

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
**INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**

**TESE DE DOUTORAMENTO EM GESTÃO**

**INTERACÇÃO ENTRE ARQUITECTURA DE PRODUTO E  
REDES DE APROVISIONAMENTO**

**José Mateus Maniés Lourenço**

**Orientador : Professor Doutor João José Quelhas Mesquita Mota**

**Júri:**

**Presidente: Reitor da Universidade Técnica de Lisboa.**

**Vogais: Doutor Luís Manuel Mota de Castro, professor associado da Faculdade de Economia da Universidade do Porto;**

**Doutor Carlos Henrique Figueiredo e Melo de Brito, professor associado da Faculdade de Economia da Universidade do Porto;**

**Doutor João José Quelhas Mesquita Mota, professor associado do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;**

**Doutora Maria Margarida de Melo Coelho Duarte, professora associada do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;**

**Doutor Vasco Duarte Eiriz Sousa, professor auxiliar da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho.**

**Lisboa, Junho de 2007**

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
**INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**

**TESE DE DOUTORAMENTO EM GESTÃO**

**INTERACÇÃO ENTRE ARQUITECTURA DE PRODUTO E  
REDES DE APROVISIONAMENTO**

**José Mateus Maniés Lourenço**

**Orientador : Professor Doutor João José Quelhas Mesquita Mota**

**Júri:**

**Presidente: Reitor da Universidade Técnica de Lisboa.**

**Vogais: Doutor Luís Manuel Mota de Castro, professor associado da Faculdade de Economia da Universidade do Porto;**

**Doutor Carlos Henrique Figueiredo e Melo de Brito, professor associado da Faculdade de Economia da Universidade do Porto;**

**Doutor João José Quelhas Mesquita Mota, professor associado do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;**

**Doutora Maria Margarida de Melo Coelho Duarte, professora associada do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;**

**Doutor Vasco Duarte Eiriz Sousa, professor auxiliar da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho.**

**Lisboa, Junho de 2007**

## RESUMO

A tendência para a divisão e especialização do conhecimento tem conduzido a novas estratégias de organização da interacção entre empresas e das suas cadeias de aprovisionamento. Em particular, a necessidade de aceder, influenciar e integrar conhecimento especializado e disperso tem-se traduzido numa alteração de estratégias de desenvolvimento de produtos. É neste contexto que a arquitectura de produto adquire relevância não apenas como uma estratégia para a sua concepção mas também pelas suas eventuais implicações organizacionais ao nível das empresas e das indústrias (e.g. Langlois, 2002). A este respeito têm existido diferentes perspectivas sobre a existência ou não de um isomorfismo entre a arquitectura ao nível dos produtos e ao nível organizacional. O propósito desta tese é contribuir para este debate, adoptando uma perspectiva relacional das indústrias tendo por base o quadro conceptual da abordagem de redes industriais (e.g. Axelsson e Easton, 1992).

No âmbito desta literatura, os produtos, como “*network entities*”, podem ser vistos como uma manifestação da integração de competências dispersas e em evolução envolvendo empresas inseridas em redes dinâmicas de relações. Nessa medida, reconhece-se a possibilidade das decisões sobre a arquitectura de produto poderem ocorrer no contexto de relacionamentos conectados e parcialmente específicos entre actores. Este quadro conceptual é usado para investigar as dimensões de interacção entre arquitecturas de produto e redes de aprovisionamento. Com essa finalidade, adoptou-se uma pesquisa de tipo intensivo, envolvendo a análise de quatro casos de famílias de produto cujas arquitecturas sofreram alterações ao longo do tempo. Os resultados obtidos através da análise, sugerem que as regras de concepção dos produtos não são facilmente transferíveis para a organização das redes de aprovisionamento.

**Palavras chave:** Arquitectura de produto; competências; modularidade; redes de aprovisionamento; redes industriais.

## ABSTRACT

The current trend to divide and specialize knowledge has led to new organising strategies forwards the interaction among firms and their supply chains. The need to gain, influence and assimilate expert but disperse knowledge has come into being specifically through the changing of products development strategies. Thus, there as been a growing interest in the products architecture, not only as a strategy for the conception of products, but also because of its probable organising implications as far as firms and industries are concerned (e.g. Langlois, 2002). This subject gave rise to different perspectives about the existence or not of an isomorphism between the products and the organization architectures. So, the purpose of this thesis is to contribute for this debate, adopting a relational perspective of the industries based on the conceptual frame of the network approach (e.g. Axelsson e Easton, 1992).

Within the scope of the afore-mentioned literature, the products, as “*network entities*”, can be seen as the outcome of the integration of disperse and growing capabilities involving firms in relational dynamic networks. We thus recognise the possibility that the decisions about the product architecture can occur in the context of connected and partially specific relationships between actors. This conceptual frame paves the way to investigate the interaction dimensions between product architectures and supply networks. To this effect we adopted an intensive search design involving the analysis of four family product cases whose architectures have suffered modifications along the time. The results of this analysis suggest that the product design rules are not easily transferable to the organisation of the supply networks.

**Key words:** Product architecture; capabilities; modularity; supply networks; industrial networks.

## **DEDICATÓRIA**

À memória de meu avô Mateus da Cruz Maniés, de quem herdei o gosto pela descoberta do conhecimento e que, não tendo conhecido, aprendi a conhecer através do que escreveu e da admiração e do reconhecimento daqueles que o conheceram.

## AGRADECIMENTOS

Pretendo esboçar sucintamente um agradecimento às pessoas que em muito contribuíram para a concretização da tese.

Assim, o meu profundo agradecimento ao Professor Doutor João Mesquita Mota que orientou esta tese, pelo seu apoio, sugestões e várias revisões que com paciência e enorme sabedoria foi fazendo ao longo das várias fases em que o estudo foi desenvolvido. Sem o seu apoio incansável, o trabalho não teria chegado tão longe.

Ao Professor Luís Araujo da University of Lancaster - UK, desejo expressar também o meu agradecimento pela luz que fez surgir no início do trabalho, iluminando o caminho quando este se encontrava ainda pouco claro.

Pretendo agradecer também às Administrações e aos Quadros Técnicos Superiores e Intermédios da Galucho e da Farama que de forma aberta e sempre disponível se prontificaram a responder às várias questões e dúvidas que foram surgindo quando do desenvolvimento do estudo empírico.

No decorrer do trabalho de investigação tive oportunidade de trocar impressões com alguns Professores estrangeiros ligados ao tema da tese, nomeadamente Mari Sako da University of Oxford – UK, Steven Postrel da Southern Methodist University - USA e Juliana Mikkola da Copenhagen Business School - Dinamarca, quando da 12<sup>th</sup> International Product Development Conference, em Copenhaga. A todos, o meu agradecimento pela atenção que me quiseram prestar.

À Adelaide Victória, o meu reconhecimento pelos conselhos e ensinamentos no âmbito da escrita da tese.

Para a Rosa Maria e para a Inês, um abraço muito especial pela força e compreensão a que já me habituaram ao longo dos muitos anos de estudo e trabalho e especialmente no decorrer do presente trabalho de investigação.

# ÍNDICE

<b>Lista das Tabelas .....</b>	<b>ix</b>
<b>Lista das Figuras.....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Apêndices.....</b>	<b>xii</b>
<b>Capítulo I – Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo II - Revisão bibliográfica.....</b>	<b>8</b>
2.0 Introdução.....	8
2.1 A arquitectura de produto.....	10
2.2 Complexidade e modularidade .....	16
2.3 Arquitecturas, estrutura da indústria e inovação .....	21
2.4 A organização como reflexo da arquitectura de produto.....	24
2.5 Críticas à relação determinista entre arquitectura de produto e organização .....	30
2.6 Uma perspectiva de redes industriais .....	41
2.6.1 O modelo ARA – Actores, Recursos e Actividades.....	42
2.6.2 Redes de aprovisionamento e as fronteiras relacionais da empresa .....	46
2.7 Síntese e questões de pesquisa .....	55
<b>Capítulo III - Metodologia de investigação .....</b>	<b>63</b>
3.0 Introdução.....	63
3.1 Concepção de pesquisa.....	64
3.2 A pesquisa baseada no estudo de casos .....	72
3.3 Recolha e análise de dados .....	75
3.3.1 Recolha de dados .....	77
3.3.2 Análise de dados.....	83
3.4 O contexto empírico .....	86
3.4.1 A escolha das empresas e dos produtos.....	87
3.4.2 O processo de investigação .....	91
3.4.3 O contexto da investigação e as escolhas efectuadas .....	104
<b>Capítulo IV – Estudo de casos.....</b>	<b>109</b>
4.0 Introdução.....	109
4.1 A família carro-contentor CP 660 .....	109
4.1.1 O CP 660 R.....	113
4.1.2 O CP 660 U .....	122
4.1.3 O CP 660 S .....	131
4.1.4 Análise comparativa dos produtos no seio da família CP 660 .....	134
4.1.5 A análise do caso .....	140
4.1.6 Resumo .....	161
4.2 Os contentores <i>standard</i> Renault e PSA .....	165
4.2.1 Os contentores <i>standard</i> Renault.....	165
4.2.2 Os contentores <i>standard</i> PSA.....	177
4.2.3 A arquitectura do produto e os relacionamentos entre actores.....	183
4.2.4 Análise do caso.....	188
4.2.5 Resumo .....	196

4.3 O contentor para garrafas de vinho .....	198
4.3.1 Análise do caso .....	210
4.3.2 Resumo .....	217
4.4 O semi-reboque e a caixa basculante da Galucho .....	219
4.4.1 O semi-reboque basculante.....	222
4.4.2 A caixa basculante .....	226
4.4.3 A arquitectura do produto e o relacionamento com clientes e fornecedores.....	232
4.4.4 Análise do caso.....	236
4.4.5 Resumo .....	239
<b>Capítulo V – Análise dos casos e questões de pesquisa .....</b>	<b>242</b>
5.0 Introdução.....	242
5.1 Breve referência aos casos.....	243
5.2 Questões de pesquisa e análise dos casos.....	245
<b>Capítulo VI – Conclusões e direcções de pesquisa futura.....</b>	<b>285</b>
6.0 Introdução.....	285
6.1 Síntese das conclusões.....	285
6.2 Resumo da contribuição teórica .....	299
6.3 Limitações e sugestões para pesquisa futura .....	306
<b>Apêndice I.....</b>	<b>309</b>
<b>Apêndice II.....</b>	<b>314</b>
<b>Apêndice III .....</b>	<b>315</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>319</b>



## LISTA DAS TABELAS

Tabela 1. Definições de termos relacionados com a modularidade .....	13
Tabela 2. Tipologias da modularidade .....	15
Tabela 3. Evolução das vendas (2000-2004) em milhões de euros.....	93
Tabela 4. Vendas dos principais produtos em 2004 em milhões de euros .....	93
Tabela 5. Vendas pelos principais clientes em 2004 em milhões de euros.....	93
Tabela 6. Evolução das vendas (2002-2004) em milhões de euros.....	102
Tabela 7. Número de carros-contentor por camião .....	113
Tabela 8. Distribuição das funções (CP 660 R-U-S).....	135
Tabela 9. Arquitectura de produto <i>versus</i> rede de aprovisionamentos (CP 660 R-U-S) .....	136
Tabela 10. Relação entre as arquitecturas do produto e da cadeia de aprovisionamentos .....	145
Tabela 11. A subcontratação Farame para a família CP 660.....	149
Tabela 12. Matriz de dependência da modularidade e do conhecimento.....	150
Tabela 13. Decomposição dos contentores SLI 760 e SLI 1200.....	176
Tabela 14. Decomposição dos contentores PSA 088 e PSA 0113 .....	181

## LISTA DAS FIGURAS

Figura 1. O modelo de rede .....	42
Figura 2. Representação temporal dos quatro estudos .....	91
Figura 3. O modelo da cadeia de aprovisionamentos com as categorias de fornecedores.....	96
Figura 4. O carro-contentor CP 660 .....	112
Figura 5. A arquitectura da família CP 660.....	114
Figura 6. O CP 660 R .....	115
Figura 7. Estrutura de fornecedores CP 660 R (1ª fase).....	121
Figura 8. O carro-contentor CP 630 S com a porta superior aberta .....	123
Figura 9. O carro-contentor CP 660 U .....	124
Figura 10. Dois CP 660 U encastrados, para transporte ou arrumação em vazio.....	124
Figura 11. Lança de engate do CP 660 U .....	128
Figura 12. Olhal (forjado) da lança de engate do CP 660 U .....	128
Figura 13. Estrutura de fornecedores CP 660 R (2ª fase) e CP 660 U (1ª fase) .....	129
Figura 14. Estrutura de fornecedores CP 660 U (2ª fase).....	130
Figura 15. O CP 660 S.....	131
Figura 16. Estrutura de fornecedores CP 660 S.....	132
Figura 17. Interdependências entre relacionamentos .....	156
Figura 18. Interdependências entre a Faramé e a Quinaço no seio do relacionamento .....	156
Figura 19. Contentor SLI 760.....	166
Figura 20. Contentor SLI 1200.....	166
Figura 21. Contentor RVI-MN100 .....	169
Figura 22. Contentor CON-S-0130 .....	169
Figura 23. Componentes constituintes dos cantos dos contentores SLI 760/1200.....	172
Figura 24. Módulo do canto dos contentores SLI 760/1200 .....	173
Figura 25. Interdependência entre componentes no seio do relacionamento Faramé e Apal.....	174
Figura 26. Contentores PSA 0113 (à esquerda) e 088 (à direita) .....	177
Figura 27. Arquitectura dos contentores SLI 760/1200 e PSA 088/089/0113 .....	183
Figura 28. Relacionamento Faramé e Quinaço (MPR e CON-S-0130 Renault).....	184
Figura 29. Principais actores envolvidos no fabrico dos contentores Renault .....	185
Figura 30. Principais actores envolvidos no fabrico dos contentores PSA .....	186
Figura 31. O contentor RN 760 .....	188
Figura 32. Os cantos dos SLI 760/1200 e os relacionamentos tratados pela Faramé .....	192
Figura 33. Interdependências entre relacionamentos tratadas pelo D & E da Faramé .....	194
Figura 34. Contentor para garrafas de vinho (sobreponível e rebatível).....	199
Figura 35. Arquitectura do contentor de virar .....	202
Figura 36. Contentor de garrafas volteável .....	202
Figura 37. Sequência de montagem do contentor de vinhos de virar.....	203
Figura 38. Módulos do contentor de vinhos de virar.....	203
Figura 39. Arquitectura do contentor de vinhos de virar com base nas ligações entre componentes dos módulos .....	205

Figura 40. Arquitectura do contentor de virar modular.....	207
Figura 41. Contentor modular volteável (esquema de princípio).....	208
Figura 42. Contentor modular volteável.....	209
Figura 43. Módulos do contentor de virar modular.....	209
Figura 44. Arquitectura do contentor de vinhos de virar modular com base nas ligações entre componentes dos módulos .....	210
Figura 45. Um semi-reboque basculante .....	221
Figura 46. Uma caixa basculante.....	222
Figura 47. Sapatas de apoio e estabilizador.....	223
Figura 48. Cilindro frontal.....	224
Figura 49. Arquitectura do semi-reboque basculante.....	225
Figura 50. Desenho da caixa e taipal traseiro.....	226
Figura 51. Arquitectura da caixa basculante .....	227
Figura 52. O primeiro modelo ( <i>standard</i> ) .....	228
Figura 53. O segundo modelo produzido em 2000 .....	228
Figura 54. O terceiro modelo desenvolvido em 2001 .....	229
Figura 55. O formato Konic desenvolvido em 2003 .....	229
Figura 56. Principais fornecedores .....	233
Figura 57. Interações e dependências envolvendo o semi-reboque da Galucho .....	234
Figura 58. Interação entre a Galucho, os fornecedores/subcontratados e os clientes.....	236
Figura 59. Interactores do contentor volteável para garrafas .....	315
Figura 60. Matriz de ponderação das funções .....	316
Figura 61. Matriz custo/função.....	316
Figura 62. Histograma custo/ponderação .....	317
Figura 63. Matriz de desempenho .....	317

**LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice I .....	309
Apêndice II .....	314
Apêndice III.....	315

# CAPÍTULO I

## Introdução

A crescente divisão e especialização na produção do conhecimento e as consequentes necessidades da sua integração tem contribuído para o interesse crescente da pesquisa sobre as interdependências entre as questões técnicas e organizacionais. Uma das questões que tem merecido atenção de vários investigadores prende-se com as inter-relações entre a modularidade ao nível dos produtos e a modularidade ao nível dos arranjos organizacionais adoptados para a sua concepção.

Deve notar-se que a noção de modularidade, como característica da arquitectura de produtos, não é nova na investigação em gestão. Por exemplo, a combinação e troca (*mix & match*) de componentes modulares estandardizados foi perspectivada inicialmente como um meio de satisfazer diferentes solicitações de clientes aumentando a variedade de produto sem penalizar o desempenho operacional (Starr, 1965). O termo “produção modular” é usado pelo autor para sublinhar o desenvolvimento de competências de concepção e produção de componentes que possam ser combinados no maior número possível de modos. Mais recentemente, a modularidade tem assumido um papel fundamental na definição de estratégias de personalização de produtos em massa (Feitzinger e Lee, 1997), encontrando-se o conceito de “produção modular” fortemente ligado à caracterização de vários níveis de personalização de produtos (Silveira *et al.*, 2001). A extensão deste tipo de abordagem à concepção de produtos assim como a elevada visibilidade dada por vários estudos empíricos, sobretudo na indústria automóvel, tem contribuído para o interesse crescente do tópico da modularidade. No plano teórico e em virtude da modularidade representar um conjunto muito geral de princípios para lidar com a complexidade dos sistemas, a noção de sistemas modulares

deixou de estar restrita à concepção dos produtos, para ser usada na caracterização e discussão de arranjos organizacionais e na dinâmica das estruturas industriais (e.g. Langlois, 2002).

Ao nível dos benefícios da modularidade dos produtos para as empresas, existe algum consenso entre autores. Estes benefícios incluem, entre outros, a melhoria da inovação e a aprendizagem (Sanchez e Mahoney, 1996), as economias de escala em virtude da especialização (Gadde e Jellbo, 2002), o aumento do desempenho do produto e possibilidades acrescidas de criar a variedade deste (Ulrich, 1995). Por exemplo, Sanchez (1999) considera que a modularidade oferece como vantagens principais a possibilidade de alavancar as variações de produto através de variações de componentes (e.g. criando plataformas de produto), modera as alterações na arquitectura global ao possibilitar que componentes comuns sejam usados nas várias linhas de produto (e.g. estendendo os objectivos da segmentação de mercado) e facilita a separação do progresso tecnológico no desenvolvimento do produto possibilitando processos concorrentes de desenvolvimento de componentes (e.g. aumentando o uso de arquitecturas flexíveis para lidar com a incerteza do mercado). Por outro lado, a concepção de componentes fracamente ligados cria domínios de conhecimento fracamente ligados (e.g. criando *standards*) de onde podem resultar economias externas para as empresas que adoptem esses tipos de arquitecturas (Sanchez, 1999; Sturgeon, 2002).

