (2000). E-business in manufacturing and the supply chain. San Antonio.

Kalliokoski, P., Seilonen, I., Ollus, M. e Koskinen, K. (2000). Virtual Enterprise Co-Operation Model for Web-Enabled Production Management for SME-Networks. eWork and eBusiness Conference, Madrid, Spain, IOS Press, 639-645.

Kandler, F. (2001). Scheduling in a virtual enterprise in the service sector. KL 2001 - Joint German/Austrian conference on Artificial Intelligence, Wien,

Kanet, J. J., Faisst, W. e Mertens, P. (1999). "Application of information technology to a virtual enterprise broker: The case of Bill Epstein." International Journal of production economics. **62**: 23-32.

Karlof, B. e Ostblom, S. (1996). Benchmarking - Um marco para a excelência em qualidade e produtividade. Lisboa, Dom Quixote, 972-20-1294-0.

Katzy, B. e Dissel, M. (2001). "A toolset for building the virtual enterprise." Journal of Intelligent Manufacturing. **12**: 121-131.

Kehoe, D. F. e Boughton, N. J. (2001). "New paradigms in planning and control across manufacturing supply chains - The utilisation of internet technologies." International Journal of Operations & Production Management. **21**: 582-593.

Kennerly, M. e Neely, A. (2003). "Measuring performance in a changing business environment." International Journal of Operations & Production Management. **23**(2): 213-229.

Kim, S. H. (1990). Designing Intelligence. Oxford, University Press,

Klen, A. P., Rabelo, R. J., Ferreira, A. C. e Spinosa, L. M. (2001). "Managing distributed business process in the virtual enterprise." Journal of Intelligent Manufacturing. **12**: 185-197.

Kochhar, A. K. (1998). Practical implementation of virtual lean and agile manufacturing systems - application of a generic framework. Organizing the extended enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, Chapman & Hall - IFIP, 222-230.

Kosiur, D. (1998). Building and managing Virtual Private Networks. New York, Wiley computer publishing, 0-471-29526-4.

Kosiur, D. (2003). VPNs Mean Business, Burton Group.

KPMG (2001). The Virtual Enterprise: Creating velocity, visibility and value for today's real-time enterprise., KPMG - Consulting, Inc: 1-8.

Kraemer, K. L., Dedrick, J. e Dunkle, D. (2002a). E-commerce: A mile wide and an inch deep. Irvine, Center for Research on Information Technology and Organizations: 1-18.

Kraemer, K. L., Gibbs, J. e Dedrick, J. (2002b). Impacts of Globalization on E-Commerce Adoption and Firm Performance: A Cross-Country Investigation. Irvine, Center for Research on Information Technology and Organizations: 1-41.

Kuhlmann, T., Lamping, R. e Massow, C. (1998). Build and operate logistic chains - An approach to synchronise distributed production activities. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall.

- Leach, N. P., Makatsoris, H. e Richards, H. D. (1997). "Supply Chain Control: Trade-Offs and System Requirements." Human Systems Management. **16**(3).
- Lee, S.-E. e Chen, J. C. (2000). "Mass customization methodology for an apparel industry with a future." Journal of Industrial Technology. **16**: 1-8.
- Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., Postel, J., Roberts, L. G. e Wolff, S. (URL). A Brief History of the Internet.  
<http://www.isoc.org/internet/history/>.
- Leitão, P. e Restivo, F. (1999). A layered approach to distributed manufacturing. Advanced Summer Institute International Conference, ASI'99, Leuven, Belgium,
- Leitão, P. e Restivo, F. (2000). A framework for distributed manufacturing applications. ASI 2000 Advanced Summer International conference, Bordeaux, 75-80.
- Lientz, B. e Rea, K. (2001). Breakthrough technology project management, Academic press, 0-12-449968-6.
- Louis, R. S. (1997). Integrating Kanban with MRPII, Productivity Press, 1-56327-182-6.
- Luczak, H. e Schiegg, P. (2001). Suplly chain management - Characteristics and implications for IT-Support. 3rd International symposium of industrial engineering, Belgrade,
- Makatsoris, C., Leach, N. P., Richards, H. D., Besant, C. B. e Ristic, M. (1996). Addressing the planning and control gaps in semiconductor virtual enterprises. Esprit Integration in manufacturing conference, Galway-Ireland.
- Marques, C. A. e Cunha, M. P. e. (1996). Comportamento organizacional e gestão de empresas. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 972-20-1311-4.
- Marson, C. (2000). PHP gratuito conquista a web. REDES. **64-68**.
- Martinez, M. T., Fouletier, P., Park, K. H. e Favrel, J. (2001). "Virtual enterprise - organization, evolution and control." International Journal of production economics. **74**: 225-238.
- Martinho, A. P. (2002). Empresas ainda desconfiam das transacções electrónicas. Diário de Notícias: 14.
- Mayer, R. (1984). Administração da produção, atlas.
- McDermott, J. (2001). "The rise and fall of the factory system: Technology, firms and households since the industrial revolution - A comment." Carnegie-Roachester Series on Public Policy. **55**: 47-54.
- McDonald, D. R. e Shield, S. A. (1996). The impact of performance management on organizational success, Hewitt Associates LLC.
- McFarlane, D. (1995). Holonic manufacturing systems in continous process: concepts and control requirements. ASI'95, Portugal.
- McKeown, P. e Watson, R. (1997). Metamorphosis, a guide to the world wide web & electronic commerce, John Wiley & Sons Inc., 0-471-18032-7.