A literatura de concepção em engenharia tem-se focalizado na investigação de como a modularidade pode ser implementada, nomeadamente através da concepção de famílias de produto<sup>1</sup> com plataformas comuns e variantes múltiplas (Ulrich e Eppinger, 2000). Já a literatura de gestão de operações tem-se concentrado mais nas implicações

---

<sup>1</sup> O termo família de produto designa um grupo de produtos relacionados entre si que partilham características comuns, componentes e subsistemas e satisfazem ainda uma variedade de nichos de mercado (Farrell e Simpson, 2003).

da concepção de produtos modulares para a organização, para a flexibilidade da produção, assim como nas estratégias de personalização em massa<sup>2</sup> (Novak e Eppinger, 2001). Com efeito, a modularidade do produto permite também que a variedade seja criada na montagem final (Schaefer, 1999) ou mesmo já no sistema de distribuição (Mikkola, 2000). Em termos de concepção do produto, Garud e Kumaraswamy (1993: 362) sugerem a geração do que designam por economias de substituição para se referirem aos ganhos obtidos “quando o custo de conceber um sistema de elevado desempenho, através da retenção parcial de componentes existentes, é mais baixo que o custo de conceber um sistema de novo”.

No fundo, a ideia base subjacente a esta literatura é a de que a modularidade permite “... conceber, desenvolver e produzir ... componentes que possam ser combinados no maior número de possibilidades” (Starr, 1965: 38), melhorando assim a compatibilidade entre os requisitos da variedade do produto e o desempenho operacional (da produção) para produtos discretos (Karmarkar e Kubat, 1987; Shirley, 1990; Hoekstra e Romme, 1992; Salvador *et al.*, 2002 a, b). Como referem Christensen *et al.* (2002), a adopção de arquitecturas de produto modulares pode ser crítica para se sobreviver num contexto onde se valorize a rapidez de lançamento de produtos no mercado e a aptidão para personalizar convenientemente características e funções para conjuntos de necessidades específicas dos clientes.

Vários autores têm procurado analisar o fenómeno, olhando especificamente para as eventuais relações que possam existir entre a modularidade ao nível do produto e as necessidades de conhecimento e informação das organizações. Henderson e Clark (1990) assumem que o conhecimento e a estrutura de processamento de informação das organizações espelham a estrutura interna do produto que concebem. No fundo, os

---

<sup>2</sup> Esta estratégia é designada por *postponement* (postergação) por Ulrich (1995) e van Hoek (2001).

autores sugerem que a arquitectura do produto determina os canais de comunicação, os filtros de informação e as estratégias de resolução de problemas dentro da empresa. Sanchez e Mahoney (1996) também investigaram os conceitos da modularidade ao nível da concepção de produto e ao nível organizacional. Estes autores sugerem que a existência de interfaces estandardizados de componentes numa arquitectura de produto modular reduz grandemente a necessidade de coordenação dos processos de desenvolvimento desses componentes. Isto permite a concepção concorrente e autónoma dos componentes através de estruturas organizacionais fracamente ligadas entre si (Orton e Weick, 1990). Tendo por base este raciocínio, Sanchez e Mahoney (1996) consideram que o conhecimento necessário para criar a modularidade na concepção do produto assume-se como elemento importante na estratégia para conseguir a modularidade na concepção organizacional. Assim e levando mais longe as ideias de Henderson e Clark (1990), os autores afirmam que “ainda que as organizações concebam os produtos, pode também argumentar-se que os produtos concebem as organizações” (*ibid.*: 64). Isto porque as tarefas de coordenação implícitas na concepção de produtos específicos podem determinar largamente as concepções organizacionais necessárias para desenvolver e fabricar esses produtos.

O interesse nesta relação tem sido estendido às redes de aprovisionamento. Por exemplo, Fine (1998) propõe que as arquitecturas de produto, de processo e da cadeia de aprovisionamentos sejam determinadas concorrentemente. Também Randall e Ulrich (2001), com base num estudo sobre a indústria de bicicletas nos EUA, sugerem que as empresas que consideram simultaneamente os requisitos/variedade do produto e as competências da sua rede de aprovisionamentos tendem a ter um desempenho superior àquelas que focalizam apenas nos requisitos/variedade dos produtos ou nas estruturas organizacionais/cadeia de aprovisionamentos.



Contudo, as inter-relações entre os dois níveis, arquitectura de produtos e organizacional, podem ser bastante mais complexas, no sentido em que as regras que se aplicam à decomposição dos sistemas técnicos podem não ser imediatamente transferíveis para o domínio da organização. Por exemplo, Kogut e Bowman (1995) recorrem às noções de modularidade e permeabilidade para salientarem que enquanto a modularidade permite flexibilidade através da combinação e troca (*mix & match*) dos módulos, a permeabilidade assegura a promoção da aprendizagem adaptativa entre as unidades organizacionais. Isto conduz à observação importante de que os sistemas sociais raramente podem ser decompostos da mesma maneira que os sistemas físicos, na medida em que podem adaptar-se e aprender através de meios que não estão disponíveis para estes.

A percepção de que existem influências mútuas entre as arquitecturas de produto, de processo e da cadeia de aprovisionamentos suscita a necessidade de mais investigação (Araujo, 2003 b) e constitui a base desta tese. O nosso objectivo é investigar as dimensões de interacção entre arquitecturas de produto e redes de aprovisionamento. Como notado antes, vários autores partem do pressuposto da existência de influências pré-determinadas que ligam as decisões da arquitectura de produto à organização das empresas e redes de aprovisionamento. Adicionalmente, estes autores tendem a assumir o mercado e a empresa como os únicos mecanismos de coordenação de competências. Nesta investigação, reconhece-se que as decisões sobre a arquitectura de produtos podem ocorrer no âmbito de uma rede complexa de partes que interagem entre si, envolvendo aspectos técnicos, económicos e organizacionais. Esta perspectiva é consistente com a abordagem de redes industriais (Axelsson e Easton, 1992; Håkansson e Snehota, 1995) e a noção de produtos como “*network entities*” (Dubois e Pedersen,

2002), i.e. como uma manifestação de particulares combinações de competências de vários actores através de relacionamentos inter-organizacionais.

A existência de relacionamentos, sugere não só a presença de alguma permeabilidade nas fronteiras proprietárias das organizações no que respeita a acesso e geração de conhecimento, como a existência de restrições ao *mix & match* não problemático de fornecedores. Nessa medida, esta investigação insere-se numa linha de trabalho sobre a evolução das fronteiras das empresas, encarando-as como actores encastrados em redes dinâmicas de relacionamentos que podem permitir o acesso, aprendizagem e difusão de conhecimentos (e.g. Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro, 2004).

A tese encontra-se dividida em seis capítulos. Neste primeiro capítulo é apresentado o propósito da investigação e a sua relevância, suportada pelo interesse em ampliar o conhecimento sobre a interacção entre as questões técnicas (a arquitectura de produto) e as organizacionais (as redes de aprovisionamento).

No Capítulo II revê-se a literatura relevante para o tópico. Inicia-se com alguns conceitos de arquitectura de produto e inclui abordagens e tipologias da modularidade. É analisada a relevância da modularidade para as arquitecturas de produto e da organização incluindo as redes de aprovisionamento e apresentam-se depois diferentes abordagens sobre as ligações entre os dois níveis. Aqui, são contrastadas diferentes perspectivas sobre a existência ou não de uma relação determinística entre arquitecturas de produto e organizacionais e exploram-se algumas implicações para a análise da relação entre os dois níveis do abandono da dicotomia empresa e mercado, em favor de uma visão dos mercados como redes de relacionamentos. Finalmente, é elaborada uma

síntese da revisão bibliográfica da qual emergem as questões de pesquisa que correspondem ao propósito desta tese e onde se suporta a sua relevância teórica.

O Capítulo III foca a metodologia de investigação, sendo descritas e justificadas as escolhas efectuadas relativamente à metodologia e métodos adoptados para conduzir a pesquisa. São referidas as principais condicionantes desta metodologia, os limites à utilização de metodologias alternativas e os métodos para a obtenção e análise dos dados.

No Capítulo IV são apresentados os casos estudados, sob a forma de narrativas. Recorreu-se ao estudo de três casos de famílias de produto de uma empresa e de outro de uma família de produto de uma segunda empresa. O contraste entre os casos permite explorar a sua relevância para clarificar as questões levantadas, face ao quadro teórico adoptado. Para cada um dos quatro casos estudados é realizada uma análise sucinta de cada um deles individualmente, face à revisão da literatura e às questões de pesquisa.

No Capítulo V são exploradas as questões de pesquisa numa análise comparativa dos casos empíricos apresentados no Capítulo IV. Começa-se por fazer uma breve referência aos casos no sentido de resumir o seu papel neste estudo e, em seguida, procede-se à análise comparativa no âmbito da estrutura teórica adoptada e das questões de pesquisa formuladas no Capítulo II. Depois, recordam-se os aspectos das questões de investigação e passa-se à sua análise e resposta.

No Capítulo VI faz-se um resumo das conclusões obtidas, discutem-se as suas implicações e apresentam-se as limitações e direcções de pesquisa futura.

## CAPÍTULO II

### Revisão bibliográfica

#### 2.0 Introdução

Na pesquisa relativa às interdependências entre as questões técnicas e as organizacionais, um dos aspectos que tem merecido uma atenção crescente prende-se com a relação entre as decisões de concepção envolvendo a arquitectura de produto e as questões organizacionais. Alguns autores sugerem que a arquitectura de um produto em termos da sua modularidade se traduz em organizações mais modulares associadas a uma definição clara dos interfaces em ambos os níveis (e.g. Handerson e Clark, 1990; Sanchez e Mahoney, 1996). Contudo, esta perspectiva parece desprezar a permeabilidade das fronteiras organizacionais (Kogut e Bowman, 1995) em termos de troca de conhecimento, por oposição à troca de informação entre módulos físicos, assim como o papel dos relacionamentos entre empresas neste contexto (e.g. Araujo, 2003 b).

Considera-se como quadro teórico base, a abordagem de redes industriais (e.g. Axelsson e Easton, 1992; Håkansson e Snehota, 1995), para explorar este tema. Mais especificamente, ao focarem-se os relacionamentos entre empresas segundo uma perspectiva de acesso e integração de conhecimento, o produto pode ser perspectivado como uma “*network entity*” (Dubois e Pedersen, 2002). Neste quadro, a dinâmica nos relacionamentos vai além de uma mera transposição para este nível de decisões sobre a arquitectura de produto no que respeita ao seu grau de modularidade.

O propósito deste capítulo, é expor os contributos das principais abordagens que procuram responder ao tema que constitui o objecto deste trabalho, i.e. a interacção entre a arquitectura de produto e as redes de aprovisionamento. Mais especificamente,

pretende-se considerar naquela interacção o papel dos relacionamentos entre organizações.

A abordagem à arquitectura de produto é revista na primeira secção. São consideradas as tipologias de arquitectura integral e modular, como posicionando-se nos extremos de um *continuum*, focando-se a natureza dos interfaces entre as partes distintas que as compõem.

Na secção seguinte é perspectivada a modularidade como uma das formas de lidar com a complexidade da arquitectura de produto. Constata-se que os interfaces estandardizados entre componentes/módulos facilitam e reduzem a troca de informação entre unidades organizacionais. É neste quadro de minimização da necessidade de troca de informação e coordenação que se assume a concepção organizacional com base na divisão de trabalho entre as organizações, que é objecto de análise na terceira secção. Nesta, relacionam-se as arquitecturas de produto e da organização recorrendo à distinção entre conhecimento arquitectural e do componente, com o fim de se compreender melhor as abordagens posteriores.

A seguir, na quarta secção, expõe-se a argumentação dos autores que sugerem que a arquitectura de produto (modular ou integral) conduz a uma arquitectura organizacional correspondente. Posteriormente, na secção seguinte, analisam-se as perspectivas alternativas sobre a relação entre os dois níveis e depois, na sexta secção, analisa-se o possível contributo da abordagem de redes industriais para o presente trabalho e abordam-se os argumentos que apontam para a necessidade de se considerar os relacionamentos entre empresas como um aspecto relevante na interacção entre arquitectura de produto e organização. Na primeira subsecção começa-se por descrever resumidamente o modelo de redes industriais que se assume como quadro de referência teórico para o presente estudo e aborda-se depois, na subsecção seguinte, a noção de

fronteiras relacionais da empresa considerando-se a sua influência nas redes de aprovisionamento.

Na última secção, é feita uma síntese da revisão bibliográfica de onde surgem as questões de pesquisa consideradas relevantes para a compreensão da interacção entre arquitectura de produto e redes de aprovisionamento.

## **2.1 A arquitectura de produto**

A arquitectura de produto tem sido definida de várias maneiras por diferentes autores.

Uma arquitectura é uma concepção de um sistema para o qual, quem concebe especifica (1) a forma como todas as funcionalidades da concepção do produto são decompostas em componentes<sup>3</sup> funcionais individuais (Clark, 1985; Baldwin e Clark, 1997) e (2) o modo como esses componentes funcionais individuais interagem para providenciar as funcionalidades totais do sistema.

Ulrich (1995) define mais exactamente a arquitectura de produto distinguindo entre elementos funcionais, as ligações entre elementos funcionais e componentes físicos e os interfaces entre componentes físicos. Os elementos funcionais descrevem as características necessárias para o produto operar com sucesso (e.g. suportar cargas). As funções são implementadas através de componentes físicos (e.g. o atrelado de um camião ter de suportar cargas). Este mapeamento entre elementos funcionais e componentes físicos pode ser um-para-um, muitos-para-um ou um-para-muitos. Isto tem implicações para a configuração do produto e também como é montado. Finalmente, os componentes que interagem estão ligados entre si por um interface físico

---

<sup>3</sup> Componentes são partes físicas distintas do produto que levam a cabo funções específicas e são ligadas umas às outras através de um conjunto de interfaces definidos pela arquitectura do produto (Henderson e Clark, 1990). As tecnologias são percebidas como o corpo do conhecimento, ou a compreensão e prática, que sustentam a concepção do produto e o fabrico (Pavitt, 1998).

de algum tipo, podendo ser uma ligação geométrica entre dois componentes (e.g. caixa de velocidades e motor) ou uma interacção sem contacto (e.g. controlo remoto). Os interfaces são frequentemente objecto de protocolos estandardizados para permitir a ligação de diferentes componentes (e.g. computadores e impressoras).

A concepção da arquitectura de produto envolve assim uma distinção entre elementos funcionais e físicos (Ulrich e Eppinger, 2000). Os elementos funcionais são as operações e transformações individuais que contribuem para o desempenho global do produto. Os elementos físicos são os componentes e subconjuntos que em última análise implementam as funções do produto.

O mapeamento dos elementos funcionais para os físicos pode não ser unívoco e existe uma amplitude considerável na forma como o processo é conduzido (Hsuan, 1999; Gadde e Jellbo, 2002). Estes elementos são tipicamente construídos e organizados em vários blocos, sendo cada um deles formado por uma colecção de componentes que implementam as funções do produto. A arquitectura de um produto pode então ser perspectivada como a definição dos blocos básicos de construção desse produto em termos de função e dos seus interfaces com o resto do artefacto (Ulrich, 1995; Ulrich e Eppinger, 2000; Fixson, 2005).

Um elemento central na definição de Ulrich (1995) é a distinção entre as tipologias de arquitectura integral e modular que permanecem em lados opostos de um *continuum*. A arquitectura integral implica um mapa complexo (um-para-muitos ou muitos-para-um) de elementos funcionais para componentes físicos. Em contraste, a arquitectura modular envolve um mapa um-para-um dos elementos funcionais para os componentes físicos do produto.

Um outro aspecto relevante na distinção entre arquitectura modular e integral, tem a ver com a natureza dos interfaces. Os interfaces podem ser ligados ou desligados,

reflectindo deste modo a extensão na qual a mudança de um componente tem implicações para os outros componentes. Num extremo, nas arquitecturas de produto modulares, cada elemento funcional pode ser alterado de forma independente mudando apenas o elemento correspondente. No outro extremo, nas arquitecturas integrais, uma alteração num elemento funcional requer uma série de modificações nos componentes relacionados.

De forma mais ou menos explícita, esta noção de arquitecturas modulares tem sido adoptada por vários autores (Tabela 1), a cujos trabalhos se fará uma referência mais detalhada nas secções seguintes.

A modularidade surge assim como um conceito geral dos sistemas capturando num *continuum* o grau com o qual componentes de sistemas podem ser separados e recombinados e refere-se à estreiteza (impermeabilidade) da ligação entre eles e ao grau com o qual as “regras” da arquitectura do sistema possibilitam (ou proíbem) a combinação e a troca dos componentes. Note-se que o grau em relação ao qual um sistema é caracterizado pela especificidade sinérgica pode mudar com o tempo (Schilling, 2000).

Partindo da definição de arquitectura modular de Ulrich (1995) e constatando que dificilmente é verificada na prática, já que normalmente os componentes desempenham mais do que uma função sem que a arquitectura deixe de ser por isso modular, Baldwin e Clark (2000) definem um módulo<sup>4</sup> como uma unidade cujos elementos estruturais estão fortemente ligados entre si e relativamente fracamente ligados a elementos de outras unidades. Assim, Baldwin e Clark (2000) consideram ser difícil utilizar a definição de modularidade com base nas funções que são por inerência variadas e não

---

<sup>4</sup> Para Fixson (1999), módulos são grupos de componentes (ou partes), dispostos numa proximidade física estreita uns com os outros. Sistemas e subsistemas são grupos de componentes (ou partes) que operam em conjunto para providenciarem uma função específica ao produto.



estacionárias e baseiam-na nas interações entre estruturas (ou componentes) que desempenham determinadas funções.

Tabela 1. Definições de termos relacionados com a modularidade.