- Meade, L. M., Liles, D. H. e Sarkis, J. (1997). "Justifying strategic alliances and partnering: a prerequisite for virtual enterprise." Omega, International Journal of Management Sciences. **1**: 29-42.
- Meer-Kooistra, J. v. d. e Vosselman, E. G. J. (2000). "Management Control of interfirm transactional relationships: the case of industrial renovation and maintenance." Accounting, Organizations and Society. **25**: 51-77.
- Mertins, K. e Arlt, R. (1999). "Supporting order control in decentral manufacturing structures." Computers & Industrial Engineering. **37**: 35-38.
- Mertins, K. e Krause, O. (1997). perspectives for executive information, decision support and information management in the extended enterprise. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall, 32-44.
- Mezgár, I., Kovács, G. L. e Paganelli, P. (2000). "Co-operative production planning for small-and medium-sized enterprises." International Journal of production economics. **64**: 37-48.
- Miles, R. E. e Snow, C. C. (1984). "Fit, failure and the Hall of Fame." California Management Review. **26**: 10-28.
- Mokyr, J. (2001a). "The Industrial Revolution and the economic history of technology: Lessons from the British experience." The Quarterly review of economics and finance. **41**: 295-311.
- Mokyr, J. (2001b). "The rise and fall of the factory system: Technology, firms and households since the industrial revolution." Carnegie-Rochester Series on Public Policy. **55**: 1-45.
- Monks, J. G. (1987). Operations Management, McGraw Hill, 0-07-042727-5.
- Monostori, L., Szelke, E. e B.Kádár (1998). "Management of changes and disturbances in manufacturing systems." Annual Reviews in Control - Pergamon. **22**: 85-97.
- Moodley, S. (2003). "E-commerce and export markets: Small furniture producers in South Africa." Journal of Small Business Management. **41**: 317-324.
- Moreira, N., Carvalho, J. e Pires, L. (2001a). Creating Virtual Enterprises Based on Autonomous Production Systems. 3rd International Symposium of Industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade.
- Moreira, N. A., Carvalho, J. D. A. e Pires, L. C. M. (2001b). Distributed/Virtual Enterprises Based on Autonomous Production Systems. 28th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Cocoa Beach - Florida, 638-643.
- Moreira, N. A., Carvalho, J. D. A. e Pires, L. C. M. (2003). "Autonomous Production Systems (APS) as organizational units for Virtual Enterprises." International Journal of Advanced Manufacturing Systems - IJAM(Special Issue).
- MySQL\_AB (1997-2003). MySQL Reference Manual.
- Naylor, J. B., Naim, M. M. e Berry, D. (1997). "Leagility: interfacing the lean and agile manufacturing paradigm in the total supply chain." International Journal of production economics. **62**: 107-118.

NIIP (1994-2000). National Industrial Information Infrastructure Protocols, Copyright, The NIIP Consortium Project Office.

NIIP (1998). Scenario 3, Book 6. NIIP consortium reference architecture.

NIIP (URL). NIIP website. [www.niip.org](http://www.niip.org).

Olhager, J. e Wikner, J. (2000). "Production planning and control tools." Production Planning and Control. **11**(3): 210-222.

Osório, A. L. e Barata, M. M. (2001). "Reliable and secure communications infrastructure for virtual enterprises." Journal of Intelligent Manufacturing. **12**: 171-183.

Ouzounis, V. e Tschammer, V. (1999). A Framework for Virtual Enterprise Support Services. 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE.

Pahkala, S., Nyberg, T. e Wegelius-Lehtonen, T. (1997). Partenering along the construction logistics chain. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall, 45-58.

Peppler, C. (2000). The Customers Want What They Want. Automotive Design and production. (2002). <http://www.autofieldguide.com/manage/resources.html>.

Petty, D., Stirling, M., Travis, L. e Bennet, R. (2000). Conditions for the successful implementation of finite capacity/MRP II hybrid control systems. Proceedings of the institution of mechanical engineers, 847-851.

Phalpher, R. (1999). Sustaining organizational change. Engineering Dimensions: 49-51.

Phaltankar, K. M. (2000). Practical guide for implementing secure Intranets and Extranets. Boston, London, Artech House Publishers, 0-89006-447-4.

Pires, L., Carvalho, J. e Moreira, N. (2002). Production Planning and Control in Virtual Enterprises environment using APS Concept. ICRM-2002 2nd International Conference on Responsive Manufacturing, Gaziantep, Turke, 473-477.

Pires, L. C. M., Carvalho, J. D. A. e Moreira, N. (2003a). "Production planning and control in virtual enterprises environment using APS concept." International Journal of Advanced Manufacturing Systems - IJAM. **6**(2): 27-36.

Pires, L. C. M., Carvalho, J. D. A. e Moreira, N. A. (2003b). A production planning and control and performance measurement in virtual enterprises. Business excellence I, Guimarães, 695-701.

Pointcheval, D. e Stern, J. (2000). "Security arguments for digital signatures and blind signatures." Journal of cryptology. **13**(3): 361-396.

Pollard, M. (2001). 2001 e-commerce survey of businesses, National statistics: 1-13.

Porter, K., Little, D., Peck, M. e Rollins, R. (1999). "Manufacturing classifications: relationships with production control systems." Integrated Manufacturing Systems: 189-198.

- Preiss, K. (1997). The emergence of the Interprise. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall Ascona, 3-14.
- Presley, A. e Liles, D. (2001). "A holon-based process modeling methodology." International Journal of Operations & Production Management, **21**: 565-581.
- Probst, A. R., Bitschnau, J. F., Griese, J. e Suter, B. (1997). VEGA: Cooperating support systems for virtual enterprises. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall, 68-81.
- Putnik, G. (1997). Towards OPIM System. Proceedings of the 22nd International Conference on Computers and Industrial Engineering, Cairo, 675-678.
- Putnik, G. e Silva, S. (1995). One-Product-Integrated-Manufacturing. Balanced Automation Systems - Architectures and Design Methods, Chapman & Hall, 45-52.
- Putnik, G. D. (2000). BM - Virtual Enterprise Architecture Reference Model. in Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy, A.G.
- Rabelo, R. J. e Espinosa, L. M. (1997). Mobile-agent-based supervision in supply chain management in food industry. Agrosoft'97 / Workshop on supply-chain management, Belo Horizonte Brazil, 451-459.
- Radder, L. e Louw, L. (1999). "Mass customization and mass production." The TQM Magazine, **11**: 35-40.
- Rantanen, H., Ukko, J. e Rehn, M. (2001). Dimensions of Performance Measurement in SMEs in Finland. ICPR-16, Praha Czech Republic, 11 p.
- Rocha, A. P. e Oliveira, E. (1999). An electronic market architecture for the formation of virtual enterprises. Working conference on infrastructures for virtual enterprises (Pro-VE'99), Porto,
- Rodriguez, A., Gatrell, J., Karas, J. e Peschke, R. (2001). TCP/IP Tutorial and Technical Overview, International Business Machines Corporation, 0738421650.
- Rolstadas, A. (1995). Enterprise modelling for competitive manufacturing. International Journal of Control Engineering Practice. 43-50, in: (1999) Information modelling for made-to-order virtual enterprise manufacturing systems. W. J. Zhang and Q. Li. Computer-Aided Design, elsevier. **31**: 611-619.
- Rolstadas, A. (1997). "Editorial - The Internet and PPC." Production Planning and Control, **8**: 105.
- Rolstadas, A. (1998). "Editorial - Virtual and extended enterprise - definition." Production Planning and Control, **9**: 215.
- Roux, W., Dauzere-Peres, S. e Lasserre, B. (1999). "Planning and scheduling in a multi-site environment." Production Planning and Control, **10**: 19-28.
- Rowe, M. (URL). The enterprise and e-commerce.
- Rupp, T. M. e Ristic, M. (2000). "Fine planning for supply chains in semiconductor manufacture." Journal of Materials Processing Technology, **107**: 390-397.