<b>Termos</b>	<b>Definições</b>
Modularidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A modularidade é o conceito da decomposição de um sistema em partes independentes ou módulos que podem ser tratadas como unidades lógicas (Pimmler e Eppinger, 1994).</li> <li>- Uma forma especial de concepção que cria intencionalmente um elevado grau de independência ou “ligação fraca” entre concepções de componentes pela standardização das especificações dos interfaces dos componentes (Sanchez e Mahoney, 1996).</li> <li>- A construção de um produto ou processo complexo a partir de pequenos sub-sistemas que podem ser concebidos independentemente ainda que funcionando em conjunto como um todo. É uma estratégia para organizar eficientemente produtos e processos complexos (Baldwin e Clark, 1997).</li> </ul>
Sistema modular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma rede de subprodutos, a partir da qual um produto possa ser tratado como uma entidade, que os consumidores podem dispor em várias combinações de acordo com as suas preferências pessoais (Langlois e Robertson, 1992).</li> <li>- Um sistema composto por unidades (ou módulos) que são concebidos independentemente mas que todavia funcionam como um conjunto integrado (Baldwin e Clark, 1997).</li> </ul>
Componentes modulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Componentes cujas características do interface estão dentro da gama de variação permitida por uma arquitectura de produto modular (Sanchez e Mahoney, 1996).</li> </ul>
Concepção de produto modular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- São especificados os interfaces standardizados entre componentes para permitir uma gama de variações em componentes que possam ser substituídos numa arquitectura de produto (Sanchez e Mahoney, 1996).</li> </ul>
Arquitectura de produto modular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A arquitectura de um produto é o mapa através do qual as suas funções são alocadas a componentes físicos (Ulrich, 1995).</li> <li>- Uma forma especial de concepção de produto que utiliza interfaces standardizados entre componentes para criar uma arquitectura flexível de produto (Sanchez e Mahoney, 1996).</li> <li>- Uma arquitectura na qual cada bloco físico implementa um conjunto específico de elementos funcionais com interações bem definidas entre os blocos (Ulrich e Eppinger, 2000).</li> </ul>
Modularização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conjunto de arquitectura, interfaces e <i>standards</i> (Langlois, 2002).</li> </ul>
Remodularização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A redefinição da arquitectura modular ou inovação arquitectural do produto em questão. Inclui principalmente a reconfiguração dos sub-sistemas do produto e não necessariamente mudanças na funcionalidade ou no desempenho técnico dos componentes (Lundqvist <i>et al.</i>, 1996).</li> </ul>

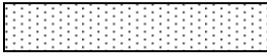
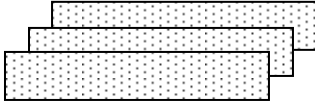
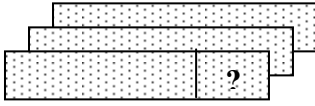
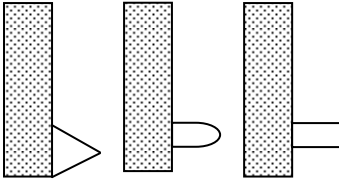
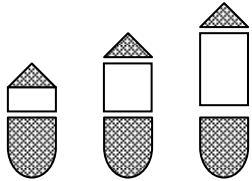

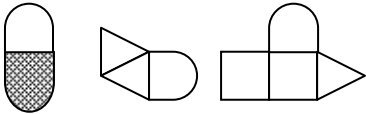

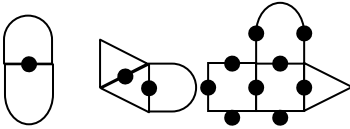
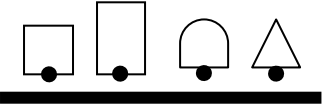
Fonte: Adaptado pelo autor, de Hsuan (1998: 4).

Segundo Ulrich (1995), três categorias de interfaces levam a diferentes tipos de modularidade. Na modularidade de encaixe (*slot*), o interface entre componentes

diferentes é único, i.e. cada um dos interfaces entre componentes é de tipo diferente dos outros e portanto os vários componentes no produto não são intermutáveis (e.g. o interface entre o rádio de um carro e o painel de instrumentos é diferente de todos os outros componentes ou subconjuntos ligados ao painel). Na modularidade de entalhe (*bus*), todos os componentes estão ligados através do mesmo tipo de interface, com o entalhe a desempenhar a função de ligação (e.g. um conjunto de fichas de expansão para um computador pessoal). Finalmente, na modularidade seccional (*sectional*), os interfaces são idênticos e standardizados e portanto qualquer elemento pode ser ligado a outro (e.g. mobília de escritório). Estas tipologias da modularidade encontram-se representadas de forma esquemática na Tabela 2. Sanchez (1999) classifica ainda os interfaces entre componentes numa arquitectura de produto em ligação (*attachment*), espacial (*spacial*), transferência (*transfer*), controlo (*control*) e comunicação (*communication*), utente (*user*), ambiente (*ambient*) e envolvente (*environmental*).

Assim, as arquitecturas de produto têm um elevado grau de modularidade quando os seus componentes podem ser desagregados e recombinaados (*mix & match*) em novas configurações com pequena perda de funcionalidade (Langlois, 1992; Sanchez, 1995), i.e. têm uma pequena especificidade sinérgica. Qualquer que seja a perspectiva adoptada em termos de critério de decomposição dos interfaces e do seu mapeamento, raramente se encontram produtos totalmente modulares ou integrais. Constata-se antes, que as duas tipologias (modular e integral) permanecem correntemente nos extremos de um *continuum*, pelo que pode dizer-se que um produto exhibe mais ou menos modularidade que um produto comparativo. Por outro lado, todos os produtos têm algum tipo de arquitectura, mesmo que esta não tenha sido estritamente considerada durante a fase de concepção, em termos do seu grau de modularidade.

Tabela 2. Tipologias da modularidade.

Referências	Classificação	Modelos	Tipos de módulo/modularidade
Pahl e Beitz (1984)	Estabilidade da função alocada ao componente		Módulos básicos e auxiliares implementam funções que são comuns através da família de produtos.
			Módulos especiais implementam funções específicas e complementares que não precisam aparecer em todas as variantes do produto.
			Módulos adaptativos implementam funções relacionadas com a adaptação a outros sistemas e a condições marginais.
Ulrich e Tung (1991)	Como a configuração final do produto é construída		Modularidade de permuta ( <i>swapping</i> ): as variantes de produto são obtidas pela permuta de um ou mais componentes no corpo comum do produto.
			Modularidade ajustada à fabricação: as variantes de produto são obtidas pela mudança contínua de uma característica no interior de um componente.
			Modularidade de entalhe ( <i>bus</i> ): as variantes de produto são obtidas combinando qualquer seleção de componentes a partir de um conjunto de tipos de componentes com um componente que tem dois ou mais interfaces.
			Modularidade seccional ( <i>sectional</i> ): as variantes do produto são obtidas misturando e combinando de um modo arbitrário um conjunto de componentes, sendo ligados pelos seus interfaces.
Ulrich (1995)	Tipos de interfaces entre componentes		Modularidade de encaixe ( <i>slot</i> ): os interfaces entre componentes diferentes, são diferentes.
			Modularidade seccional ( <i>sectional</i> ): todos os componentes estão ligados via interfaces idênticas.
			Modularidade de entalhe ( <i>bus</i> ): caso especial da modularidade seccional, onde há um componente simples, o entalhe, desempenhando a função de ligação.

Pode reter-se também a noção de que a arquitectura de produto torna-se modular quando os interfaces entre os componentes funcionais são especificados para permitirem variações, i.e. combinação e troca (*mix & match*).

Como se verá mais à frente, o grau com que os interfaces podem ser estandardizados constitui um aspecto central na justificação para a difusão dessas especificações pela indústria e eventuais impactes na sua estrutura e modo de coordenação entre unidades organizacionais.

## 2.2 Complexidade e modularidade

Como se viu antes, a arquitectura de produto tem a ver portanto com as partes distintas simples que compõem o produto e com a natureza das suas interligações ou interdependências. O facto dessas partes se poderem encontrar em grande número num produto e a sua interacção poder ser complexa, tem justificado a ligação entre este tópico e o trabalho de Herbert Simon sobre a natureza quase-decomponível da generalidade dos sistemas complexos. De facto, a modularidade como forma de lidar com sistemas complexos foi sugerida inicialmente por Herbert Simon e, em particular, a noção de quase-decomposição (*near decomposability*) tem inspirado os autores que recentemente têm tratado o tópico da modularidade (e.g. Garud e Kumaraswamy, 1995; Sanchez e Mahoney, 1996; Langlois, 2002). Para Simon (1962), a complexidade de um sistema reside no número de partes distintas que o compõem e na natureza das interligações ou interdependências entre elas. Mas, como Simon salienta, a essência de uma coisa complexa é que, para além das suas partes estarem inter-relacionadas, a forma como o estão está longe de ser simples e estática.

Alguns sistemas podem apresentar aquilo que Herbert Simon designa por “quase-decomposição” por oposição a sistemas totalmente decomponíveis. Enquanto estes são

decomponíveis em sub-sistemas independentes uns dos outros, nos sistemas “quase-decomponíveis” as interações entre os sub-sistemas são fracas, mas não necessariamente desprezáveis. Assim, para Simon, a exploração do potencial da quase-decomposição dos sistemas complexos pode ser uma forma de aumentar as possibilidades de os conceber, gerir e influenciar. Neste sentido, a concepção de produtos com arquitecturas modulares corresponde em grande medida à noção de Simon de sistemas quase-decomponíveis. A modularidade pode ser vista então como uma estratégia para lidar com a complexidade, reduzindo o número de elementos distintos num sistema, agrupando-os num pequeno número de subsistemas e ocultando-os porventura no seu interior.

Não é assim surpreendente que a noção de modularidade não seja particularmente nova na investigação em gestão. Por exemplo, a combinação e a troca (*mix & match*) de componentes modulares estandardizados foram perspectivadas inicialmente como um meio para aumentar a variedade de produto sem sacrificar o desempenho operacional (Starr, 1965). Mais recentemente, a modularidade ao nível do produto tem ganho uma crescente visibilidade, em particular devido a práticas adoptadas na indústria automóvel, sendo considerada por alguns autores como um determinante chave em estratégias de personalização em massa (Feitzinger e Lee, 1997).

No entanto, tem havido um interesse crescente na arquitectura dos produtos e nas suas implicações para as estruturas industriais. Dito de outro modo, a modularidade tem sido vista não apenas como princípio base para lidar com a complexidade ao nível do produto mas também ao nível organizacional com eventuais implicações para a dinâmica das estruturas industriais (Langlois, 2002). Com forte inspiração no trabalho de Herbert Simon, a modularidade foi portanto elevada do conceito de concepção para um princípio geral de sistemas, aplicável à tecnologia e às organizações e tem sido

utilizada numa vasta gama de campos que tratam com sistemas complexos em geral (Schilling, 2000) e com as organizações económicas em particular (Langlois, 2002).

Neste quadro, é natural que na literatura sobre arquitecturas modulares ao nível do produto, sejam incluídas também nas pesquisas as eventuais implicações da sua decomposição na divisão de actividades e a consequente necessidade de as coordenar (Baldwin e Clark, 2000). Sanchez e Mahoney (1996) e Arora *et al.* (1998) também partilham da opinião de que a modularidade não é apenas uma característica da concepção do produto, mas que é também uma característica do conhecimento subjacente aos produtos e das organizações que os concebem e produzem.

Também para Baldwin e Clark (1997), esta abordagem à concepção de artefactos possibilita que um produto complexo possa ser construído “a partir de pequenos subsistemas que podem ser concebidos de forma independente ainda que funcionando em conjunto como um todo” (*ibid.*: 84). A concepção de “forma independente” sugere claramente que as implicações podem ser mais vastas, pois o desenvolvimento de módulos “fracamente ligados” pode ser dividido entre diferentes organizações (Sanchez e Mahoney, 1996). Desse modo, um elevado grau de independência entre os processos de concepção desses componentes traduz-se também em interfaces organizacionais simples que contribuem para reduzir a complexidade de todo o processo (Sanchez e Mahoney, 1996). Como resultado, para Gadde e Jellbo (2002), parece haver uma ligação clara entre o aumento da modularização e a subcontratação, não só na produção mas também no desenvolvimento de produtos. Contudo, como se verá mais à frente, as inter-relações entre os dois níveis não são simples; por exemplo, a quase-decomposição e o *mix & match* de módulos físicos ao nível do produto, podem não conduzir às mesmas características ao nível das unidades organizacionais e bases de conhecimento.

Uma noção igualmente útil neste contexto, em particular por reduzir as necessidades de coordenação entre unidades organizacionais, prende-se com a difusão de conhecimento codificado pela indústria. Como salientam alguns autores, a modularidade é conseguida compartimentando a informação em regras de concepção visível e parâmetros de concepção oculta (Baldwin e Clark, 1997, 2000). As regras de concepção visível definem a forma como as funções de um produto são alocadas a componentes físicos, os interfaces que descrevem como os módulos se ligam entre si e os *standards* para testar a conformidade funcional dos módulos e o seu desempenho. Os parâmetros de concepção oculta configuram decisões acerca dos módulos individuais que não têm efeitos no sistema global. Enquanto os parâmetros de concepção oculta se encontram encapsulados no interior dos módulos e não necessitam de ser comunicados para além das suas fronteiras, as regras de concepção visível são amplamente partilhadas e comunicadas (Baldwin e Clark, 2000) pelas organizações numa indústria. Isto permite, segundo os autores, que cada empresa se especialize na concepção e produção de módulos tendo apenas que respeitar as regras gerais partilhadas pelas várias empresas sobre os interfaces entre módulos; ligações ao nível dos produtos e ao nível organizacional bastante mais simples e previsíveis, traduzem-se numa redução da complexidade de todo o sistema.

Contudo, a pretensão de reduzir a complexidade não se tem limitado apenas às actividades de concepção, tendo em vista os seus eventuais impactes na divisão e facilidade de coordenação das actividades de desenvolvimento do produto entre empresas. A modularização pode ter em vista a redução da complexidade nos sistemas de produção (e.g. para facilitar a pré-montagem) (Ulrich, 1995) e/ou nos sistemas ou contextos de uso (Baldwin e Clark, 1997; Sako e Murray, 1999). Estes autores sugerem assim, que além da modularidade na concepção, se pode falar também em modularidade

na produção e modularidade no uso. Como referido antes, a modularidade na concepção assenta na divisão de trabalho entre *designers* de produto que se apoiam na decomposição de sistemas e na integração do conhecimento, assim como nos especialistas de componentes que trabalham os parâmetros dos módulos. Os *designers* do produto estão interessados em reduzir o prazo de entrega e o custo da concepção e desenvolvimento, e.g. através do desenvolvimento em paralelo de módulos por equipas de concepção independentes. Se as tarefas de concepção são independentes entre os módulos, cada um deles pode ser redesenhado sem afectar os outros.

A modularidade na produção é frequentemente associada à subcontratação e ao aumento da eficiência operacional. Aqui, os módulos são normalmente fáceis de testar e instalar (e.g. com um pequeno número de pontos de fixação) e num nível mais baixo da hierarquia do produto, podem ser usados como um meio de postergação com objectivos de personalização do produto através da combinação e troca de componentes estandardizados. A modularidade no uso tem a ver com a decomposição do produto de acordo com a perspectiva do utilizador, que poderá valorizar o *mix & match* de módulos, a facilidade de utilização e de manutenção.

Contudo, a integração das diferentes perspectivas pode não ser simples. Como Sako (2004) nota, as decisões tomadas relativamente a cada um dos tipos de modularidade podem não ser congruentes entre si e as características relevantes dos interfaces podem ser também diferentes; os *designers* enfatizam a função, os fabricantes a facilidade de produção/instalação e os consumidores a facilidade de conexão/desconexão e utilização/reutilização. Isto significa, que diferentes perspectivas (e.g. “concepção”, “produção” ou “uso”) podem resultar em diferentes arquitecturas modulares de produto (von Corswant, 2003).



Podemos concluir, em resumo, que a modularidade tem constituído uma forma de lidar com a complexidade, não apenas ao nível das arquitecturas de produtos como ao nível organizacional, incluindo aqui a divisão de actividades e conhecimento e a necessidade da sua coordenação. De facto, como salientado por Augier e Simon (2003: 41):

*“Organizations are prime examples of nearly-decomposable systems and organizations are the most powerful tools that human beings have found to cope with their bounded rationality by combining their thinking powers. The near decomposability of organizational structures is a means of securing the benefits of coordination while holding down its costs by an appropriate division of labor among subunits”.*

### **2.3 Arquitecturas, estrutura da indústria e inovação**

Como referido antes, numa perspectiva de produto, a modularidade permite a decomposição deste em partes mais pequenas e independentes entre si, os módulos e a sua combinação através de interfaces standardizados. Viu-se também que esta noção parece adquirir particular relevância como forma de conceber e lidar com a complexidade não apenas ao nível do produto mas também ao nível organizacional. Diversos autores têm discutido as inter-relações entre os dois níveis e a exposição destes contributos será feita nesta secção e na seguinte. Nesta secção, essas inter-relações são vistas recorrendo à distinção entre conhecimento arquitectural e conhecimento dos componentes e o grau em que esse conhecimento está disperso pela indústria. Em particular, essa distinção tem permitido discutir processos de inovação na indústria em termos do grau em que envolvem melhorias incrementais ao nível dos módulos ou reconfigurações de natureza mais sistémica.

Segundo Henderson e Clark (1990) é possível distinguir entre inovação modular e inovação arquitectural. Enquanto que no primeiro caso se mudam apenas os conceitos de concepção nucleares da tecnologia nos componentes individuais, no caso da inovação arquitectural mudam apenas as dependências entre componentes. Chesbrough

e Teece (1996) usam distinções similares, mas sugerem que as inovações autónomas e sistémicas requerem concepções organizacionais distintas, associando às últimas a prevalência de organizações verticalmente integradas. Na mesma linha de pensamento, Chesbrough e Kusunoki (2001) argumentam que à medida que os produtos se tornam mais modulares, a coordenação ocorre melhor, através de arranjos da organização descentralizados ou virtuais. Este processo é facilitado pela emergência e difusão de conhecimento codificado pela indústria. Em particular, a fase de maturidade dos produtos favorece a modularidade devido à emergência de regras visíveis de concepção que se difundem e são partilhadas pelas empresas que operam numa dada indústria (Langlois e Robertson, 1995; Ulrich e Ellison, 1998; Pfaffman, 2000; Chesbrough e Kusunoki, 2001; Christesen *et al.*, 2002).