- Ryu, K. e Jung, M. (2003). "Agent-based fractal architecture and modelling for developing distributed manufacturing systems." International Journal of production research. **41**: 4233-4255.
- Ryu, K., Shin, M. e Jung, M. (2001). A methodology for implementing agent based controllers in the fractal manufacturing system. The 5th International conference on engineering design and automation, Las Vegas, 91-96.
- Ryu, K., Shin, M. e Jung, M. (2002). Fractal based supply chain management. 7th annual international conference, Busan - Korea, 24-26.
- Sanchez, L. M. e Nagi, R. (2001). "A review of agile manufacturing systems." International Journal of production research. **39**: 3561-3600.
- Sandhof, G. (1999). Virtual Organizations as power-asymmetrical networks. Organizational Virtualeness and electronic commerce, Bern, Simowa Verlag Bern.
- SAPL (URL). History and development of the Internet. San Antonio Public Library Homepage. <http://www.sat.lib.tx.us/Displays/itintro.htm>.
- Scheer, A. W. (1994). CIM - Computer Integrated Manufacturing. Towards the factory of the future, Springer Verlag, 3-540-57964-8.
- Schonsleben, P. (2000). "With agility and adequate partnership strategies towards effective logistics network." Computers in Industry. **42**: 33-42.
- Schuldt, H., Schek, H.-J. o. e Alonso, G. (1999). Transactional Coordination Agents for Composite Systems. International Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS'99), Montreal, Canada.
- Schultz, D. (URL). Firewalls: A Primer. HIPAAAdvisory.com, CACI. (2003). <http://www.hipaadvisory.com/tech/CACIFirewalls.htm>.
- Scott, C., Wolfe, P. e Erwin, M. (1999). Virtual Private Networks, O'Reilly, 1-56592-529-7.
- Serrão, C. e Marques, J. (2000). Programação com PHP, FCA, 972-722-201-3.
- Shakshuki, E., Ghenniwa, H. e Kamel, M. (2002). "An architecture for cooperative information systems." Knowledge-Based Systems.
- Sharp, J. A., Paterson, A., Beach, R., Muhlemann, A. P. e Price, D. H. R. (1998). Towards Globalisation and the virtual enterprise. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of th 21st Century: Inovation, Agility and the Virtual Enterprise, Trento-Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 697-709.
- Sheldon, T. (1997). Windows NT security handbook, 0-07-882240-8.
- Silver, E. A., Pyke, D. F. e Peterson, R. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling, 0-471-11947-4.
- Singer, R. (URL). Virtual private networks: An overview. (2003). <http://www.ieffseaman.com/project/vpn.html>.

Singh, N. (1996). Systems approach to computer-integrated design and manufacturing. New York, John Wiley and Sons, 0-471-58517-3.

Skyrme, D. J. (1999). The Realities of Virtuality. Organizational Virtualeness and electronic commerce, Bern, 25-34.

Slack, N., Chambers, S. e Johnston, R. (2001). Operations Management, 0273-64657-5.

Sluga, A., Butala, P. e Bervar, G. (1998). "A multi approach to process planning and fabrication in distributed manufacturing." Computers & Industrial Engineering. **35**: 455-458.

Soares, A. L., Azevedo, A. L. e Sousa, J. P. (2000). "Distributed planning and control systems for the virtual enterprise: organizational requirements and development life-cycle." Journal of Intelligent Manufacturing. **11**: 253-270.

Sousa, P. (2000). Agentes inteligentes em sistemas holónicos de produção. PhD Thesis, Universidade do Minho, Informatica, Braga.

Sousa, P. e Ramos, C. (1998). "A dynamic scheduling holon for manufacturing orders." Journal of Intelligent Manufacturing. **9**: 107-112.

Sousa, P., Silva, N., Heikkila, T., Kollingbaum, M. e Valckenaers, P. (1999). Aspects of cooperation in Distributed Manufacturing Systems. 2nd International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems (IMS-Europe'99), Leuven, Belgium, 695-717.

Spinosa, L. M., Hofmann, A. C. M., Rabelo, R. J. e Klen, A. P. (1998a). "Basic services for the management of virtual enterprises - A case study." Intelligent System for Manufacturing.

Spinosa, L. M., Rabelo, R. J. e Klen, A. P. (1997). High-Level Coordination of Business Processes in a Virtual Enterprise. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of th 21st Century: Inovation, Agility and the Virtual Enterprise, Trento, Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 725-736.

Spinosa, L. M., Rabelo, R. J. e Klen, A. P. (1998b). High-Level Coordination of Business Processes in a Virtual Enterprise. Globalization of Manufacturing in the Digital Communications ERA of th 21st Century: Inovation, Agility and the Virtual Enterprise, Trento, Italy, IFIP - Kluwer Academic Publishers, 725-736.

Starbek, M. e Grum, J. (2000). "Selection and implementation of a PPC system." Production Planning and Control. **11**: 765-774.

Steil, A., Barcia, R. e Pacheco, R. (1999). An approach to learning in virtual organizations. Proceedings of the 2nd International VoNet, Bern, 67-86.

Strader, T., Lin, F.-R. e Shaw, M. (1998). "Information infraestructure for electronic virtual organization management." Decision Support Systems. **23**: 75-94.

Strategos (URL). A brief history of (Just In) Time. (2003).  
[http://www.strategosinc.com/just\\_in\\_time.htm](http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm).

Tatsiopoulos, I. P., Pappás, I. A. e Ponis, S. (1997). Clothig Industry 2000: the archetype of the extended enterprise. International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall, 119-134.

Tehan, R. (2002). E-commerce statistics: Explanation and sources, Congressional Research Service - The Library of Congress.

Teixeira, E. M. A., Makatsoris, C. e Besant, C. B. (URL). Distributed Capacity Analysis for Proactive Planning in Semiconductor Virtual Enterprises. (2001). <http://www.nimblesite.com/xcittic/articles.htm>.

Teixeira, S. (1998). Gestão das organizações, McGraw Hill Portugal, lda.

Tharumarajah, A., Wells, J. e Nemes, L. (1996). "Comparison of bionic, fractal and holonic manufacturing system concepts." International Journal of Computer Integrated Manufacturing. **9**: 217-226.

Thursday, T. (URL). Virtual Private Network. (2003). <http://www.ebcvg.com/articles>.

Tu, Y. (1997). "Production planning and control in a virtual One-of-a-Kind production company." Computers in Industry. **34**: 271-283.

Tuma, A. (1998). "Configuration and coordination of virtual production networks." International Journal of production economics. **56-57**: 641-648.

Tyson, J. (URL). How Firewalls work. (2003). <http://www.howstuffworks.com/firewall.htm>.

Underdown, D. R. (1997). An Enterprise Transformation Methodology, PHD dissertation in Industrial and manufacturing systems engineering. PHd, University of Texas at Arlington, Faculty of the Graduate School.

Usher, J. M. e Wang, Y.-C. (2000). Intelligent Agents Architectures for Manufacturing Control. Industrial Engineering Research Conference 2000, Cleveland, Ohio.