Contudo, estes processos de desintegração vertical podem traduzir-se numa situação em que as inovações arquitecturais se tornem particularmente difíceis de gerar. Conforme referem Langlois e Robertson (1992), a redução das necessidades de coordenação decorrentes da modularidade permite o desenvolvimento de uma indústria dispersa, visto que os participantes podem operar independentemente uns dos outros. Mas, a correspondente subcontratação da concepção e produção de módulos, pode conduzir em última instância à perda do conhecimento arquitectural e controlo sobre o produto ou sistema final. Mais, a criação de *standards* internacionais pode levar à fragmentação da indústria em conjuntos de indústrias pseudo-independentes (e.g. fabrico de bicicletas). Assim, embora a modularidade possa criar uma estrutura da indústria economicamente eficiente, ela pode causar simultaneamente a fragmentação com uma extensão tal que a indústria se sente impedida de inovar para além do nível incremental (Galvin e Morkel, 2001). Segundo estes autores, nestes casos, nenhuma

empresa é suficientemente poderosa para contrariar a arquitectura existente e a modularidade e a fragmentação da indústria reforçam-se uma à outra.

Christensen *et al.* (2002) procuraram explorar a relação entre evolução da arquitectura de produto, padrões de integração vertical na indústria e a satisfação das exigências dos clientes. Os autores concluem, que as vantagens da integração vertical tendem a ser mais fortes em fileiras de mercado onde os clientes estão sub-servidos pela funcionalidade ou desempenho disponibilizados pelos produtos existentes no mercado. Mas quando isto não ocorre e segundo os autores, as arquitecturas de produto ou serviço evoluem da interdependência<sup>5</sup> para a modularidade, conduzindo a indústria da integração vertical para a estratificação especializada. À medida que emergem hiatos de funcionalidade, o processo pode ser invertido, no sentido de uma maior integração vertical pelas empresas na indústria.

Em resumo, o que esta literatura sugere, é que os interfaces estandardizados entre componentes/módulos de arquitecturas de produto, facilitam o estabelecimento do mesmo tipo de interfaces entre unidades organizacionais, onde a necessidade de troca de informação tenderá portanto a ser reduzida. Produtos modulares tendem a estar associados a baixas necessidades de coordenação e troca de informação entre unidades organizacionais, criando condições para o *mix & match* de empresas numa indústria, cada uma detendo conhecimento restrito aos componentes e respectivos interfaces. Nestas condições, as inovações tenderão a ser incrementais e ao nível dos componentes individuais. O mercado, por oposição à hierarquia, tende a ser dominante como forma de coordenação ao permitir a existência de relacionamentos distanciados entre as empresas e aumentando as possibilidade de combinar e re-combinar (*mix & match*)

---

<sup>5</sup> O termo “interdependência” usado pelo autor corresponde aos termos “integral” ou “sistémico” usados por outros autores (e.g. Ulrich, 1995; Chesbrough e Teece, 1996).

fornecedores. Os custos desta dispersão podem manifestar-se pela dificuldade da indústria em gerar inovações sistémicas, já que cada empresa dificilmente terá os recursos e as competências necessárias para re-conceber a arquitectura do produto. Como se verá com mais detalhe nas secções seguintes, este tipo de abordagens tende a remeter para segundo plano a existência de relacionamentos variados entre empresas e, nessa medida, as possibilidades e restrições às actuações das empresas associadas à presença dessa estrutura.

#### **2.4 A organização como reflexo da arquitectura de produto**

Tal como sugerido na secção anterior, parece existir uma relação entre a dinâmica na arquitectura dos produtos e ao nível organizacional. A este respeito, pode dizer-se que existem duas perspectivas contrastantes sobre essa relação, uma que assume a existência de um isomorfismo entre os dois níveis e que é descrita nesta secção e outra que contraria a sua existência, como se verá na secção seguinte.

Vários autores defendem a existência de um isomorfismo entre a arquitectura de produto (modular ou integral) e a arquitectura organizacional/redes de aprovisionamento. A ideia base é de que as organizações que criam produtos tendem a desenvolver estruturas de conhecimento técnico que reflectem a decomposição funcional dos componentes nas suas arquitecturas de produto (Henderson e Clark, 1990).

De acordo com estes autores, a arquitectura de produto determina os canais de comunicação dentro da empresa, os filtros de informação e as estratégias de resolução de problemas. Sanchez e Mahoney (1996: 64) estenderam esta ideia e ofereceram a hipótese de que “ainda que as organizações concebam os produtos, pode também

argumentar-se que os produtos concebem as organizações, em virtude das tarefas de coordenação implícitas na concepção de produtos específicos determinar largamente as concepções organizacionais necessárias para desenvolver e fabricar esses produtos”. Fine (1998) vai mais longe e propõe que as arquitecturas do produto, do processo e da cadeia de aprovisionamentos devam ser determinadas concorrentemente.

Com efeito, Fine (1998), após ter analisado os ciclos de inovação de produtos, processos e de organizações em várias indústrias, encontrou suporte empírico para argumentar que a empresa deve construir e reconfigurar continuamente as cadeias de competências em linha com a evolução da estrutura da indústria. Também aqui o autor sugere uma relação entre os dois níveis. As arquitecturas integrais de produto devem conduzir a redes de aprovisionamento integrais, exibindo elevada concentração geográfica, uma cultura de negócios comum, forte direito de propriedade (posse) e ligações electrónicas (com base em tecnologias de informação). Em contraste, as arquitecturas modulares devem conduzir a arquitecturas de cadeias de aprovisionamento modulares, caracterizadas por uma baixa concentração geográfica, culturas de negócio diversas, ausência de ligações de direito de propriedade e fraca conectividade utilizando tecnologias de informação (Fine e Whitney, 1996; Fine, 1998). Numa perspectiva mais dinâmica e de acordo com (Fine, 1998), à medida que a arquitectura do produto evolui de integral para modular e volta novamente a integral (“hélice dupla”) existe sincronização entre a evolução da indústria e as estruturas da cadeia de aprovisionamentos, as quais, elas próprias, se alteram de vertical/integral para horizontal/modular e voltam novamente a vertical/integral.

Sanchez (1999: 93) sublinha que “no processo de criação e realização de produtos, as empresas criam explicitamente ou implicitamente três tipos de arquitectura, nomeadamente a do produto, a do processo e a do conhecimento”. Segundo o autor, a

arquitectura do produto decompõe as funcionalidades globais numa concepção de produto composta por componentes funcionais e pelas especificações dos seus interfaces que definem como aqueles componentes interagem na concepção do produto. A arquitectura do processo segue, por sua vez, a arquitectura do produto, decompondo-a em actividades específicas da organização e definindo como essas actividades interagem. O mesmo acontece à arquitectura do conhecimento da organização, i.e. à decomposição do conhecimento base em activos de conhecimento específico e nos modos como esses activos interagem com os processos para criarem e realizarem produtos.

Assim, em concepções de produto com base em inter-relações complexas, os componentes fortemente ligados tenderão a desenvolver uma arquitectura do conhecimento que reflecte a estrutura complexa das dependências dos componentes na sua arquitectura de produto. Em contraste, uma arquitectura modular cria domínios de conhecimento fracamente ligados entre si e focalizados em cada componente, também ele fracamente ligado ao nível da arquitectura do produto (Henderson e Clark, 1990).

No entanto, alguma dependência de percurso tem sido reconhecida por estes autores. Por exemplo, Gulati e Eppinger (1996) consideram que a modularidade na arquitectura do produto permite uma escolha mais ampla para a concepção organizacional. Mas notam que a inércia da organização pode tornar importante a direcção causal inversa - da arquitectura da organização para a arquitectura do produto. Assim, a escolha arquitectural do produto influencia a concepção organizacional, mas as estruturas da organização preexistentes e as competências também influenciam a concepção do produto. Dito de outro modo, existe dependência de percurso. No fundo, Sanchez e Mahoney (1996) também reconhecem esta causalidade nos dois sentidos, mas enfatizam claramente o impacte da arquitectura de produto no nível organizacional: “se

bem que as organizações ostensivamente concebem produtos, também pode ser argumentado que *os produtos concebem as organizações*” (*ibid.*: 64, itálico no original). Dito de outro modo, a maneira como a empresa decompõe as suas concepções de produto em componentes funcionais irá deste modo determinar largamente os tipos de processo que irá seguir no desenvolvimento, produção, distribuição e apoio aos seus produtos (Sanchez, 2003). É portanto uma questão empírica aferir qual a direcção causal que tem sido mais forte num período particular de tempo.

Sanchez e Collins (2001), consideram que muitas empresas estão a começar a usar arquitecturas modulares nas suas estratégias de produto, especialmente a criação de “plataformas” na concepção de famílias de produto. As arquitecturas modulares oferecem um poderoso quadro de referência de gestão do conhecimento para identificar as competências e o conhecimento estrategicamente importantes para a empresa e para as alavancarem de forma mais eficiente. Segundo os autores, as arquitecturas modulares providenciam ainda novos meios de coordenar e acelerar processos de aprendizagem distribuída no interior de redes de fornecedores e de empresas colaboradoras. Defendem como princípios a seguir, que os produtos concebem as organizações, a standardização aumenta a flexibilidade e que a disciplina melhora a criatividade.

Relativamente ao primeiro princípio, Sanchez (2003) começa por sublinhar que no processo de desenvolvimento de produtos, pode observar-se a emanação de novos produtos das organizações e por isso conjecturar que “as organizações concebem produtos”. Contudo, a observação do processo de desenvolvimento de produtos sob uma perspectiva arquitectural, ajuda a revelar o profundo impacte que a organização da arquitectura de produto tem no modo como uma organização é estruturada e no seu funcionamento. Dito de outro modo, os processos para desenvolverem e produzirem componentes podem permanecer fracamente ligados (por via dos próprios componentes

terem interfaces estandardizados numa arquitectura modular e estarem portanto fracamente ligados), i.e. eles tornam-se autónomos e não requerem comunicação e coordenação entre grupos de desenvolvimento de componentes, ou seja, os modos fundamentais nos quais “os produtos concebem as organizações”. Segundo o autor, a perspectiva organizacional ajuda a compreender que as melhorias na organização das competências de criação de produtos deverão começar com melhoramentos nas arquitecturas de produto que a organização desenvolve.

No que se refere ao segundo princípio, de acordo com o autor, a melhoria da flexibilidade organizacional na concepção de produtos não será conseguida a menos que a organização das arquitecturas de produto se torne mais flexível, sendo neste caso as arquitecturas modulares o maior contributo para as arquitecturas flexíveis. Na essência, segundo Sanchez (2000), a maneira como uma empresa decompõe e inter-relaciona os componentes na sua concepção de produtos, afectará grandemente a concepção organizacional que ela pode adoptar para desenvolver, produzir e sustentar os seus produtos.

Por fim, relativamente ao terceiro princípio, Sanchez (2003) considera que uma outra percepção comum é que a geração “criativa” de novos produtos requer uma envolvente organizacional “criativa”, a qual é frequentemente assumida como sendo essencialmente não estruturada e na qual pessoas “criativas” podem livremente tentar vários tipos de ideias de novos produtos e maneiras de fazerem as coisas. Como consequência, poderá haver tendência a considerar-se uma envolvente que requeira uma aderência disciplinada a uma estrutura de processo bem definida como sendo inimiga da criatividade. De acordo com o autor, o que a perspectiva arquitectural torna claro, contudo, é que a aderência disciplinada a um processo de desenvolvimento modular bem definido pode permitir o florescer de muitas configurações novas de produtos e



processos. No fundo, aprender a trabalhar num processo modular bem definido e disciplinado pode ajudar as organizações a criar arquitecturas que possibilitam configurações criativas e improvisadas de novos produtos e processos que trabalham na realidade em conjunto.

Como se viu, de acordo com o autor, para além das organizações conceberem produtos, estes também concebem/condicionam aquelas. Por outro lado, a melhoria da flexibilidade organizacional na concepção de produtos é conseguida através de um processo de desenvolvimento disciplinado e bem definido de arquitecturas de produtos modulares, que potencia configurações criativas interligadas de novos produtos e processos.

Segundo Pfaffmann (2000), podem ser derivadas várias implicações a partir do relacionamento entre as arquitecturas do produto e das organizações. Primeiro, a modularidade na concepção do produto reduz a sua complexidade e do processo de desenvolvimento como um todo. A concepção modular representa uma decomposição bem sucedida de tarefas complexas em tarefas menos complexas, as quais podem ser dirigidas a actores especialistas que coordenam as suas actividades quase autonomamente uns dos outros. Segundo, a decomposição do produto ou do problema pode influenciar a estrutura organizacional (Henderson e Clark, 1990). Assim, ajustamentos à arquitectura do produto nos últimos estágios do processo de desenvolvimento, podem afectar directamente a concepção organizacional (Pfaffmann e Bensaou, 1998). Terceiro, um produto com um elevado grau de modularidade contém mais interfaces que um produto menos modular e portanto providencia mais opções para a aprendizagem e mais flexibilidade para integrar funções novas ou melhoradas e componentes físicos relacionados. Finalmente, enquanto a coordenação através do desenvolvimento do componente e da produção, que são encapsulados em

especificações, podem ser deixados a especialistas, a modularidade requer conhecimento sofisticado de como os componentes interagem numa concepção específica de produto. No fundo, esta perspectiva parte da arquitectura do produto e trabalha posteriormente a correspondente concepção da organização<sup>6</sup>.

Em grande medida, pode afirmar-se, esta perspectiva é partilhada por Sanchez e Mahoney (1996) e Sanchez (2003) quando argumentam que os produtos concebem as organizações e que produtos não modulares são melhor produzidos em organizações não modulares e produtos modulares apelam por organizações modulares. Para estes autores, a definição de uma arquitectura de produto integral ou modular tende a desenvolver uma arquitectura de processos e de conhecimento correspondente. Assume-se, que aos interfaces claros e estandardizados ao nível do produto, correspondem interfaces similares entre unidades organizacionais ou bases de conhecimento. Nessa medida, o modo como a empresa define e inter-relaciona os componentes/módulos numa arquitectura de produto, condiciona de forma substancial a arquitectura organizacional que pode adoptar. Analisaremos de seguida as perspectivas alternativas sobre a relação entre os dois níveis, antes de sugerirmos o interesse em abordar a questão considerando as redes de relacionamentos.

## **2.5 Críticas à relação determinista entre arquitectura de produto e organização**

Vários autores têm questionado a relação determinista entre arquitectura de produto e organização, exposta na secção anterior (e.g. Kogut e Bowman, 1995; Sako e Murray, 1999; Langlois, 2002; Sako, 2004). Por exemplo, a perspectiva de Augier e Simon

---

<sup>6</sup> Um exemplo específico desta concepção racional da organização a partir da arquitectura de produto é a derivação da Matriz da Estrutura das Tarefas (*Task Structure Matrix – TSM*) a partir da Matriz da Estrutura de Concepção (*Design Structure Matrix- DSM*) (Baldwin e Clark, 2000, seguindo Eppinger).

(2003) de organizações como sistemas quase-decomponíveis, referida antes, fundamenta-se na troca de informação que tenderá a ser reduzida entre unidades organizacionais com interfaces estandardizados. Pode-se dizer que a lógica subjacente, ao assentar sobretudo na necessidade de troca de informação, permite a transposição com relativa facilidade de características atribuíveis a módulos físicos para unidades organizacionais.

Assim, a designação de produção modular é associada frequentemente aos sistemas de produção nos quais módulos diferentes podem ser produzidos de forma independente e montados rapidamente, flexibilizando o fornecimento para solicitações heterogêneas de clientes. Este tipo de produção combina os benefícios dos relacionamentos afastados, nomeadamente rapidez e flexibilidade na reconfiguração das ligações entre empresas com as vantagens dos relacionamentos de cooperação, especialmente o fluxo rico de informação que atravessa as fronteiras da empresa (Strugeon, 2002). Fine e Whitney (1996) distinguem a dependência da capacidade da do conhecimento. Na primeira, a empresa pode produzir o componente, mas por razões de tempo, investimento, espaço ou outras, socorre-se dos recursos de um fornecedor. Na segunda, a empresa necessita do componente, mas não dispõe de competências para produzi-lo, recorrendo a um subcontratado especialista. A subcontratação pode envolver a concepção e o fornecimento de grandes módulos ou subconjuntos, assim como a transferência de responsabilidades da gestão dos fornecedores de níveis mais baixos para os de primeiro nível (Carbone, 1999). Mas, como nota Araujo (2003 b), a subcontratação da produção pode coincidir ou não com a subcontratação das competências de concepção (Fine e Whitney, 1996), i.e. as empresas podem subcontratar a produção, mas continuarem a reter importantes competências de concepção em casa, que lhes permitirá monitorar mais de perto o desempenho dos fornecedores e preservar a opção de contratar

internamente a produção se e quando a necessidade surgir (Brusoni *et al.*, 2001; Araujo *et al.*, 2003 b).

Como se viu também, Baldwin e Clark (1997, 2000), Sako e Murray (1999) e Sako (2004) distinguem a modularidade na concepção de outros tipos de modularidade, nomeadamente a modularidade na produção e no uso. Mas não é claro como as decisões num domínio causam impacte nos outros. Por exemplo, as decisões sobre a modularização de um produto e subcontratação da produção e a concepção de módulos por fornecedores, poderão envolver considerações sobre as competências existentes nos fornecedores e/ou clientes, assim como quais dessas competências necessitam de desenvolvimento (Lorenzoni e Lipparini, 1999).

Também a noção de organizações modulares usada por vários autores, tem por base a substituição de hierarquias fortemente integradas por estruturas fracamente ligadas (e.g. substituindo a produção interna por contratos de produção) com um elevado grau de formalização e de codificação (Schilling e Steensma, 2001). O princípio central desta concepção organizacional, baseia-se na divisão clara do trabalho entre unidades organizacionais de tal modo que se minimizem as necessidades de coordenação. Um dos incentivos para a criação de organizações modulares, situa-se assim, na flexibilidade obtida através da possibilidade de reconfigurar estruturas à volta de uma plataforma básica organizacional (Ciborra, 1996). A prescrição modular é que as tarefas devem ser repartidas de modo a que cada grupo inclua tarefas altamente interdependentes e que, relativamente a outros grupos, se minimize a necessidade de coordenação através das respectivas fronteiras (von Hippel, 1990)<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Note-se que enquanto von Hippel enfatiza a estrutura das tarefas, Fine e Withney (1996) apontam para a importância do conhecimento. O seu argumento implica a distinção entre partição do conhecimento da partição da tarefa. Esta distinção entre o que se faz e o que se conhece é explorada por Brusoni e Prencipe (2001), a que se fará referência mais à frente.

Numa perspectiva organizacional, a modularidade pode conduzir à ideia de que duas unidades de organização que são independentes não respondem ou interagem uma com a outra de modo nenhum. Mas, como refere Sako (2004), a noção de desligar (*decoupling*) nega a essência de uma organização e, por conseguinte, não há uma arquitectura de organização desligada. Para a autora, tem sido levado demasiado longe a analogia entre arquitectura organizacional e arquitectura do produto, em particular quando se assume que uma arquitectura organizacional modular traduz-se na presença de unidades constituídas por pessoas e tarefas que são fortemente interdependentes no seu interior e quase independentes entre si. As limitações desta analogia, segundo a autora, advêm do facto de que, tal como os esforços de concepção de produto requerem conhecimento arquitectural para assegurar a totalidade das suas funções, os arquitectos da organização deverão assegurar que as unidades modulares se ajustam em conjunto para conseguirem um objectivo prescrito comum (Sako, 2004). A existência de um arquitecto, sugere claramente a necessidade de integração dos esforços dos diferentes módulos através de uma solução não modular, a empresa.

Por outro lado, também as organizações como sistemas complexos, podem ser parcialmente modularizadas através de interfaces bem definidos entre as unidades da organização; nelas, existe geralmente um mapeamento entre tarefas e unidades aos vários níveis hierárquicos. Contudo, como a autora salienta, os interfaces para a arquitectura da organização são geralmente mais difíceis de especificar, quando comparados com os da arquitectura física dos produtos. O equivalente dos “interfaces estandardizados” na concepção do produto para a organização são os procedimentos operativos *standard* e os relativos à documentação e comunicação entre as unidades, mas estes podem ser mais difíceis de estandardizar e estabilizar ao longo do tempo.

Adicionalmente, a autora considera que a modularidade na arquitectura do produto fornece uma grande amplitude de escolha entre arquitecturas de organização alternativas, mas a escolha exacta da forma organizacional e das fronteiras depende da estratégia da empresa, das condições dos factores e da distribuição existente das competências. Em particular e com especial relevância para esta tese, Sako (2004) considera que o quadro de referência de Sanchez (1999) não ignora a possibilidade de existirem dois sentidos na relação entre a arquitectura organizacional (incluindo as redes de aprovisionamento) e as possíveis escolhas da arquitectura do produto. Isto porque, segundo a autora, as arquitecturas de produto e organizacionais existentes num certo momento, reflectem investimentos realizados ao longo do tempo nem sempre facilmente reversíveis (*path dependence*). De facto, Sako e Murray (1999) e Sako (2004) encontraram suporte empírico em estudos sobre a indústria automóvel que permitem concluir que mesmo que duas empresas disponham de uma arquitectura modular idêntica para um dado produto, elas podem tomar decisões diferentes relativamente a subcontratar a concepção e a produção dos módulos. Segundo a autora, a estrutura e natureza dos relacionamentos entre uma empresa e os seus fornecedores e as intenções dessa empresa relativamente à base de conhecimento tecnológico que quer manter, ajudam a explicar a existência de diferentes trajectórias.

Também para Araujo (2003 b), o quadro de referência de Sanchez (1999) pressupõe um grau de hierarquia e interdependência entre diferentes tipos de arquitecturas (do produto, do processo e do conhecimento) que necessita de mais investigação. De acordo com este autor, essa literatura tende a ignorar a extensão das repercussões da interacção entre as diferentes arquitecturas na rede de aprovisionamentos da empresa, a qual por seu lado, pode afectar o modo como as arquitecturas do produto, do processo e do conhecimento se relacionam umas com as outras.

Tal como Sako, também Kogut e Bowman (1995) levantam dúvidas sobre a capacidade de se obter um grau de standardização de interfaces organizacionais similar ao obtido entre interfaces físicos ao nível do produto. Como os autores notam, o conceito de um interface *standard* em termos de produto, pode não existir na estrutura organizacional, pela simples razão de que os sistemas humanos têm o potencial de aprenderem e de se adaptarem. Além disso, os interfaces das actividades são geralmente fluidos e permeáveis em vez de standardizados e rígidos. Assim, estes sistemas raramente podem ser decompostos da mesma maneira que os sistemas físicos, na medida em que podem adaptar-se e aprender através de meios que não estão disponíveis para estes. Também Schrader e Goppert (1997) argumentam que, ainda que as arquitecturas de produtos modulares permitam a repartição das tarefas (cf. von Hippel, 1990), as interdependências destas não podem ser usadas como critério único para a sua partição. O domínio da especialização é uma dimensão importante para a sua partição, especialmente entre empresas. Contudo, segundo os autores, quando tarefas altamente interdependentes caem entre domínios de especialização, ou são tomadas medidas para reduzir a interdependência entre tarefas, ou cada uma das partes aprende como desempenhar a tarefa crítica. Existe portanto, a este nível, uma dinâmica que pode estar ausente quando se fala em modularização dos produtos.

Esta noção é consistente com a admissão da possibilidade de poderem ocorrer alterações na arquitectura da organização ao longo do tempo, apesar da arquitectura dos produtos se manter estável. Como notam Ulrich e Ellison (1998), as decisões acerca da internalização ou da subcontratação das actividades de concepção e de produção, são frequentemente decisões conjuntas, em virtude das interdependências entre estas actividades. Contudo, os autores sublinham que as actividades de concepção e produção podem ser desintegradas quando o processo de produção amadurecer, ao ponto em que

as regras de concepção explícitas (visíveis) possam ser formuladas e portanto se possa decidir como esses processos podem ser decompostos e integrados.

Langlois (2002) é particularmente crítico dos argumentos que sugerem um relação simples e clara entre arquiteturas modulares e organizacionais. Para o autor e na linha de Richardson (1972), as empresas tendem a especializar-se em actividades que requerem competências similares às que já dispõem. A coordenação dessas actividades apela à transmissão de informação através de uma variedade de mecanismos, pelo que, tal como Sako (2004), para o autor “a organização surge como uma resposta não modular devido ao facto e à necessidade das interacções entre os módulos” (*ibid.*: 32). Para o autor, o que Sanchez e Mahoney (1996) pretendem dizer ao afirmarem que “os produtos concebem as organizações” é que, se os processos requerem equipas de produção ou activos específicos, proporcionam o surgimento de uma estrutura não modular (a “hierarquia”); em caso contrário, será mais adequada uma estrutura modular (o “mercado”). No fundo, como nota Langlois, a reivindicação de Sanchez e Mahoney (1996) é uma variante da ideia de que os processos de produção concebem as organizações. Mas este determinismo não é provavelmente tão vincado como se afigura; até certo ponto, “a tecnologia concebe as organizações no mesmo sentido em que o Ártico concebe os ursos polares: os ursos surgem também como estruturas suficientemente bem adaptadas e por conseguinte reflectindo a natureza do ambiente que enfrentam. No caso da tecnologia e da organização, algumas vezes os ursos polares podem conceber o Ártico” (Langlois, 2002: 32). Com esta analogia o autor pretende sublinhar que as relações causais podem ser nos dois sentidos.

Outra corrente de literatura, tem abordado o tópico da modularidade em produtos e sistemas complexos. Não deixa de ser curioso, tendo em conta as referências frequentes



a Herbert Simon, que é precisamente através dos estudos sobre concepção de produtos complexos que surgem algumas das críticas mais relevantes à noção de que existe um isomorfismo entre arquitecturas de produto e organizacionais. De facto, tem sido argumentado que as fronteiras do conhecimento das empresas (aquilo que sabem) podem estender-se para além das da sua produção (aquilo que fazem) e, além disso, a evolução do seu conhecimento e domínios do produto pode assentar em princípios e dinâmicas diferentes (Brusoni *et al.*, 2001). Com base no estudo de integradores de sistemas complexos (e.g. motores de aviões), os autores afirmam que não existe um mapa um-para-um entre a arquitectura do produto e a organizacional. Essas empresas integradoras de sistemas, desenvolvem competências sobre sub-sistemas e módulos que não fabricam, de forma a acompanharem a evolução tecnológica nesses domínios, poderem dialogar com as empresas que os concebem e produzem e assegurarem a sua integração bem sucedida nos sistemas que concebem. Ou seja, a adopção de uma arquitectura de produto modular não conduz *per se* a um modelo de organização modular, pelo menos se tomarmos em consideração os fluxos entre bases de conhecimento das várias empresas envolvidas na concepção e produção de tais sistemas complexos (Brusoni e Prencipe, 2006).

Também Araujo (2003 b) considera que, contrariamente às pretensões de Sanchez e Mahoney (1996), os interfaces do produto não se reflectem directamente nos interfaces organizacionais e as fronteiras do conhecimento da empresa diferem fundamentalmente das fronteiras definidas pelas decisões de produzir ou comprar. Noutras palavras e tal como salientado antes, algumas empresas “conhecem mais do que fazem” no sentido de que estão aptas a coordenar redes fracamente ligadas de fornecedores de componentes e de conhecimento especializado (Brusoni *et al.*, 2001; Hobday *et al.*, 2005). Dito de outro modo, quando partilham conhecimento e se encontram ligadas entre si por uma

rede de relacionamentos, as fronteiras das empresas não coincidem com as suas fronteiras proprietárias (Dyer e Singh, 1998). Nalguns casos, tal como referido acima relativamente aos integradores de sistemas, é necessário que as empresas desenvolvam aptidões para captar e integrar informação e conhecimento a partir de fontes externas, i.e. desenvolvam “capacidades de absorção” (Cohen e Levinthal, 1990). Brusoni e Prencipe (2001) defendem mesmo, que a crescente divisão de trabalho gerada pela modularidade, pode apelar cada vez mais e não menos, a interações fortes entre empresas e a esforços conjuntos e deliberados de coordenação nos níveis organizacional e de conhecimento.

Recorde-se que, também Sako (2004), com base em estudos empíricos na indústria automóvel, considera que a trajectória das empresas estudadas não é apenas determinada pela modularidade *per se*, mas também pela natureza das suas relações com os fornecedores e pelas suas estratégias tecnológicas, podendo aquelas empresas ter percursos diferentes. Eventualmente, parte da explicação poderá residir na rede de relacionamentos que foi desenvolvida ao longo do tempo, como sugerido pela autora.

A noção de que as empresas não são ilhas de coordenação planeada num mar de relações de mercado, mas estão ligadas em conjunto por padrões de cooperação e afiliação, foi há muito avançada por Richardson (1972). Piore (1992: 443) afirma mesmo que “o que pensamos como redes, pode ser a forma natural de organização e mercados e hierarquias podem ser dois extremos”. Também Postrel (2002) reforça esta ideia, ao considerar que o mundo económico não é composto apenas por transacções afastadas pela ignorância mutua, uma vez que são identificados esforços de integração de conhecimento através da quantidade de tempo despendido em reuniões, conversas, explicações/exposições e nas tentativas de compreensão entre pessoas com diferentes

bases de conhecimento. O autor refere o estudo empírico de Dyer (1998), como providenciando alguma luz na diferença entre as fronteiras do conhecimento e as fronteiras proprietárias da empresa. Ao olhar para os relacionamentos entre os fornecedores de componentes e os grandes construtores automóvel do Japão e dos EUA, pôde concluir que as fronteiras do conhecimento não são, claramente, as mesmas que as fronteiras proprietárias da empresa, i.e. a divisão do trabalho e do conhecimento não são necessariamente coincidentes, tal como salientado mais tarde na literatura sobre integração de sistemas (e.g. Brusoni *et al.*, 2001). Por exemplo, para evitar a armadilha da modularidade (cf. Chesbrough e Kusunoki, 2001)<sup>8</sup>, a capacidade de integração de sistemas pode ser essencial para se poder evoluir de uma geração de produto para outra. Desta forma, as empresas podem contrariar a sua eventual incapacidade futura de incorporar no produto componentes baseados em novas tecnologias e, com esse fim, devem aceder às competências de outras empresas.

A existência destes arranjos organizacionais pode ser assim associada à criação de sistemas de desenvolvimento que encorajam a aprendizagem mutua. Como salientado por Kogut e Bowman (1995), a literatura sobre modularidade não só subestima a permeabilidade entre unidades organizacionais, como também o papel da estratégia ou actuações deliberadas dos actores no sentido em que a concepção organizacional deve estruturar as interacções entre unidades em vez de passivamente as reflectir, por exemplo, através de mecanismos como as equipas multifuncionais que proporcionam aprendizagens partilhadas (Richardson, 1999).

---

<sup>8</sup> Para estes autores, as empresas que não adaptam os seus arranjos organizacionais, podem cair naquilo que definem por “armadilhas” de integralidade e de modularidade. O primeiro tipo, manifesta-se quando uma tecnologia integral se torna modular e as empresas retêm uma organização centralizada. A “armadilha da modularidade” surge quando a tecnologia muda da fase modular para a fase integral, mas as empresas mantêm um arranjo organizacional descentralizado.

Nessa medida, a dicotomia entre empresa e mercado, entre coordenação directa e espontânea, subjacente a grande parte da investigação sobre a relação entre a modularidade de produtos e a organizacional, pode deixar de fora um fenómeno importante para entender as inter-relações entre os dois níveis, os relacionamentos entre actores.

Como se viu acima, vários autores partilham a noção de que não é clara a existência de um isomorfismo entre as arquitecturas de produto e da organização. Vários estudos empíricos realizados na indústria automóvel por alguns autores (e.g. Sako e Murray, 1999; Sako, 2004), revelam existir uma influência mútua entre as arquitecturas do produto e da organização, assim como uma dependência do caminho percorrido (*path dependence*). Num sentido importante, como foi salientado, ao contrário dos produtos, os interfaces da organização são mais difíceis de especificar uma vez que são fluidos e permeáveis em vez de estandardizados e rígidos. Estes podem possibilitar a troca e a partilha do desenvolvimento do conhecimento, para além da simples troca de informação, estando apenas esta disponível para os artefactos físicos. Os actores podem aprender com outros actores e com a sua experiência na concepção, produção ou uso dos artefactos. Nalguns casos, as empresas podem ter que saber mais do que aquilo que fazem.

A literatura revista nesta secção, aponta claramente para a eventual associação entre estes fenómenos e a presença de relacionamentos entre empresas. Por isso, aborda-se na secção seguinte, um conjunto de argumentos que apontam para a necessidade de considerar os relacionamentos entre empresas, como um aspecto relevante na interacção entre a arquitectura de produto e a organização. Antes de voltarmos a esta questão, apresenta-se de forma sucinta, uma particular perspectiva dos sistemas

industriais como redes de relacionamentos. Desta forma, pode-se tirar partido de um quadro conceptual que tem permitido abordar a dinâmica das fronteiras entre empresas, e das restrições e possibilidades que enfrentam, no acesso e desenvolvimento de competências nesses contextos.

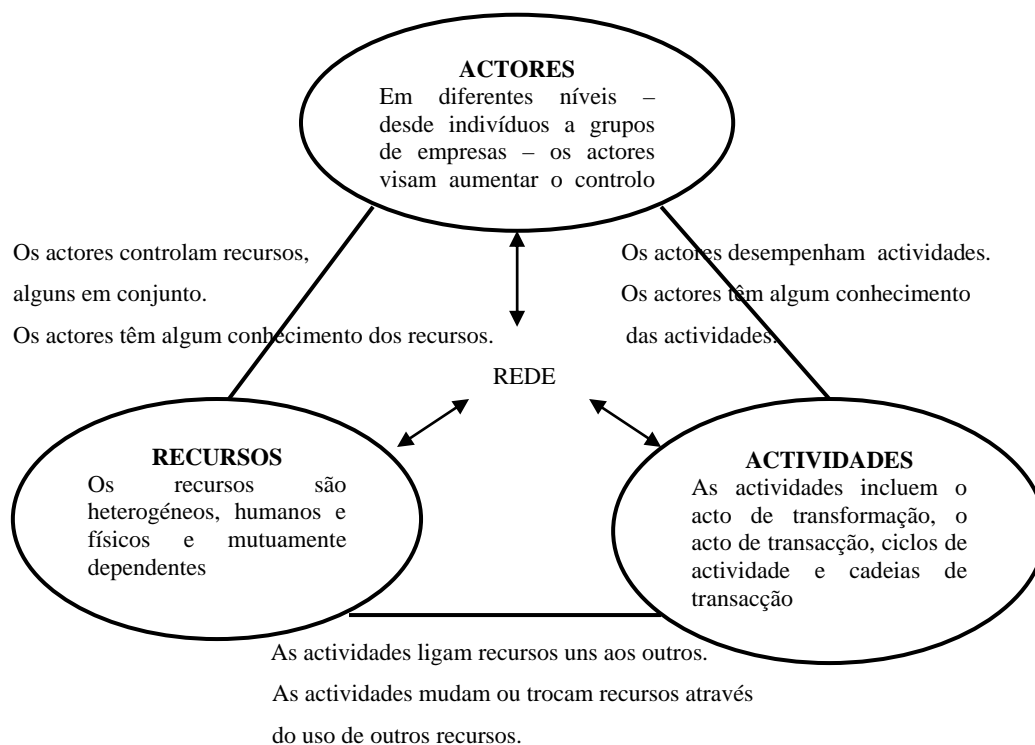
## **2.6 Uma perspectiva de redes industriais**

Nesta secção, começa-se por descrever resumidamente o modelo de redes industriais. Um dos aspectos centrais da abordagem de redes industriais, tem sido a importância dos relacionamentos entre empresas, assim como as razões que explicam a sua emergência. Mais do que um mero veículo que possibilita a troca de informação, os relacionamentos configuram o desenvolvimento e a troca de conhecimento. Neste contexto, as fronteiras das tarefas (divisão do trabalho) podem não coincidir com as fronteiras do conhecimento; uma empresa pode saber mais do que aquilo que faz. Dito de outro modo e como será sugerido na secção seguinte, a existência de relacionamentos de uma empresa com outras empresas, pode ser essencial para a geração de conhecimentos de componentes que não produz, mas ainda assim, necessários à sua integração bem sucedida num particular produto. A deslocação do foco dos produtos para as competências, ao permitirem acomodar a existência de uma variedade de interfaces nos relacionamentos entre empresas, traz consigo uma visão mais difusa das fronteiras destas. Neste contexto, as restrições e possibilidades de actuação de cada empresa e as suas decisões sobre arquitecturas de produto, devem ser vistas considerando também a sua inserção numa rede de relacionamentos.

### 2.6.1 O modelo ARA - Actores, Recursos e Actividades

A Abordagem de Redes Industriais, providencia uma base conceptual coerente para a compreensão da complexidade desta intrincada rede de relacionamentos. O modelo de redes industriais é constituído por três classes de variáveis, nomeadamente os actores, os recursos e as actividades (Håkansson, 1987; Håkansson e Johanson, 1992). Håkansson e Johanson (1992), consideram que o objectivo principal do modelo é tornar possível uma análise integrada de estabilidade e mudança na indústria e o secundário, providenciar a base para o estudo dos papeis desempenhados pelos actores nos processos de desenvolvimento industrial. Na estrutura base do modelo, cada uma das três variáveis (actores, recursos e actividades) insere-se numa rede própria, mas por serem interdependentes entre si, o conjunto total assume a designação de rede industrial (ver a Figura 1).