Valckenaers, P. e Brussel, H. V. (URL). Holonic Manufacturing systems, technical overview. [http://hms.ifw.uni-hannover.de/public/Intro/fr\\_tech.htm](http://hms.ifw.uni-hannover.de/public/Intro/fr_tech.htm).

Valckenaers, P., Brussel, H. V., Bongaerts, L. e Wyns, J. (1997). "Holonic manufacturing systems." Journal of Integrated Computer Aided Enginner. **4**: 191-201.

Van-Schoubroeck, C., Cousy, H., Droshout, D. e Windey, B. (URL). Virtual enterprise legal issue taxonomy. <http://www.kuleuven.ac.be/ve/>.

VEA, T. V. E. A.-. (URL). The Virtual Enterprise Concept. The Virtual Enterprises Association. (2002). <http://www.vea.org/VEA/framepage4vea.htm>.

Vernadat, F. (1996). Enterprise Modeling and Integration: Principles and aplications, Chapman & Hall, 0-412-60550-3.

Vicomsoft (URL). Firewall White Paper. (2003). [http://www.firewall-software.com/firewall\\_faqs/types\\_of\\_firewall.html](http://www.firewall-software.com/firewall_faqs/types_of_firewall.html).

Vollman, T. E., Berry, W. L. e Whybark, D. C. (1997). Manufacturing Planning and Control Systems, APICS, 0-7863-1209-2.

Walters, D. (2000). "Virtual organisations: new lamps for old?" Management Decision. **38**: 420-436.

Walters, D. e Buchanan, J. (2001). "The new economy, new opportunities and new structures." Management Decision. **39**: 818-833.

Walters, D. e Lancaster, G. (1999). "Using the internet as a channel for commerce." Management Decision. **37**: 800-816.

Waltman, W. D. e Presley, A. (URL). Reading and Critiquing and IDEF0 Model. (1993). <http://www.webs.twsu.edu/enteng/papers/howidef0.pdf>.

Warnecke, H. J. (1993). The fractal company: a revolution in corporate culture, Springer Verlag, 354056537X.

Westland, J. C. (2002). "Transaction risk in electronic commerce." Decision Support Systems. **33**: 87-103.

Wiendahl, H. P. e Helms, K. (1997). Variable Production Networks - Successful Operating in an "Alliance of the Best". International Working conference on Organizing the Extended Enterprise, Ascona, Ticino, Switzerland, IFIP - Chapman & Hall Ascona, 19-31.

Wyns, J. (1999). Reference architecture for holonic manufacturing systems, the key to support evolution and reconfiguration. PhD Thesis, Leuven, Belgium

Xu, W., Wei, Y. e Fan, Y. (2002). "Virtual enterprise and its intelligence management." Computers & Industrial Engineering. **42**: 199-205.

Yusuf, Y. Y., Sarhadi, M. e Gunasekaran, A. (1999). "Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes." International Journal of production economics. **62**: 33-43.

Zakon, R. H. (URL). Hobbes' Internet Timeline. <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>.

Zhang, W. J. e Li, Q. (1999). "Information modelling for made-to-order virtual enterprise manufacturing systems." Computer-Aided Design. **31**: 611-619.

Zhao, J., Cheung, W. M. e Young, R. I. M. (1999). "A consistent manufacturing data model to support virtual enterprises." International Journal of Agile Management Systems: 150-158.

Zhou, Q. e Besant, C. B. (1999). "Information management in production planning for a virtual enterprise." International Journal of production research. **37**: 207-218.

Zhou, Q. e Besant, C. B. (URL). An information management architecture for multi-site production planning and control. (1997). <http://www.nimblesite.com/xcittic/default.htm>.

Zhou, Q., Souben, P. e Besant, C. B. (1998). An information mangement system for production planning in virtual enterprises. 23rd International conference on computers and industrial engineering, Elsevier, 153-156.

# ANEXO A

## Anexo A – Glossário relativo ao modelo IDEFO

### **Algoritmos de procura**

São algoritmos que irão auxiliar o BKR a realizar a procura de parceiros junto do MSPA com base nos constrangimentos definidos pela EI. Estes algoritmos fazem parte das ferramentas que o BKR têm ao seu dispor para operar no MSPA e são fornecidas pelo MSPA.

### **Algoritmos de reconhecimento de padrões**

Estes algoritmos quando aplicados ao desempenho actual dos SPA, conjuntamente com dados históricos de desempenho, permitem inferir uma determinada tendência de comportamento.

### **Algoritmos movimentações**

Algoritmos que pretendem auxiliar a difícil tarefa de otimizar as necessidades de movimentações entre SPAs.

### **Alterações ao plano de processo**

Após uma primeira selecção de parceiros, com determinadas características técnicas e conhecimento, existe a necessidade de realizar alterações ao plano de processo. Estas poderão ocorrer com base em definições prévias deficientes, sugestão de utilização de processos mais adequados ou de vanguarda (desde que compatíveis) ou por necessidade de adaptação do processo às competências individuais do grupo de parceiros disponível.

### **Alterações nas especificações do produto**

Após uma primeira selecção de parceiros, com determinadas características técnicas e conhecimento, existe a necessidade de realizar alterações nas especificações do produto. Poderão ser motivadas por incorrecções técnicas numa primeira definição ou por necessidade de adaptação, se possível, às competências técnicas dos parceiros.

### **Arquitectura de referência**

Arquitectura da empresa virtual que condiciona a formação da empresa virtual. Por exemplo a necessidade de existir um conselho de administração, a existência de um broker, a necessidade de interagir com o MSPA, etc.

### **Avali. individual desempenho SPA**

Dados sobre o desempenho individual de cada SPA enquanto integrante da empresa virtual.

**Avaliação desempenho da EV**

Permite enviar à fase de dissolução informação sobre o desempenho da empresa virtual. Contribui, por exemplo, com dados que permitam realizar uma comparação entre os objectivos realmente alcançados e os previstos.

**Avisos**

Indicação enviada aos SPAs no sentido de os alertar para um comportamento tendencialmente divergente do previsto.

**Cadastro**

Informação armazenada no MSPA onde se consegue seguir o desempenho de cada um dos SPA em empresas virtuais anteriores. Auxilia a geração de perfis de desempenho dos SPAs

**Canal de comunicações e ferramentas**

É com base neste canal de comunicações seguras que flui todo o tráfego de dados relativos à coordenação da empresa virtual, bem como dados técnicos sobre produtos. Mais uma vez assume-se a existência de funcionalidades de suporte à execução de procedimentos CORBA compatíveis, STEP ou outras normas necessárias a cada empresa virtual em particular.

**Comunicação de informação pós-venda à BD do MSPA**

Pretende-se arquivar informação relativa à opinião dos clientes no que concerne aos produtos que receberam. Esta informação vai auxiliar na elaboração de um juízo sobre a actividade da empresa virtual, nomeadamente em relação às expectativas/aceitação.