Figura 1. O modelo de rede.



Os actores são aqueles que executam actividades e/ou controlam recursos e dependendo do nível de análise, podem ser indivíduos, grupos de indivíduos, partes de empresas, empresas ou grupos de empresas (Håkansson e Johanson, 1992). Os relacionamentos entre os actores são desenvolvidos através de processos de troca, o que lhes permite o acesso aos recursos de outros e faz com que cada actor esteja integrado numa rede de relacionamentos com outros actores. Uma vez que os actores controlam recursos e desempenham actividades, pretendem de uma forma geral aumentar o seu controlo sobre a rede, fazendo crescer a sua autonomia e reduzindo a influência de outros que tenham objectivos diferentes ou conflituosos. Este controlo sobre os recursos pode ser obtido directamente através da posse, ou indirectamente, através dos relacionamentos e a dependência de vários actores de um actor focal pode permitir que este tenha acesso aos recursos controlados por aqueles.

O facto de controlarem diferentes combinações de recursos e actividades e estarem inseridos em diferentes relacionamentos, permite que cada actor seja perspectivado como sendo único, em virtude de adquirir um conhecimento diferenciado acerca das actividades, recursos e de outros actores na rede (Håkansson e Johanson, 1992). Segundo os autores, numa rede há interesses conflituosos e comuns assim como esforços conjuntos para providenciarem por aqueles interesses. Nestes esforços, os actores usam o seu conhecimento da rede e os relacionamentos com outros actores, para aumentarem o seu controlo sobre a rede.

As actividades ocorrem, quando um ou vários actores combinam, desenvolvem, trocam ou criam recursos através da utilização de outros recursos (Håkansson e Johanson, 1992). Podemos distinguir dois tipos de actividades básicas: de transformação e de transferência ou troca. No primeiro tipo de actividades, os recursos

são alterados de alguma forma e são sempre controlados directamente por um só actor; no segundo tipo, aquelas são transferidas entre actores e ligam as actividades de transformação destes. Em virtude das actividades de transformação e transferência estarem ligadas, formam-se cadeias de transacção potenciando a criação de redes de actividades.

As actividades podem estar encadeadas entre si de diferentes maneiras e com vários graus de interdependência. A procura de eficiência na execução de actividades, pode envolver esforços visando a redução da quantidade de recursos utilizados para as desempenhar, adaptações mútuas de recursos e actividades ao longo do tempo e a aprendizagem de como desempenhar e coordenar as actividades de novas formas. As melhorias incrementais ocorrem, em virtude de alguma estabilidade, que resulta de rotinas e regras informais criadas devido à repetição continuada das actividades e à adaptação e aprendizagem dos actores ao longo do tempo. Conforme referem Håkansson e Johanson (1992), em virtude da eficiência poder ser sempre melhorada através da mudança da estrutura da rede de actividades existentes, dificilmente se pode assumir a existência de níveis óptimos de eficiência.

Os recursos, são os meios controlados pelos actores para levar a cabo as actividades de transformação e de troca, requerendo a sua combinação também recursos, pelo que as actividades de transformação requerem recursos de transformação e as de transferência requerem recursos de transferência (Håkansson e Johanson, 1992). O uso e o valor de um recurso específico, depende de como ele é combinado com outros recursos. Segundo Håkansson (1987), os recursos consistem em activos físicos (e.g. equipamento e material), financeiros e humanos (e.g. força de trabalho, conhecimento e relacionamentos). Os relacionamentos, ao permitirem o acesso e confrontação de



recursos de vários actores, podem também ser perspectivados como um dos recursos mais importantes para as empresas.

De acordo com Håkansson e Johanson (1992), o conhecimento e a experiência dos recursos é importante dada a sua natureza heterogénea, uma vez que quando são combinados, o seu desempenho conjunto aumenta através da aprendizagem experimental e da adaptação. Esta cria, por sua vez, novas possibilidades para combinações novas e melhoradas. Håkansson (1987), considera que apenas a criatividade humana será o limite às combinações possíveis de recursos, já que estas são ilimitadas e estão fortemente associadas ao conhecimento e à aprendizagem dos actores.

Em resumo, as três classes básicas de variáveis (actores, actividades e recursos), estão funcionalmente ligadas, formando no seu seio uma estrutura em rede. Isto porque, as actividades e recursos que cada actor controla, estão inseridos em cadeias de actividades e constelações de recursos interligados entre si de diferentes formas. Os investimentos tangíveis e intangíveis dos actores, na criação destas estruturas ao longo do tempo, geram algum grau de estabilidade; mas a variedade de percepções, interesses e de processos de aprendizagem contribuem para a mudança. Nessa medida e de acordo com Håkansson e Johanson (1992), as redes combinam estabilidade e mudança; algum grau de estabilidade nalgumas dimensões da rede é necessária para que a mudança ocorra e vice-versa.

Uma vez que uma parte importante dos recursos da empresa se encontra para além das suas fronteiras proprietárias, a interacção entre actores é essencial para a compreensão dos relacionamentos (que no modelo de rede são perspectivados também como recursos) e portanto para a interacção entre empresas. Dada a existência de interdependências entre relacionamentos, as interacções no âmbito de um relacionamento podem afectar e ser afectadas por outros relacionamentos. Ao

reconhecer-se a possibilidade de interacção entre actores (e.g. o controlo indirecto de recursos através das relações) e da aprendizagem nesse contexto associada à presença de relacionamentos substanciais entre actores, pode-se assumir que os produtos (e as suas arquitecturas) são desenvolvidos e adaptados ao longo do tempo (não são um dado adquirido), envolvendo processos que vão além das fronteiras proprietárias de cada empresa. É pois no seio desta densa rede de cooperação e afiliação, mas também de conflito, onde há troca e desenvolvimento de conhecimento (Håkansson e Waluszewski, 2002), que as arquitecturas dos produtos podem também ser concebidas em relação estreita com as redes de aprovisionamento e envolvendo os actores, os recursos e as actividades. Esta perspectiva, como se verá em seguida, constitui uma abordagem possível à análise da relação entre arquitecturas de produto e organizacionais. O contraste com as abordagens a este tópico existentes, será discutido mais detalhadamente nas secções seguintes.

### **2.6.2 Redes de aprovisionamento e as fronteiras relacionais da empresa**

A questão da inter-relação entre modularidade aos níveis do produto e organizacional, não tem sido explicitamente discutida no âmbito da abordagem de redes industriais. Contudo, como sugerido antes, a perspectiva das redes industriais pode ser particularmente útil para abordar o tema, na medida em que o sistema industrial é visto como uma rede de relacionamentos conectados entre empresas. Portanto, no contexto desta tese, assume-se que no âmbito da definição da arquitectura do produto, as empresas podem ter necessidade de avaliarem e gerirem os seus relacionamentos com fornecedores e/ou clientes. Este processo pode envolver aprendizagem sobre os contextos produtor e utilizador, assim como das suas competências e intenções.

Uma das implicações da adopção desta perspectiva, é a de abandonar a dicotomia empresa *versus* mercado e reconhecer a possibilidade da dinâmica na arquitectura de produto poder estar intimamente associada à estrutura e dinâmica dos relacionamentos em que as empresas estão inseridas. Por exemplo, quando se afirma que a divisão do trabalho entre empresas pode não coincidir com a divisão de conhecimento (cf. Brusoni e Prencipe, 2001), esta constatação geral, pode traduzir-se na presença de particulares tipos de interfaces ao nível dos relacionamentos de uma empresa com outras empresas específicas e não tanto com uma indústria constituída por actores “sem rosto”.

Como referido antes, a existência de relacionamentos de longa duração entre empresas, desenvolvidos através de um processo cumulativo de interacção, traduz-se num certo grau de estabilidade e portanto de estrutura nos sistemas industriais (Easton, 1992). A existência de conectividade entre os relacionamentos, suporta a perspectiva de Loasby (1991) dos efeitos não aditivos a esse nível; as formas como esses relacionamentos são combinados, podem ser relevantes para se entender a trajectória da empresa e as suas pretensões (cf. Sako, 2004; Mota e Castro, 2004). Convém reter, no entanto, que o estabelecimento, desenvolvimento e manutenção de um relacionamento, envolve sempre pelo menos duas partes, diversas nas suas competências e interesses (Håkansson e Snehota, 1995). Isto significa, que os resultados das acções de um actor não têm necessariamente que corresponder aos seus propósitos. Isto decorre naturalmente, de se assumir que o controlo sobre a rede é sempre parcial e que o conhecimento de cada actor sobre a rede, sobre outros actores, recursos e actividades pode ser falível.

A respeito das cadeias de aprovisionamento, Novak e Eppinger (2001), por exemplo, sugerem que não há um caminho óptimo para configurar as actividades de

uma empresa ou de uma arquitectura de produto. Em vez disso, concluem que uma empresa que focalize ambos os requisitos do produto e a aptidão da sua cadeia de aprovisionamentos, terá um desempenho melhor do que aquelas que focalizam somente as características do produto ou as estruturas organizacionais. Esta conclusão, suporta a perspectiva de (Fine, 1998), que recomenda que a arquitectura dos produtos, processos e cadeias de aprovisionamento devem ser consideradas simultaneamente, uma vez que as tarefas de concepção, produção e aprovisionamento são muitas vezes altamente interdependentes. Por exemplo, as decisões acerca da internalização ou da subcontratação das actividades de concepção e de produção, são frequentemente decisões conjuntas, em virtude da interdependência entre estas actividades (Ulrich e Ellison, 1998). Também Salvador *et al.* (2002 b) admitem que a interdependência entre a concepção de produto, do processo e da cadeia de aprovisionamentos tem sido reconhecida e teve primeiro a atenção de Hoekstra e Romme (1992), embora reconheçam conhecer-se muito pouco acerca de como as decisões da concepção do produto, do processo e da cadeia de aprovisionamentos devem ser consideradas para se maximizar o desempenho operacional e da cadeia de aprovisionamentos.

A investigação do aprovisionamento numa perspectiva de redes industriais tem, por outro lado, suportado a noção de as empresas necessitam de uma variedade de fornecedores com conjuntos diferentes de competências (Araujo *et al.*, 1999; Gadde e Snehota, 2000; Gadde e Håkansson, 2001). Nalguns casos, os clientes preferem fornecedores que têm em linha de conta a concepção e as especificações de produção e estão aptos para produzir a baixo custo e noutros, preferem interfaces com fornecedores mais complexos e interactivos onde ambas as partes podem confrontar o seus domínios de aptidão na procura do melhor uso das suas competências conjuntas. A procura de algum tipo de compromisso entre os relacionamentos com os fornecedores por um lado

e a retenção do conhecimento necessário à integração de sistemas por outro, assume-se fundamental para as empresas poderem alinhar os seus arranjos organizacionais com a eventual mudança da tecnologia.

Partindo do princípio de que a base de recursos da empresa está frequentemente localizada para além das suas fronteiras proprietárias, é natural reconhecer a necessidade da existência de interfaces que ligam os recursos de empresas formalmente independentes. De facto, noções como *Supply Chain Management*, reflectem a crescente relevância estratégica das redes de fornecedores para o desempenho das empresas clientes (e.g. Araujo *et al.*, 2003 b). Daí a importância que tem sido atribuída à conceptualização desses interfaces relacionais e as suas implicações para as eficiências estática (produtividade) e dinâmica (inovação) das empresas (Araujo *et al.*, 1999). Nesta linha de pensamento, Araujo *et al.* (1999) caracterizam quatro interfaces diferentes tendo como base o modo como uma empresa pode aceder aos recursos dos seus fornecedores. Os interfaces dizem respeito sobretudo a interdependências técnicas, que surgem, quando as bases de recursos entre fornecedor e comprador são ligadas através das actividades de transferência ou de troca.

O primeiro tipo de interface surge, quando o conhecimento necessário para o uso e para produzir não estão relacionados entre si. Neste caso, os interfaces, assim como os produtos trocados, são “estandardizados”. Este tipo de interface, permite portanto, relacionamentos mais afastados ou distantes entre as unidades organizacionais. Noutras situações, a empresa compradora pode preferir um produto personalizado, envolvendo o fornecimento de características específicas do produto final e/ou de como deve ser produzido. Neste segundo caso, é necessário um interface “especifico”, através do qual, os recursos do comprador e fornecedor são até certo ponto adaptados entre si. Um

terceiro tipo de interface ocorre, se o interesse do comprador se baseia na função do produto face ao seu contexto de utilização. Este interface é chamado “tradução”, porque o fornecedor tem de interpretar as características funcionais genéricas definidas pelo cliente e integrá-las sob a forma de produto. O quarto tipo de interface, baseia-se num diálogo aberto entre comprador e fornecedor, sobre como combinar o seu conhecimento sobre os contextos do utilizador e do produtor e desenvolverem as especificações em conjunto. Este processo, pode ser descrito por aprendizagem conjunta, designando-se os interfaces como “interactivos”. Estes interfaces, exigem usualmente relacionamentos próximos entre as empresas intervenientes.

Esta variedade ao nível dos interfaces, acomoda a noção de que a modularidade de produtos complexos pode apelar por interfaces mais interactivos e fortes entre empresas e não o contrário (cf. Brusoni e Prencipe, 2001). Em vez de uma redução nas necessidades de troca de informação entre as unidades organizacionais (interfaces estandardizados), mesmo perante arquitecturas modulares, pode esperar-se a presença de uma diversidade de interfaces associada a diferentes exigências em termos de conhecimento das partes envolvidas, tanto dentro como entre organizações. No fundo, os interfaces traduzem as diferentes soluções que as empresas desenvolvem, face a outras empresas específicas e não a um mercado em abstracto, para aceder e combinar os seus próprios recursos com os dos seus fornecedores (e clientes). Afigura-se assim, que diferentes tipos de interfaces possam ser encontrados em ambos os níveis, o que contrasta com a literatura tradicional sobre modularidade, em particular a correspondência directa entre interfaces estandardizados ao nível de produtos e organizacionais.

Nas situações onde as interdependências técnicas no seio de um produto se propagam através das fronteiras de várias empresas, os desafios vão no sentido do desenvolvimento de outras fronteiras para interação. Por vezes, esses desafios podem ser enfrentados pela modularização dos produtos, i.e. através de esforços para manter as interdependências técnicas no seio dos módulos enquanto os interfaces entre eles devem ser tão visíveis quanto possível (Dubois e Wynstra, 2005), mas isso não se traduz necessariamente no *mix & match* de fornecedores, sem uma avaliação cuidada sobre com quem interagir ou não (von Corswant, 2003; Mota e Lourenço, 2005).

Esta perspectiva diferenciada dos interfaces, permite também uma visão mais fina dos papéis de empresas integradoras de sistemas (e.g. Brusoni, 2003). Por um lado estas necessitam de “saber mais do que aquilo que fazem”, ou seja, necessitam de manter e desenvolver as suas competências tecnológicas e científicas em casa de forma a poderem identificar, propor e implementar soluções para problemas complexos. Por outro lado, necessitam de coordenar redes de fornecedores de componentes e de competências especializadas. Ambos os aspectos, tal como sugerido pelo quadro conceptual das redes industriais, devem ser encarados considerando os relacionamentos específicos a cada empresa subjacentes às necessidades de acesso, geração e difusão de competências que enfrenta ao longo do tempo.

A relevância destes aspectos, para mudanças nas fronteiras proprietárias das empresas, pode também ser vista recorrendo à noção de custos de transacção dinâmicos proposta por Langlois e Robertson (1995). Estes custos, são definidos como “os custos de persuasão, negociação, coordenação e ensinamento de fornecedores externos”, ou alternativamente “os custos de não termos as competências de que necessitamos, quando necessitamos delas” (*ibid.*: 35). Segundo estes autores, a codificação e difusão

do conhecimento pela indústria conduz à disponibilidade generalizada de competências e a uma redução das necessidades de integração vertical. Contudo, a desintegração vertical pode não ocorrer, não só devido à inércia associada a rotinas entretanto desenvolvidas, como sugerem estes autores, como também à natureza dos relacionamentos que foram sendo estabelecidos ao longo do tempo entre empresas (Mota e Castro, 2004).

De facto, tem sido argumentado que as fronteiras verticais da empresa reflectem os seus relacionamentos com “contrapartes” específicas (*specific counterparts*) e o modo como endereçam a divisão e a integração do conhecimento através de configurações de competências directas e indirectas (Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro, 2003, 2004). Para estes autores e tendo por base a distinção proposta por Loasby (1998) entre competências directas e indirectas, as fronteiras da empresa são determinadas pelas competências necessárias para levar a cabo as actividades produtivas assim como pelas competências que a empresa requer para interagir com os seus clientes, fornecedores e outros actores externos.

Araujo *et al.* (2003 a) levam mais longe a discussão sobre as fronteiras da empresa, defendendo a existência de fronteiras múltiplas. No que respeita, por exemplo, à arquitectura de produtos, os autores referem que por via dos padrões das ligações das competências directas e indirectas da empresa com outras, nem as empresas nem as competências podem ser perspectivadas como entidades discretas, assumindo-se central a interacção entre competências no seio e através das fronteiras proprietárias da empresa. Assim, os interfaces físicos dos produtos podem não se traduzir nos interfaces organizacionais e as fronteiras do conhecimento da empresa podem diferir das fronteiras definidas pela simples decisão de produzir ou subcontratar os componentes constituintes do produto. No âmbito desta perspectiva, em vez de se encararem os integradores de



sistemas como “mãos visíveis” operando num mercado anónimo e com fronteiras de conhecimento que vão além das suas fronteiras proprietárias, faz sentido considerar a inserção desses integradores em redes de relacionamentos com interfaces variados e dinâmicos. A variedade a este nível, permite reconhecer o seu eventual papel como meios de usar e influenciar e não meramente de aceder, a competências dispersas por actores específicos nos seus percursos e interesses (Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro, 2004, 2005).

No contexto da estrutura das competências indirectas (a “organização externa” da empresa), as competências estreitamente complementares mas muito dissimilares podem conduzir a relacionamentos fortes e complexos entre empresas. Estes interfaces “interactivos”, usando a tipologia de Araujo *et al.* (1999), sugerem claramente que o desenvolvimento de competências não ocorre de forma isolada, mas no contexto de um conjunto de comportamentos de relacionamentos com clientes, fornecedores e outros actores. Assim, as decisões que determinam as fronteiras da empresa a partir de uma perspectiva de competências, estão sempre integradas no padrão das interdependências que a empresa criou e requerem frequentemente ajustamentos múltiplos e conectados a esse padrão. Esta perspectiva contrasta grandemente com as noções de que as fronteiras emergem como resultado de decisões discretas de produzir ou comprar itens individuais, em grande medida presente na literatura sobre a modularidade e em particular, naquela que tende a encarar as empresas como ilhas isoladas, assegurando cada uma as actividades de concepção e produção de artefactos, sejam ou não módulos independentes entre si.

Ao reconhecer-se que as empresas se podem empenhar em ensinar outras assim como a aprender com outras, pode-se esperar a criação de alguma redundância nas suas

bases de conhecimento. Isto contrasta com a noção de interfaces estandardizados, porque através destes processos, essas empresas podem combinar o seu conhecimento de como os produtos devem ser concebidos, produzidos e usados. Esta aprendizagem conjunta ou interactiva, envolve não apenas influências mútuas, como também constitui um capital ou vínculo associado aos investimentos de ambas as partes no âmbito dos relacionamentos entre as empresas (Håkansson e Snehota, 1995). Isto sugere que a aprendizagem tem, por isso, frequentemente um carácter sistémico e multipartido.

Adicionalmente, os efeitos dessas aprendizagens podem propagar-se além de uma empresa ou relacionamento a uma variedade de empresas directamente e indirectamente conectadas. De facto, a conectividade entre relacionamentos sugere a interdependência entre competências directas e indirectas e a necessidade de cada empresa repartir com as contrapartes os efeitos derivados da diversidade a esse nível. Segundo Mota e Castro (2004), a evolução das fronteiras da empresa e portanto da sua rede de aprovisionamentos, envolve mudanças graduais em configurações particulares de conexões específicas, as quais afectam (e são afectadas por) o desenvolvimento e a distribuição de competências. Com efeito, a noção do produto como uma “*network entity*” (Dubois e Pedersen, 2002), reflecte não apenas a ênfase dada a desenvolvimentos interactivos entre fornecedores e clientes (Ford *et al.*, 1998; 2002), mas também a necessidade ocasional para as empresas actuarem nas redes de relacionamentos nas quais se encontram inseridas (Gadde e Håkansson, 2001).

No âmbito do tópico em estudo, poderão portanto existir relacionamentos envolvendo acesso, ensino e aprendizagem e, nesta medida, a divisão de trabalho em termos de quem produz os módulos, pode não coincidir com as ligações entre corpos do conhecimento subjacentes à sua concepção. Neste contexto, uma vez que esses

relacionamentos são específicos aos fornecedores, a empresa pode ser confrontada com a necessidade de os combinar com o fim de no final se obter o produto pretendido. Investimentos e aprendizagens desenvolvidas no âmbito destes processos, restringem as possibilidades de acção de cada empresa, mas também constituem uma base para a geração de novas soluções, quer ao nível do produto, quer em termos organizacionais.

Na análise que nos propomos fazer, este quadro conceptual providenciará uma base para analisar interdependências entre arquitecturas de famílias de produtos e a organização e coordenação das actividades de concepção e produção, considerando o papel dos meios de produção, das próprias empresas e dos relacionamentos configurados nas redes de aprovisionamento, assim como o contexto em que estes são firmados. Impõe-se fazer agora uma síntese da revisão bibliográfica, focando o interesse dos assuntos tratados para a relação entre a arquitectura de produto/modularidade e as redes de aprovisionamento.

## **2.7 Síntese e questões de pesquisa**

Com o fim de possibilitar a geração das questões de pesquisa, vamos analisar a relevância dos temas abordados para a modularidade/organização, começando por rever-se sucintamente o tema da modularidade para o ligar depois à abordagem de redes industriais, em particular à natureza difusa das fronteiras das empresas quando se consideram processos de acesso e geração de conhecimento.

Ainda que a noção de modularidade não seja nova na investigação em gestão, a crescente divisão e especialização na produção de conhecimento, manifesta-se, entre outros aspectos, pela presença de uma tendência para a subcontratação nalguns sectores/indústrias. A modularidade nas arquitecturas dos produtos ganha relevância

neste contexto, na medida em que tem sido associada por vários autores, tanto à divisão do trabalho e conhecimento, como às formas da sua integração.

Recorde-se que a modularidade é criada numa arquitectura de produto, quando os interfaces entre os componentes funcionais são estandardizados e especificados, para permitir a substituição de uma gama de variações dos componentes na arquitectura do produto, sem requerer mudanças nas concepções de outros componentes (Garud e Kumaraswamy, 1995; Sanchez e Mahoney, 1996). Na realidade, os produtos situam-se geralmente no interior de um *continuum*, visto serem raros os casos em que são estritamente integrais ou modulares.

Como vimos, a relação entre arquitecturas de produto e organizacionais tem sido investigada por vários autores. Uma das abordagens, que se pode designar por tradicional, tem adoptado a perspectiva de que “os produtos concebem as organizações”. A lógica subjacente, reside na noção de que as arquitecturas fortemente modulares permitem uma divisão de trabalho fina e a partição das tarefas entre organizações. A modularidade ao nível do produto afecta as formas de organização das actividades, permitindo nomeadamente a sua coordenação através de estruturas ou unidades organizacionais fracamente ligadas entre si e cada uma delas desenvolvendo e produzindo os componentes que são integrados no produto ou sistema final. Em geral, assume-se portanto, que a arquitectura de produto modular (integral) conduz a arquitecturas organizacionais e redes de aprovisionamento modulares (integrais) (Sanchez e Mahoney, 1996; Arora *et al.*, 1998). A prescrição de formas de organização “modulares” é particularmente relevante no âmbito desta tese, ao apontar para os potenciais benefícios de flexibilidade associados ao “*mix & match*” de fornecedores (uma das características de produtos com arquitectura modular) através de relacionamentos de mercado.

Esta relação entre a arquitectura do produto e a arquitectura da organização/rede de aprovisionamentos deixa de ser óbvia, quando se assume que os interfaces organizacionais podem ser mais permeáveis e complexos do que os interfaces físicos e estandardizados entre componentes ao nível do produto. Esta perspectiva tem sido suportada, enfatizando a dificuldade em especificar e estabilizar os interfaces organizacionais quando comparados com os da arquitectura física dos produtos (e.g. Kogut e Bowman, 1995; Sako e Murray, 1999; Langlois, 2002; Sako, 2004). Alguns aspectos devem ser salientados. Um aspecto particularmente relevante quando se consideram os processos de concepção e desenvolvimento de produtos é que, ao contrário dos componentes físicos, os sistemas humanos têm o potencial de aprenderem e de se adaptarem e os respectivos interfaces organizacionais podem ser fluidos e permeáveis em vez de estandardizados e rígidos (Kogut e Bowman, 1995). Em segundo lugar, há evidência empírica da coexistência de trajectórias distintas de empresas do sector automóvel em termos das suas fronteiras proprietárias, mesmo quando os produtos apresentam graus similares de modularidade (Sako e Murray, 1999; Sako, 2004). Segundo estas autoras, diferenças no envolvimento dos fornecedores na concepção de produtos e nas decisões sobre áreas tecnológicas a desenvolver, podem ser mais relevantes em termos de explicação, que o grau de modularidade dos produtos *per se*. Finalmente, no âmbito da literatura sobre modularidade de produtos complexos, existe evidência de que as fronteiras do conhecimento não têm que coincidir com a divisão de trabalho entre empresas (e.g. Brusoni e Prencipe, 2001; Brusoni *et al.*, 2001).

Contudo, nada é dito nesta literatura sobre a natureza dos interfaces relacionais e variados usados pelas empresas para desenvolverem e acederem a recursos e que podem afectar a sua capacidade de inovação e de eficiência (cf. Araujo *et al.*, 1999). Há no

entanto indicações de que a estabilidade e mudança nas fronteiras organizacionais poderá ser melhor entendida abandonando a dicotomia empresas *versus* mercado (cf. Richardson, 1972) e focando também a rede de relacionamentos como mecanismo de coordenação, acesso e desenvolvimento de competências na indústria (e.g. Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro, 2004).

Como notado, no âmbito da abordagem de redes (e.g. Håkansson, 1987; Axelsson e Easton, 1992; Håkansson e Snehota, 1995) o tópico da modularidade não tem sido objecto de estudo. Contudo, os contributos desta literatura permitem encarar o mercado como uma rede de relacionamentos conectados que podem variar substancialmente entre si e em particular com diversos tipos de interfaces entre contextos de produção e uso. Parece assim evidente o interesse em abandonar-se a perspectiva dicotómica dos mercados e hierarquias como formas básicas de governação, que tem dominado grande parte da literatura sobre modularidade.

No fundo, da revisão da literatura pode concluir-se que as decisões arquitecturais do produto são em última análise decisões acerca de onde o conhecimento do componente e o conhecimento arquitectural devem residir numa rede de aprovisionamentos. Mas, equacionar a arquitectura integral com a proximidade e fortes laços relacionais e a modularidade com a dispersão e relacionamentos mais distanciados, pode ser demasiado simplista. Com efeito, como se procurou salientar, as dimensões da interacção entre as arquitecturas de produto e as redes de aprovisionamento não são claras e necessitam de mais estudo.

Neste quadro, a emergência de uma particular arquitectura de produto e a sua evolução ao longo do tempo, são processos que devem ser vistos considerando a sua inter-relação com as configurações próprias de competências directas e indirectas de cada empresa (Penrose, 1959; Loasby, 1998; Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro,

2004). Araujo *et al.* (2003 a) defendem que, na essência, as competências indirectas permitem-nos compreender como as empresas “conhecem mais do que fazem”, como tem sido argumentado por Brusoni e Prencipe (2001). Esta perspectiva é consistente com a abordagem de competências, nomeadamente a noção da empresa como “um local de coordenação assim como de criação, implementação e difusão do conhecimento produtivo” (Dosi e Marengo, 2000: 81); mas adiciona um aspecto importante: o que acontece no interior de uma empresa é parcialmente determinado pela rede de relacionamentos em que está inserida e pelas interpretações sobre essa rede.

Dito de outro modo, uma empresa está inserida num contexto de outras empresas e portanto, noutros conjuntos de competências directas e indirectas. Algumas dessas competências são orientadas ou conectadas a uma contraparte específica e a matriz resultante das conexões providencia um grau de estrutura e inércia para os sistemas industriais (Axelsson e Easton, 1992; Potts, 2001), conduzindo o desenvolvimento de competências que por sua vez reproduzem e transformam essas ligações. Neste cenário, nem as empresas, nem as competências e nalguns casos, nem os produtos, como “*network entities*” (Dubois e Pedersen, 2002), deverão ser perspectivados como entidades estáticas e discretas passíveis de serem combinadas e recombinações de forma não problemática através de interfaces estáveis e claramente definidos (Araujo *et al.*, 2003 a).

Do que foi exposto, pode concluir-se que o pressuposto por alguns autores da existência de influências pré-determinadas que ligam as decisões da arquitectura do produto à organização das empresas incluindo as redes de aprovisionamento, não se afigura portanto adequado. Decisões sobre a arquitectura de produtos podem ocorrer no âmbito de uma rede complexa de actores que interagem entre si, envolvendo aspectos técnicos, económicos e organizacionais. Isto significa que uma cadeia de

aprovisionamentos depende não apenas das condições das empresas que a integram, mas sobretudo do modo como as suas actividades e recursos estão relacionados com os de outras cadeias de aprovisionamento (Gadde e Håkansson, 2001). É pois visível a necessidade de se transpor as fronteiras de propriedade da empresa, para entender as motivações (distribuídas) e os impactes (variados e distribuídos) da evolução das arquitecturas de produto.

Da revisão da literatura, emerge um conjunto de questões de pesquisa inter-relacionadas:

1. Em termos gerais, pretende-se investigar qual a relevância para a relação modularidade/organização do facto das empresas poderem estar inseridas em redes de relacionamentos conectados (em vez de entidades atomísticas no mercado).

De acordo com o que vimos, as decisões arquitecturais do produto são em última análise decisões acerca de onde o conhecimento do componente e o arquitectural devem residir numa rede de aprovisionamentos. Contudo, a empresa está inserida num contexto de outras empresas e portanto noutros conjuntos de competências directas e indirectas, onde a própria matriz de ligações que se estabelece, conduz o desenvolvimento de competências que reproduzem e transformam essas ligações ao longo do tempo. Os actores e os relacionamentos entre eles, geram um grau de estabilidade essencial para conceber, produzir e usar novos produtos, cujas arquitecturas podem ser mais ou menos integrais ou modulares. Nessa medida, através desta questão geral de pesquisa, procura-se avaliar a relevância ao longo do tempo, da rede de relacionamentos entre várias empresas para a arquitectura dos produtos e vice-versa.

A resposta a esta questão geral conduz a várias outras mais específicas:



2. Quem está envolvido sobre as decisões da arquitectura de produto, quais os benefícios da modularização para as empresas, como são tomadas as decisões e avaliado o seu impacte potencial? Esta questão de pesquisa reconhece a possibilidade das decisões sobre a modularidade (e a avaliação do seu impacte potencial) poderem ser tomadas em vários pontos da rede e nas interacções entre actores, eventualmente com percepções e interesses diversos. Note-se que a literatura tradicional sobre modularidade assenta grandemente na dicotomia mercado (atomístico) *versus* empresa, o que leva esses autores a remeter para a penumbra o confronto de perspectivas, interesses e competências no âmbito de relacionamentos parcialmente específicos às contrapartes.

3. Como é que as empresas alinham as estratégias de produto e da organização (incluindo as redes de aprovisionamento) e porquê? Com esta questão, pretende-se avaliar e compreender melhor as inter-relações entre a modularidade e a organização da rede de relacionamentos ao longo do tempo, i.e. a dependência do percurso (*path dependence*) resultante dos investimentos realizados pelos actores ao longo do tempo em infra-estruturas de produção, equipamentos, competências e relacionamentos. Assume-se, basicamente, que a dinâmica da rede de relacionamentos e as interdependências específicas entre estes, incluindo ligações entre actividades e entre recursos, podem influenciar e ser influenciadas pelas decisões sobre a arquitectura de produto referidas na questão de pesquisa anterior. A noção de produtos como “*network entities*”, deve recordar-se, enfatiza a existência de conectividade entre relacionamentos. Esta pode traduzir-se, não só na propagação de efeitos além dos relacionamentos directos entre uma empresa e cada um dos seus fornecedores (e/ou clientes), mas também nos relacionamentos entre fornecedores e na divisão de trabalho entre estes.

4. Como é que a interacção entre a arquitectura de produto e a concepção organizacional pode variar ao longo do tempo e em que medida é que essas mudanças decorrem da natureza mais permeável dos interfaces organizacionais (incluindo os relacionamentos com outras empresas), relativamente aos interfaces físicos entre produtos. É possível, neste quadro, detectar se existe ou não uma direcção causal mais forte num período particular do tempo, no sentido em que as escolhas sobre a arquitectura de produtos tenham determinado a concepção organizacional ou vice-versa?

Recorde-se, a este respeito, o argumento de que a modularidade não é apenas uma característica dos produtos, mas também é uma característica do conhecimento subjacente aos produtos e às organizações que os concebem e produzem. Faz sentido, por isso, procurar analisar, durante um particular período de tempo, se alterações de uma arquitectura de produto para uma maior ou menor modularidade conduziram, só por si, a alterações similares nas exigências de coordenação entre unidades organizacionais, ou se foram sobretudo desenvolvimentos ao nível dos relacionamentos e competências dos actores, nomeadamente devido à natureza mais permeável e dinâmica dos interfaces organizacionais, que condicionaram de forma relevante particulares soluções em termos da concepção da arquitectura de produtos.

## Capítulo III

### Metodologia de investigação

#### 3.0 Introdução

Pretende-se descrever, neste capítulo, as escolhas efectuadas relativamente à metodologia adoptada e as correspondentes justificações, face às questões de pesquisa e ao quadro teórico de base.

Começa por referir-se, na primeira secção, as razões que levaram à adopção da abordagem de redes industriais como quadro teórico de referência. Esta abordagem perspectiva as empresas como interagindo entre si em redes de relacionamentos, influenciando e sendo influenciadas no âmbito dessas relações. A conectividade entre relações, a complexidade decorrente dessa conectividade e a importância da dimensão temporal são também condicionantes salientados na concepção de pesquisa. As questões de pesquisa que resultaram da discussão teórica da revisão bibliográfica apontam também, através do modo como são colocadas, para o tipo de pesquisa a utilizar. Justifica-se depois, na segunda secção, o método de pesquisa seguido – o estudo de casos – assim como a sua adequação a esta investigação, nomeadamente com o quadro de referência teórico adoptado. Na terceira secção, são referidas as múltiplas fontes de dados e os métodos a utilizar para a sua recolha, análise e apresentação. Por fim, na quarta secção são referidos os caminhos escolhidos, sendo tecidas considerações sobre o contexto empírico, nomeadamente a escolha das empresas e dos produtos, o processo de investigação, outras escolhas importantes realizadas e o contexto do estudo.

### 3.1. Concepção de pesquisa

A necessidade de interpretar o mundo social tem conduzido, em várias contribuições no âmbito da abordagem de redes industriais, a argumentar e informar sobre o uso do estudo de casos, assim como à procura de mecanismos subjacentes e à sua actuação nas redes industriais (Easton, 1995, 1998; Aastrup, 2000). Isto porque, segundo os autores, a mudança e a estabilidade que ocorrem não só no interior, mas também entre empresas, no âmbito dos relacionamentos entre elas, são numa perspectiva ontológica similares, i.e. um processo de conduta que transforma e reproduz estruturas.

Håkansson e Snehota (1995) recuperaram a noção de Håkansson (1982) de relacionamentos e ampliaram-na para a noção de redes, contrastando os relacionamentos de díade com os existentes num contexto mais amplo – uma rede de relacionamentos conectados. No primeiro caso, a fronteira é desenhada arbitrariamente à volta do relacionamento e todas as explicações sobre o que acontece no seio dos relacionamentos deverão ser encontradas no interior deste quadro. No último, o que acontece em cada relacionamento não pode ser dissociado da integração do relacionamento focal noutros relacionamentos.

Os autores sublinharam a importância dos efeitos da conectividade, considerando que a generalização desta nos relacionamentos implica a existência de uma estrutura agregada, uma forma de organização que classificaram como uma rede. Håkansson (1987) define uma rede como um quadro de referência no seio do qual tem lugar a interacção, mas que é também o resultado da interacção, pelo que é afectada pelas trocas entre actores. A noção de conectividade dos relacionamentos, também implica que os processos dinâmicos estejam no centro da abordagem das redes industriais.