**Comunicação do desempenho individual aos SPA**

Os SPA recebem um relatório que avalia o seu desempenho nesta parceria. Documento idêntico é armazenado no MSPA.

**Confirmação de replan.**

Informação enviada ao nível detalhado, confirmando a execução de uma acção de replaneamento sugerida.

**Conjunto de opções (SPA)**

Lista de possibilidades de SPA a integrar a empresa virtual listadas por etapas do plano de processo. A listagem é obtida mediante uma procura no MSPA, pelo broker, com base nas restrições apresentadas pela entidade iniciadora.

**Dados atrib. de funções a SPA**

Esta informação faz parte da lista de materiais e movimentações e serve para se saber qual a função de cada SPA na estrutura produtiva edificada (apenas ao nível de acções de produção)

**Dados do desempenho da produção**

Dados que reflectem o desempenho dos SPAs com responsabilidades na produção. Serão utilizados em tarefas de gestão de desempenho na actividade adequada.

**Dados geográficos****Dados MSPA**

Dados relativos aos SPA e armazenados no MSPA. Concretamente, localização geográfica, capacidade reservada, competência técnica principal, entre outros.

### **Dados para reformulação do PDM/PDMM**

Estes dados surgem em função das impossibilidades ocorridas nas tentativas de reformular o plano detalhado de materiais e/ou do plano detalhado de materiais e movimentações.

### **Desempenho da EV**

Informação do desempenho da empresa virtual a armazenar nas bases de dados do MSPA.

### **Desvio global da produção**

Desvio entre a produção prevista e a realizada.

### **Distribuição da quota de proveitos aos SPA**

Distribuição dos activos financeiros aos SPAs, em função da sua actividade e dos resultados obtidos pela empresa virtual.

### **Encomendas de clientes**

São encomendas firmes de clientes e que se referem a produtos específicos, em quantidades concretas e com uma data de entrega bem definida. Ao dar entrada no sistema vai ser colocada numa base de ordens entradas que esperam por tratamento. O tratamento significa a sua colocação no plano director de produção provisório e posterior validação pela actividade de verificação de capacidade superficial. No fundo tratar a ordem significa a sua inserção numa BD de ordens entradas que vão ser alvo de tratamento por parte do GEV.

### **Especifi. superf. do producto**

Primeira aproximação às características técnicas que o produto deverá ter. Preve-se que sofra diversas modificações até à finalização da formação da empresa virtual.

### **Especificação do processo**

Especificação final do processo a utilizar na produção do produto. Obtido após várias iterações entre o conjunto de SPAs seleccionados.

### **Especificação do produto**

Especificação final do produto após a realização de várias revisões.

### **Estruturas do MSPA**

Todas as bases de dados, funcionalidades, regulamentos, normas, organização de conhecimento, know-how do MSPA, disponibilizadas no auxílio à formação da empresa virtual.

### **Existências no MSPA**

A especificação final do processo a utilizar bem como as características finais do produto vão ser condicionadas pelas existências no MSPA. Ou seja, estas duas vertentes vão ser definidas em função das competências principais dos SPA disponíveis e levando também em consideração a capacidade de cada SPA. Importa referir ainda que a disponibilidade dos SPA para participar na EV num determinado instante é um factor que condiciona a escolha dos parceiros a integrar a EV.

### **Facturas e Recibos**

Emissão tradicional de facturas e recibos a clientes.

### **Fluxo financeiro**

Dados de ordem financeira que pretendem traduzir informação financeira sobre a actividade da empresa virtual.

**Ideia**

É o início da empresa virtual. Cremos não ser possível formalizar o processo de germinação de um negócio. Nesse sentido, a Entidade Iniciadora, com base em determinados indícios, contactos ou intuição avança para a formação de uma estrutura que lhe permita dar resposta a uma oportunidade de negócio emergente ou concreta.

**Impossibilidade formação**

Este dado informa de uma impossibilidade em criar a empresa virtual. Ou seja, após várias iterações não foi possível seleccionar um conjunto de SPA que reunissem todas as condições necessárias, no momento indicado, para formar a empresa virtual.

**Informação financeira**

Dados de índole financeira que auxiliarão a realizar acções de dissolução da empresa virtual, nomeadamente no que respeita a uma distribuição adequada dos resultados financeiros.

**Informação genérica sobre SPA**

Este tipo de informação é fundamental ao funcionamento do sistema de PPC proposto. É com base nesta informação que é possível avaliar a existência de capacidade para levar a cabo um determinado PDP. É também com base nesta informação que se tem conhecimento da localização geográfica de cada SPA, factor importante no acto de movimentação de materiais entre SPA.

**Inq. clientes**

Envio de um inquérito aos clientes no sentido de avaliar o seu grau de satisfação com o produto recebido.

**Inquéritos capacidade/PE**

Os inquéritos à capacidade baseiam-se no plano detalhado de movimentações e transportes. A sua função é a de verificar junto dos vários SPA se possuem, para a data prevista, capacidade de responder às necessidades da produção.

**Legislação de cada estado**

Embora determinados países se encontrem já abrangidos por legislação comum com o fim de facilitar o seu relacionamento (por exemplo CE e Mercosur), muitos outros se encontram isolados neste aspecto. A existência desta entrada de controlo pretende alertar para o facto de que muitas vezes a operação ou formação da EV estará condicionada pela legislação de países aos quais pertençam alguns dos SPA participantes. Pese embora a existência do MSPA, que tende a suprir a não uniformidade de legislação, deve-se sempre acautelar eventuais infracções.

**LM**

A lista de materiais (Bill Of Materials - BOM) mostra para cada produto final, quais os itens requeridos como componentes directos. É uma lista de todos os materiais onde se especificam os componentes subordinados requeridos para que se possa obter fisicamente cada produto final ou módulo.

**Materiais**

Esta entrada de dados refere-se a matérias-primas e componentes necessários à realização de produtos finais.

**Matriz de desempenho dos SPA**

Matriz na qual consta o comportamento tendencial de cada um dos SPA que integram a produção.

**Necessid. compras**

Evento específico enviado a um SPA, no sentido de garantir a realização de compras de matéria-prima necessária à produção de um produto.

### **Objectivos de desempenho**

São as metas estabelecidas para orientar o desempenho da empresa virtual. São estabelecidos na fase de formação e acordados por todos os elementos com assento no MSPA.

### **Ordem de averiguação**

Ordem que circula entre a recepção de encomendas e a verificação superficial de capacidades (VSC). Como o seu nome indica é uma ordem cujo estado se encontra em averiguação. Esta ordem pode evoluir para uma ordem de renegociação se na actividade VSC se verificar que não é passível de ser satisfeita ou então ser incluída no Plano Director de Produção.

### **Ordem de renegociação (OR)**

A ordem de renegociação é um relatório de impossibilidade de realização de uma ordem concreta nas condições actuais. Nesta fase a impossibilidade normalmente é motivada pela data de entrega da encomenda. Por esse motivo é gerada esta ordem com o intuito de interagindo com o cliente tentar encontrar uma data de entrega que permita satisfazer a encomenda. A ordem de renegociação deverá conter informação relativa à causa da impossibilidade para que o gestor da EV consiga realizar as acções de renegociação com o cliente.

### **Ordem renegociada**

A ordem renegociada é o resultado da resposta da actividade de renegociação com o cliente motivada pela entrada de uma ordem de reconfiguração. Embora na ordem de renegociação se inclua o motivo da impossibilidade e eventuais pistas para a resolução da impossibilidade é necessário que a ordem renegociada volte a ser filtrada na VSC para averiguar a sua exequibilidade.

### **Ordens confirmadas**

São as ordens que após a verificação superficial de capacidade, realizada com base nos dados que os SPAs transferem para o MSPA, se encontram em condições de constar no plano director de produção. Ou seja, são ordens firmes.

### **Ordens de correcção**

Ordem enviada aos SPA que incorreram e falhas e sobre os quais é necessário agir no sentido de corrigir a falta.

### **Ordens de montagem**

Ordem enviada a um SPA, no sentido de garantir a execução de um determinado serviço com características bem definidas. Esta ordem pretende a execução de uma operação de montagem.

### **Ordens de movimentação**

Ordem enviada a um SPA, no sentido de garantir a execução de um determinado serviço com características bem definidas. Esta ordem pretende a execução de uma operação de movimentação.

### **Ordens de produção**

Ordem enviada a um SPA, no sentido de garantir a execução de um determinado serviço com características bem definidas. Esta ordem pretende a execução de uma operação de produção.

**Ordens de reconfiguração**

A ordem de reconfiguração surge normalmente em função da existência de sugestões de reconfiguração, ou pela análise do desvio na produção. É normalmente emanada da actividade de controlo da produção e reconfiguração da EV sob a responsabilidade do GEV e concordância do CA levando em linha de conta a progressão da produção.

**Ordens em atraso**

Ordens cuja execução se encontra atrasada em relação ao previsto.

**Ordens em conformidade**

Conjunto de ordens cuja execução se encontra dentro do planeado.

**Pagamentos**

Pagamentos de clientes referentes à aquisição de produtos.

**Parâmetros de nova procura**

Estes parâmetros são o resultado da constatação de novas necessidades resultantes da tentativa de formação da empresa virtual. São comunicados à actividade de procura de parceiros para proceder em conformidade.

**PDM condicional**

Plano detalhado de materiais condicional, ou seja em processo de ratificação pela actividade de averiguação de existência de capacidades.

**PDM definitivo**

Plano detalhado de materiais definitivo, ou seja ratificado pela existência de capacidade.

**PDMM condicional**

Plano detalhado de materiais e movimentações à espera de ratificação da existência de capacidade de movimentações. Uma vez que a existência de materiais já foi ratificada.

**PDMM firme**

Plano detalhado de materiais e movimentações final. Surge após diversas interacções entre os SPA que se inserem no processo produtivo.

**Pedido de dados**

Este fluxo de informação é realizado com o objectivo de solicitar à fase de operação o envio de dados actualizados para a fase de dissolução para que esta cumpra com eficácia as operações que lhe estão destinadas. Ocorre por exemplo quando algum SPA vai sair da empresa virtual e é necessário analisar o saldo da sua participação, por exemplo ao nível financeiro.

**Pla. de movi.relativas entre SPA**

Este plano permite ter conhecimento de quem executa as movimentações entre SPA, quando é que essas movimentações devem ser realizadas (em termos relativos), bem como entre que parceiros se deve realizar.

**Plano de dissolução da EV**

Este é um plano realizado simultaneamente com a formação da empresa virtual, e que irá definir quais os procedimentos a serem executados para a dissolver. Prevê ainda quem deve ter a responsabilidade de realizar esse processo e define regras, com base em documentos do MSPA, às quais os SPA se devem submeter no processo de saída ou dissolução da empresa virtual.

### **Plano de processo superficial**

Este é um primeiro plano relativamente ao processo a seguir para produzir o produto. Serve como ferramenta para uma primeira procura de parceiros.

### **Plano Director Produção**

O Plano Director de Produção, .....sebenta dinis

### **Plano. Expedição IC**

Plano que rege todo o processo de expedição de inquéritos à capacidade e confirmação de prazos de entrega.

### **Políticas de planeamento**

Critérios definidos pelo Conselho de Administração com o objectivo de reger toda a produção. Por exemplo, as ordens definidas nas duas primeiras semanas, uma vez estabelecidas não podem ser alteradas.

### **Previsões**

Embora na literatura sobre PDP exista normalmente referência a previsões de procura e previsões de vendas, neste trabalho o conceito de previsões tem um significado diferente. As previsões derivam da análise e especificação da oportunidade de negócio e têm como principal objectivo permitir ter uma noção concreta das capacidades de cada um dos SPA que devem integrar a EV. A sua utilização ao nível do PDP não é realizada com o intuito de colocar a produção em funcionamento mediante a previsão de vendas, mas sim ter conhecimento de que com os recursos disponíveis existe uma capacidade  $x$ . Se essa capacidade for ultrapassada será necessário realizar acções correctivas. Refira-se ainda que o tipo de produção adoptado para esta EV é a produção\_por\_encomenda.

### **Produtos**

Produtos finais a serem entregues aos clientes.

### **Progresso global da produção**

Progresso da produção relativa ao conjunto de ordens que perfazem uma determinada encomenda.

### **Progresso produç. SPA**

Evolução das ordens em cada SPA.

### **Queixas**

Queixas efectuadas pelos clientes à empresa virtual. Podem ser queixas relativas à garantia dos produtos.

### **Registo do desempenho dos SPA no MSPA**

Armazenamento no MSPA de dados relativos ao desempenho dos SPA com o objectivo de auxiliar ao desenvolvimento de um cadastro objectivo.

### **Regras do MSPA**

Todos os SPA que estão presentes no MSPA foram sujeitos a um apertado controlo de entrada. Essa acção garante a integridade de todos os participantes numa EV cuja formação tenha sido suportada pelo MSPA. Ao entrar no MSPA, um SPA sabe que ao integrar uma EV deverá cumprir rigorosamente os níveis de desempenho que lhe forem designados. Para além disso deverá obedecer às directrizes emanadas quer pelo GEV quer pelo CA. Deverá ainda proceder ao envio regular de relatórios de progressão da execução das ordens que lhe forem dirigidas. Estas são apenas algumas das regras.

**Rejeição encomenda**

A rejeição de uma encomenda é uma saída da actividade de planeamento director de produção. Poderá acontecer em função de não se conseguir enquadrar uma determinada ordem em averiguação no plano director de produção. A causa desta ocorrência pode ser a falta de capacidade em função da data pretendida e ainda a não ser possível renegociar-se a data de entrega com o cliente.

**Relação de ordens potencialmente problemáticas**

Conjunto de ordens que se prevê existir dificuldade na sua satisfação dentro do prazo estabelecido.

**Relatório de auto avaliação da EV para o MSPA**

A empresa virtual, através do seu conselho de administração pronuncia-se sobre o que acha ter sido o seu desempenho.

**Relat. progressão ordens nos SPA(RPO)**

Relatórios de progressão das ordens em cada SPA, enviados periodicamente por estes para o gestor da empresa virtual.

**Relatório fim acção**

Relatório que indica o finalizar de uma determinada actividade por parte de um SPA.

**Requisitos de procura**

Conjunto de restrições e características que a entidade iniciadora fornece ao broker para que este conduza o processo de procura.

**Resp. inquer. a capacidade/Prazos Entrega**

Este parâmetro (RIC) é a resposta dos SPA ao inquérito à capacidade. Dele deve constar se o SPA em causa tem ou não capacidade para responder à ordem. Em situação de incapacidade, nas RIC deve constar o motivo devido ao qual não é possível responder ao pedido. Por outro lado, em fase de averiguação, permite confirmar ou não o prazo de entrega que consta no MSPA.

**Resposta Inq.clientes**

Respostas dos clientes aos inquéritos enviados no sentido de averiguar o nível de receptividade do produto que a empresa virtual produz.

**Serviços prestados e recursos dos SPA**

Serviços que são levados a cabo pelos SPA, ou outros recursos que estes possam disponibilizar. Estes são fundamentalmente mecanismos de sustentação a toda a fase de operação. Concretamente são os recursos que no decorrer da parceria estão ao dispor da empresa virtual.

**Software de suporte**

Todo o tipo de ferramentas informáticas de suporte ao ciclo de vida da empresa virtual. Desde software genérico como sejam folhas de cálculo, passando por livrarias de STEP, ou módulos de funcionamento com base em CORBA.

**SPA**

São os sistemas produtivos autónomos que existem no MSPA. Encontram-se geralmente classificados sob vários critérios que pretendem auxiliar o Broker na sua busca. É com base nestes dados que será possível à EI escolher os mais adequados para integrarem a primeira interacção da formação da EV. De entre os dados disponíveis que vão desde a capacidade disponibilizada para a EV, competência técnica principal, entre outros dados relevantes, destaca-se um registo de participação do SPA em anteriores parcerias. Nesse registo encontra-se por exemplo um histórico do desempenho do SPA.

**SPA alternativos**

Conjunto de SPAs, que embora não sendo seleccionados, têm competências técnicas principais compatíveis com as etapas definidas no plano de processo e devem ser tidos em conta em eventuais reconfigurações.

**SPA seleccionados**

Conjunto de SPAs seleccionados para integrarem a empresa virtual.

**Sugestão de reconfiguração**

A sugestão de reconfiguração é originada pelas actividades de planeamento director de produção e planeamento detalhado de materiais e movimentações. A sua ocorrência resulta da existência de falta de capacidade quer ao nível superficial quer a nível detalhado. Esta informação dá entrada na actividade de controlo da produção e reconfiguração da EV e normalmente é transformada em ordem de reconfiguração.

**Sugestão de replaneamento ao nível detalhado**

Da actividade de controlo da produção existe a sugestão de alteração do planeamento previsto no nível detalhado. Normalmente reporta-se a uma só ordem, sendo realizada por se prever a incapacidade de realização dessa ordem nas condições previstas.

**Sugestão de replaneamento do PDP**

Por vezes, devido ao surgimento de algumas impossibilidades de atingir metas preestabelecidas, pode-se sugerir a necessidade de alterar o planeamento previamente realizado.

Existem vários métodos para modelação de dados em sistemas de computadores. Normalmente recorrem a gráficos para representar coisas (entidades) ou relacionamentos na base de dados. A adaptação de métodos genéricos a ambientes ou sistemas mais concretos levou os investigadores a proporem alterações sob a forma de extensões a esses sistemas mais genéricos. Desta forma surgem metodologias, actualmente normalizadas e largamente difundidas, como o CIM-OSA ou IDEF1.x (Koonce, URL).

Tal como o IDEF0, também a metodologia IDEF1.x se integra na *Integration Definition for Function Modeling* (IDEF). É utilizada para a produção modelos de informação gráfica que representem a estrutura e semântica da informação através de um ambiente ou de um sistema. A utilização desta norma permite a construção de modelos de dados semânticos que podem ser utilizados para suporte da gestão de dados, a integração de sistemas de informação e a construção de bases de dados (FIPS-PUB-184, URL). Dentro desta última possibilidade encontra-se preferencialmente orientada para desenho de bases de dados relacionais. A IDEF1.x necessita um processo de desenvolvimento formal, produzindo um modelo de dados que pode ser transformado num conjunto normalizado de relações que pode ser utilizados por um sistema de informação integrado (Koonce, URL). Esta técnica é normalmente encontrada em ferramentas CASE e ferramentas de modelação, sendo utilizada em projectos governamentais dos Estados Unidos. Foi desenvolvida em 1970 pela força aérea dos EUA, e revista em 1993 por D. Appleton em 1993 (Allen, 2002).

Na concepção de uma base de dados com recurso a IDEF1.x, podem utilizar-se os seguintes elementos: Entidades; Relacionamentos; Atributos ou chaves; Notas. De uma forma bastante sucinta pode referir que as entidades representam as coisas sobre as quais se guardam dados, por exemplo, pessoas, locais ideias, etc. Os relacionamentos referem-se à forma como as coisas se relacionam. As características das coisas são os atributos. As notas são informações que acompanham o modelo. Vejamos então cada uma delas de uma forma mais pormenorizada.

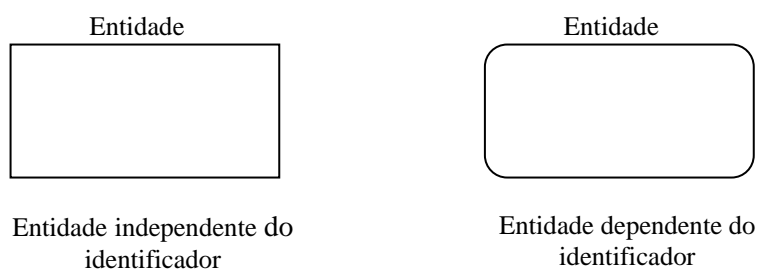


Figura B.1 – Nomenclatura da técnica IDEF1.x para entidades.

As entidades são representadas por caixas, que podem ter cantos rectos ou arredondados. Se tiverem cantos rectos reflectem a não existência de dependência de identificação noutra entidade. Se tiverem os cantos redondos significa o inverso. Estão sujeitas a algumas regras como sejam a obrigatoriedade de ter um nome único numa mesma vista de um mesmo modelo, não estão sujeitas a restrições relativamente ao número de relacionamentos que podem ter com outras entidades, entre outras que podem ser consultadas em (Brown, 1993)

Os relacionamentos são representados no modelo por linhas entre entidades, em cujas extremidades existem símbolos que identificam o seu significado. Os relacionamentos têm dois lados. Para lá de uma excepção, ilustram a ligação entre duas entidades. É com base na definição de relacionamentos que migram chaves de umas entidades para outras, designando-se nessa situação por chaves exteriores ou externas. Normalmente, uma das extremidades do relacionamento assume a designação de pai (a fonte) e a outra a designação de filho (o alvo).

Os relacionamentos podem ser:

- Identificativos, situação em que a chave primária da entidade pai migra para chave primária da entidade filho;
- Não-Identificativo, que sucede quando a chave primária da entidade pai migra para uma posição não chave na entidade filho.

Cada lado do relacionamento tem um símbolo de cardinalidade e nulabilidade. A cardinalidade indica quantas instâncias podem ser relacionadas com cada instância na entidade pai. Uma entidade pai pode ser relacionada com uma entidade filho mediante diferentes tipos de cardinalidade expressos na figura B.2.

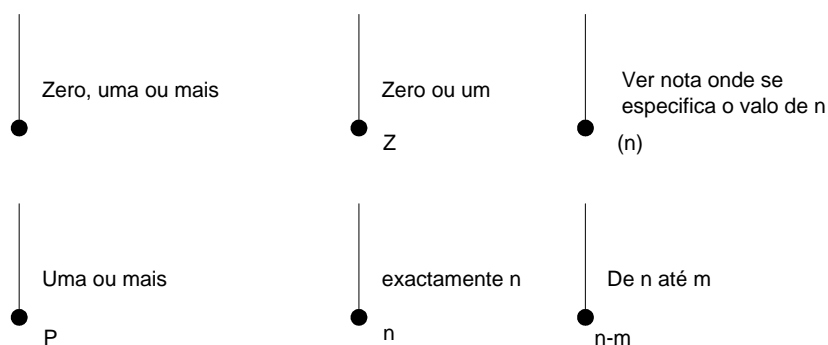


Figura B.2 – Cardinalidade dos terminadores.

Em termos de representação, os relacionamentos são baseados em linhas sólidas, no caso de relacionamentos identificativos (figura B.3 a)), ou são representados por linhas tracejadas, no caso de relacionamentos não identificativos (figura B.3 b) e c)).

Por seu lado, a nulabilidade indica a situação em que uma instancia filho deve, ou não, ser relacionada com uma instância pai. Se a chave migrada tiver a obrigatoriedade de existir na instância filho, então a nulabilidade é designada por obrigatória (figura B.3 b)). Nesse caso não poderá assumir o valo nulo. Se pelo contrário a referida chave tiver a opção de poder ou não existir, então a nulabilidade é não obrigatória ou opcional e é permitido o valor nulo (figura B.3 c)).

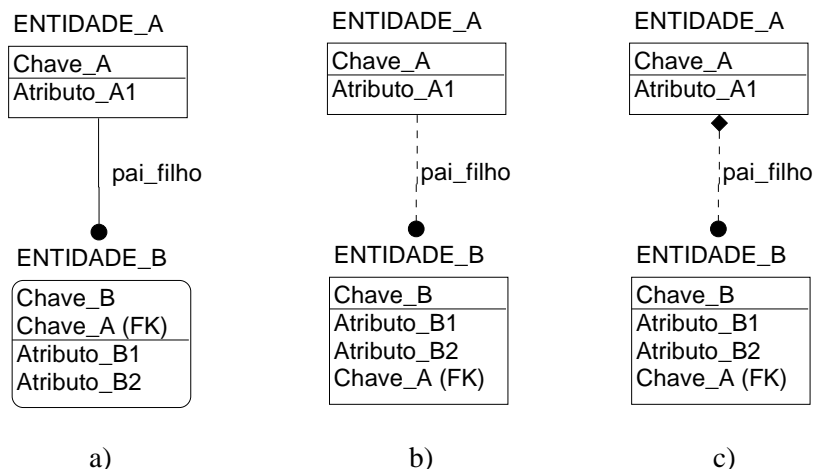


Figura B.3 – Relacionamento entre entidades usando IDEF1.x.

Os atributos são elementos que caracterizam ou descrevem uma entidade. Podem ser de vários tipos em função da natureza que representam. Podem por exemplo ser atributos numéricos, inteiros, tipo carácter, etc. Entre eles existem casos especiais designados por chaves. Genericamente, as chaves são atributos que definem, de uma forma única, uma instância de uma entidade. Estas podem ser designadas por primárias ou alternativas. As chaves primárias são aquelas que são seleccionadas para identificar de forma única ou exclusiva uma instância numa entidade. Por seu turno, uma chave alternativa é um de um ou mais conjuntos de atributos múltiplos ou isolados que embora tendo características de chave única não foram seleccionados para esse efeito.

É necessária também uma referência às designadas chaves externas. Na verdade elas não podem ser consideradas chaves, mas sim atributos oriundos de entidades pai. Em termos gráficos apresentam a designação de FK e podem ou não vir a ser colocadas na zona de chave primária da entidade filho, em função do tipo de relacionamento (figura B.3).

Relativamente aos atributos, já praticamente foi dito tudo nas linhas anteriores. Apenas uma referência para a forma como são visualizados numa entidade. Os atributos que são considerados chaves primárias situam-se acima da linha que divide a entidade. Os restantes abaixo dessa mesma linha.

Finalmente as notas. Estas servem para complementar o modelo, facilitando a leitura do que o modelo pretende representar.

Para aprofundar o conhecimento deste método de modelação aconselha-se a leitura de (Allen, 2002; FIPS-PUB-184, URL; KBSI, URL)



## **Referências do Anexo B**

Allen, S. (2002). Data Modeling for Everyone. Birmingham, Curlingstone, 1904347002.

Brown, R. G. (1993). IDEF1X Formalization, The Database Design Group.

FIPS-PUB-184 (URL). Integration Definition for Information Modeling (IDEF1.x). Federal-Information-Processing-Standards-Publications. <http://www.itc.nist.gov/fipspubs/by-num.htm>.

KBSI (URL). IDEF Home Page, IDEF1.x overview. Knowledge Based Systems, Inc. <http://www.idef.com/idef1x.html>.

Koonce, D. (URL). Information Model Level Integration for CIM systems: A unified database approach to concurrent engineering. <http://www.ent.ohiou.edu/~dkoonce/papers/cie.html>.