Com o fim de possibilitar o estudo dos relacionamentos entre empresas, a conectividade entre eles e a complexidade inerente, levadas a cabo através das fronteiras

da empresa, adopta-se, conforme já referido no quadro teórico de referência, a abordagem de redes industriais. Como se viu, no âmbito desta abordagem, as empresas são perspectivadas como inseridas em redes de relações interagindo com outras, influenciando e sendo influenciadas por actores no contexto desses relacionamentos.

Conforme referem Axelsson e Easton (1992) e Easton (1995), no campo das redes industriais a abrangência do tempo do estudo é relevante, uma vez que é através da mudança que as propriedades da rede (e.g. relacionamentos e conectividade) se manifestam. Assim, grande parte do trabalho empírico, seguindo a tradição das redes industriais, permanece preocupado com as dinâmicas e a mudança, nomeadamente a mudança da tecnologia e portanto da arquitectura do produto. Adicionalmente, no âmbito deste trabalho, interessam os processos de aprendizagem dos actores, ao longo do tempo.

Do que foi referido, constata-se que a temporalidade, assim como as dinâmicas nos relacionamentos e nas redes e ainda as fronteiras para se estudar os efeitos da interacção e da conectividade, assumem uma importância fundamental neste estudo. Tanto quanto diz respeito à temporalidade, a própria noção de relacionamento está envolvida pelas noções de temporalidade e de acontecimentos. Um relacionamento consiste numa matriz de uma série de episódios interdependentes e processos de adaptações mutuas especializadas. O estudo dos relacionamentos analisa como os processos de troca coalescem à volta de modelos e estruturas particulares. A noção de redes assume que os efeitos da conectividade são tipicamente indirectos e desfasados no tempo e portanto apenas observáveis sobre um determinado período de tempo (Dubois e Araujo, 2004).

Para Easton (1995, 1998), a conectividade entre relacionamentos, a complexidade inerente (e.g. através dos vínculos entre actores) e a importância do factor tempo, como características das redes industriais, têm condicionado as opções de estratégia da

pesquisa a seguir. Estas características colocam fortes restrições ao uso da inferência estatística, necessitam de fontes adequadas de dados e de formas múltiplas para a sua obtenção e em virtude de algumas propriedades das redes se manifestarem ao longo do tempo, apelam pela utilização de estudos longitudinais.

Dubois e Araujo (2004) referem que, segundo uma perspectiva analítica de uma população, os casos assumem-se como exemplos no seio de uma população uniforme e amplamente indiferenciada. A abordagem analítica da população requer casos rigidamente delimitados, atribui-lhes propriedades genéricas e recusa todas as transformações relativas à sua natureza. Porém, uma perspectiva de narrativa assume que todos os casos têm fronteiras difusas, assumem propriedades que têm significados específicos e permitem ou mesmo desenvolvem a transformação dos casos à medida que o processo de investigação se desenvolve (Abbott, 2001). Dubois e Araujo (2004) notam que a abordagem da narrativa ignora as variáveis quando elas são consideradas como não importantes, enquanto a abordagem analítica da população considera todas as variáveis como sendo sempre proeminentes. As abordagens narrativas seguem ligações causais e tentam explicar acontecimentos em termos da relevância causal dos factores. Esta atenção selectiva de quais os factores que são relevantes numa dada explicação, enfatiza a conjunção daqueles que actuam em conjunto em circunstâncias específicas, em vez de um conjunto de variáveis que actuam independentemente e continuamente.

Para Dubois e Araujo (2004), a característica distintiva dos estudos de caso é que os analistas têm atenção não apenas à sucessão temporal mas também à dimensão episódica dos acontecimentos, com foco na associação da lógica e da teoria marcada nestes. Com efeito, as características referidas da pesquisa em redes industriais, ligadas à perspectiva destas como sistemas abertos (Dubois e Gadde, 1999), tem conduzido à

utilização do estudo de casos como o método preferencial no estudo deste fenómeno (Easton, 1995, 1998; Dubois e Gadde, 1999, 2002).

Numa perspectiva de justificação epistemológica da metodologia adoptada, com o fim de dar resposta à lógica da generalização envolvida, pode argumentar-se que, ainda que dentro de uma orientação positivista um caso tenha uma utilidade sobretudo exploratória (Easton, 1998), não sendo adequado para realizar inferências estatísticas, já que estas se fundamentam num número elevado de casos para poderem generalizar para a população, no contexto de uma orientação epistemológica realista (Tsoukas, 1989; Sayer, 1992, 2000), o valor das generalizações depende da natureza qualitativa dos objectos a que se referem. O primeiro tipo de generalizações acaba por reflectir um enfoque naquilo que Sayer (1992, 2000) designa por relações formais entre objectos, i.e. relações de semelhança ou dissemelhança, por oposição às relações substanciais de conexão e interacção.

Correntemente, o estudo de casos envolve a selecção de um grande número de unidades de análise (e.g. abordagens extensivas) ou um número reduzido de unidades para análise (e.g. abordagens intensivas). Sayer (1992, 2000) faz referência às diferenças entre concepções de investigação extensivas e intensivas. Como o próprio nome sugere, a investigação extensiva mostra-nos essencialmente como um certo fenómeno extensivo e os padrões deste se encontram na população, enquanto a investigação intensiva está preocupada principalmente com o que faz as coisas acontecerem em casos específicos, ou qual o tipo de universo de significados que existe numa situação particular. Conforme refere o autor, a investigação intensiva é forte na explanação causal e na interpretação de significados no contexto, mas tende a ser muito consumidora de tempo e portanto apenas trata de um pequeno número de casos. Em vez de focar as similaridades formais entre eventos, este tipo de investigação procura

detectar e analisar relações substanciais entre eventos. A investigação intensiva persegue relações substanciais de ligação e situa as práticas no seio de contextos amplos, iluminando portanto os relacionamentos parte-todo (Sayer, 2000).

Ao adoptarmos neste estudo como quadro de referência teórico a abordagem de redes industriais, com foco nos relacionamentos entre actores e na sua conectividade, estamos a considerar que estes proporcionam uma matriz de ligações que conduz ao desenvolvimento de competências. Estas, por sua vez, reproduzem e transformam essas ligações subjacentes às decisões sobre a arquitectura de produto, que ocorrem no âmbito de uma rede complexa de partes que interagem (perspectiva dos produtos como “*network entities*”). Está-se assim a incorporar as características e também as condicionantes já referidas.

As questões de pesquisa, além de definirem os dados a obter e onde, apontam também, pelo modo como são colocadas, para o tipo de estratégia de pesquisa a adoptar (Yin, 2003). Com efeito, “em vez de assumirmos entidades pré-determinadas e privilegiar relacionamentos entre variáveis como atributos que descrevem essas entidades, o modo relacional de pensamento sugere o uso de uma metodologia flexível, que trata em paralelo a conectividade e os processos dinâmicos, que são o coração das redes industriais” (Dubois e Araujo, 2004: 6).

Quanto à relação entre a escolha do estudo de casos com as questões de pesquisa, tem sido sugerido que os estudos de casos dão enfoque a questões do tipo “como” e “porquê” (Meredith, 1998; Voss *et al.*, 2002; Yin, 2003). A evidência pode ser qualitativa, quantitativa ou ambas e são especialmente apropriados no estudo de novos tópicos (Eisenhardt, 1989). Para Eisenhardt (1989: 534), o estudo de casos como estratégia de pesquisa “...focaliza-se na compreensão das dinâmicas presentes no seio de composições únicas”. Por exemplo, as competências adquiridas por um actor focal na



concepção de uma dada arquitectura de produto podem ter sido desenvolvidas no âmbito de relacionamentos com clientes e subcontratados num determinado período de tempo ou, as alterações na arquitectura de produto podem originar alterações nos relacionamentos entre os actores, podendo eventualmente as alterações nos relacionamentos originar também alterações na arquitectura de produto.

Neste estudo, pretende-se investigar essencialmente como e porquê a arquitectura de produto interage com as redes de aprovisionamento, envolvendo vários actores diferentes. Esta questão ampla é tratada, procurando analisar-se quatro aspectos inter-relacionados, como sejam: (1) qual o interesse para a modularidade/organização o facto das empresas estarem inseridas em redes de relações conectadas; (2) quem está envolvido nas decisões da arquitectura do produto; (3) como são alinhadas as estratégias de produto *versus* organização e (4) qual a direcção causal arquitectura de produto *versus* organização mais forte num período particular de tempo.

No entanto, as perspectivas de como a teoria é criada a partir de dados empíricos, diferem. Eisenhardt (1989) propõe uma abordagem indutiva, argumentando que idealmente o estudo de casos deverá começar sem a consideração de teoria e sem hipóteses para testar. Contrariamente, outros autores (e.g. Meredith, 1998) propõem uma abordagem dedutiva. Com efeito, de acordo com Yin (2003), o desenvolvimento da teoria é uma parte essencial da fase de concepção para o estudo de casos, já que os contactos de campo relevantes dependem de uma compreensão – ou teoria – do que está a ser estudado. Porém, conforme referido por Bowey e Easton (2003) a propósito dos relacionamentos, a identificação e categorização de entidades específicas e dos seus componentes subjacentes, torna-se um exercício analítico crucial, uma vez que emergem indutivamente e dedutivamente, deslocando-se nos dois sentidos, entre as descrições dos relacionamentos e a literatura.

Dubois e Gadde (2002) argumentam no mesmo sentido. Os autores propõem a combinação sistemática como uma abordagem abductiva, onde o quadro de referência teórico, o trabalho de campo empírico e a análise do caso evoluem simultaneamente, num movimento contínuo, entre o mundo empírico e o mundo modelo. O quadro de referência teórico desempenha um papel importante, embora ele não seja nem forte e pré-estruturado, nem fraco e emergente, como nas abordagens dedutivas e indutivas, respectivamente. Em vez disso, os autores sugerem um quadro de referência forte e em desenvolvimento, que dá forma à perspectiva do investigador do mundo empírico, ao mesmo tempo que está a ser continuamente formado pelas observações empíricas, i.e. o quadro de referência original é sucessivamente modificado, não só como resultado dos dados empíricos encontrados e não antecipados, mas também do conhecimento teórico ganho durante o processo. Este processo, suporta a consideração de Ragin (1992, 2000) de que as ideias e a evidência são mutuamente dependentes, i.e. nós transformamos a evidência em resultados com o auxílio das ideias e fazemos que tenham sentido as ideias teóricas e elaboramo-las ligando-as à evidência empírica.

O presente trabalho envolveu um processo iterativo entre o quadro teórico e os dados empíricos. É o resultado da combinação e adaptação da teoria e dos dados empíricos, baseado nas ideias, no conhecimento, na experiência e nas perspectivas pessoais, assim como nas de outros, em combinação com diferentes ferramentas e modelos. Através da análise das inter-relações entre diferentes actividades, recursos e actores, pretende-se seleccionar e compreender os relacionamentos onde possam ser identificadas diferenças, tendo em atenção o produto e que, de entre outras coisas, possam ser atribuídas à sua arquitectura. Porém, para se perceber como (e porquê) os relacionamentos se desenvolvem, é necessário que o estudo inclua também aspectos

mais de “contexto”, em que o percurso dos actores é ”*path-dependent*” e neste contexto, a “história interessa”. Dito de outro modo, é necessário que o estudo seja longitudinal.

Surgirão assim várias dependências entre o fenómeno estudado e o seu contexto, pelo que, de acordo com Yin (2003), continua a ser adequada a utilização do estudo de casos, já que possibilita a análise de um fenómeno no seu contexto de vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não são evidentes. Também Easton (1998), ao discutir a pesquisa em redes industriais, quando se refere à conectividade entre actores da rede, suporta esta perspectiva. Os produtos objecto de estudo terão de ser relacionados com outros dentro da sua família de produto, assim como com outros tipos de recursos (e.g. equipamento de produção) sendo envolvidas também várias empresas fornecedoras, as quais por seu lado, terão ligações com outras.

Para Dubois e Araujo (2004), na investigação de redes industriais a distinção entre o fenómeno e o seu contexto é problemática e dependente da teoria. Por outro lado, pode-se acrescentar também que nem o fenómeno nem o seu contexto são necessariamente conhecidos antes do início da investigação. A tarefa do analista é com frequência construir progressivamente o contexto e as fronteiras do fenómeno, à medida que a teoria é confrontada com o método e com as observações empíricas. O objecto da investigação, as suas fronteiras, o contexto e o horizonte, são assim emergentes e resultados manifestados do processo de investigação. O método do estudo de casos torna numa vantagem essas incertezas, como um modo de penetrar neste mundo complexo, em vez de o perspectivar como a opção ausente quando um investigador é confrontado com assuntos distintos mas confusos ou intrincados.

Face ao exposto, o estudo de casos é considerado como um modo de pesquisa adequado para obter conhecimento válido sobre objectos e relações (substanciais) entre si (Tsoukas, 1989), o que constitui uma força e não uma fraqueza (Dubois e Gadde,

1999). Em virtude do tipo de questões de pesquisa que levantámos e à visão relacional da indústria, o estudo intensivo afigura-se mais adequado. Seguindo Yin (2003), o objectivo é a generalização analítica, i.e. expandir e generalizar teorias e não enumerar frequências (generalização estatística), que se encontra portanto associada à justificação epistemológica apresentada.

### **3.2 A pesquisa baseada no estudo de casos**

A contribuição do método do estudo de casos para o desenvolvimento das abordagens analisadas anteriormente, está intimamente ligada com a flexibilidade do método para tratar com a questão temporal e de fronteira do estudo. Efectivamente, contrariamente aqueles que assumem que a investigação baseada em casos é um método mais adequado numa fase exploratória e apropriado nos estádios iniciais do desenvolvimento de um paradigma, o método tem também vindo a ser aplicado continuamente e frutuosamente em estudos de redes industriais, na exploração/investigação de novos tópicos.

Easton (1995), atribui a preferência da investigação de casos entre os investigadores de redes industriais aos atributos do método e do fenómeno. As razões principais que têm levado à ampla aderência da investigação baseada em casos estão relacionadas com as duas características das redes industriais, nomeadamente o seu inerente dinamismo e a natureza confusa das fronteiras organizacionais (Dubois e Araujo, 2004). De acordo com estes autores, a força do método de casos reside na escolha de quadros temporais e de fronteiras que emergem no decorrer do processo de investigação, como resultado da compreensão do fenómeno e do seu contexto de desenvolvimento. Para os autores, o estudo de casos na tradição das redes industriais, assenta em dois tipos de ferramentas teóricas. O primeiro, que inclui as ferramentas que podem contribuir para descrever e

analisar o fenómeno e o seu contexto e o segundo, que inclui o uso de perspectivas teóricas alternativas para examinar os dados empíricos de tal modo que as similaridades assim como as diferenças possam ser identificadas e confrontadas.

Põe-se agora a questão da selecção dos casos (e.g. quais e quantos), que Eisenhardt (1989) e Yin (2003) consideram ser de extrema importância na investigação baseada no estudo de casos. Os autores recomendam a utilização de uma “amostragem teórica”, com o fim de se poder garantir uma escolha apropriada. Segundo Eisenhardt (1989), isto significa que os casos devem ser escolhidos com o intuito de possibilitarem a “replicação ou extensão da teoria emergente”, tendo sido este aspecto também enfatizado por Meredith (1998), Dubois e Gadde (2002) e Voss *et al.* (2002), o que nos conduz à matriz de concepção de pesquisa bidimensional de Yin (2003), nomeadamente quando refere casos únicos *versus* múltiplos e uma unidade de análise *versus* várias unidades de análise. Seguindo esta matriz, de acordo com o autor, se a pesquisa recorre a várias unidades de análise e vários casos (“*embedded case study design*”), podem ser feitas comparações entre as unidades visando a replicação de resultados através de situações contrastantes.

Podemos descrever este estudo como “*embedded case studies*” (Yin, 2003), já que o objectivo é o de entender a interacção entre a arquitectura do produto e as redes de aprovisionamento, tomando como unidade de análise a família de produto e tendo como pano de fundo a contribuição dos relacionamentos entre actores na definição da arquitectura de produto e na divisão do trabalho entre empresas, influenciando a própria arquitectura das redes de aprovisionamento. Para isso, recorreremos a famílias de produto de duas empresas industriais (“*embedded cases*”), contrastantes entre si em determinadas dimensões, que por esta razão, permitem focar a importância dos relacionamentos entre actores como factores determinantes da relação entre as

arquitecturas de produto e as redes de aprovisionamento, i.e. considerando os produtos como “*network entities*”.

A descrição contextual providencia uma boa perspectiva da evolução ao longo do tempo da estrutura técnica, na qual o desenvolvimento do produto e a sua arquitectura tiveram lugar. Assim, a descrição do contexto é a base para a narrativa do processo de desenvolvimento, não apenas num âmbito teórico, mas também empírico. Esta descrição, por seu lado, não assenta numa base neutra para a explicação da mudança actual, mas está antes fortemente informada pela perspectiva teórica. A noção de “*integração*”, torna claro que qualquer mudança na constelação de recursos, onde as características dos componentes individuais têm sido sistematicamente relacionadas umas com as outras ao longo do tempo, não pode ser feita de modo isolado e que qualquer mudança requererá um grande número de outras mudanças interligadas (Dubois e Araujo, 2004).

De acordo com estes autores, a descrição do contexto necessita de ser relacionada especificamente com uma unidade empírica de análise. Conforme já referido, no presente estudo a unidade de análise é a família de produto, de entre várias desenvolvidas e produzidas nas duas empresas sede do trabalho empírico. Este modo de enfoque em algo mais “pequeno”, relacionando-o com o seu contexto amplo, é uma maneira teoricamente relevante e empiricamente útil de desenhar a fronteira à volta do caso e desenvolver a sua análise. Colocando uma família de produto claramente definida no centro da análise (“*network entity*”), a identificação das estruturas e dos processos nos quais o desenvolvimento de produto e a definição da sua arquitectura estão integrados, torna-se mais fácil e mais acessível.

Para Ragin (2000), um caso empírico é com frequência um produto intermédio no esforço de ligar ideias e evidência, não é inerentemente uma coisa ou outra, mas uma

estação no processo de produção de ciência social empírica. “Na investigação comparativa do estudo de casos, os investigadores movem-se de um lado para o outro entre as suas ideias e a sua evidência” (*ibid.*: 45). “O princípio de que o ‘contexto interessa’, é central para a abordagem configuracional dos casos”. ...“A chave para compreender os casos como configurações, é perspectivá-los em termos das diferentes combinações dos atributos relevantes que eles exibem” (*ibid.*: 66).

No presente trabalho, utiliza-se uma abordagem de estudo de caso (Yin, 2003) comparativa, tomando como unidade de análise a família de produto, uma vez que permite focalizar como as empresas simultaneamente intentam fornecer para necessidades heterogêneas de clientes, enquanto tentam explorar economias relacionadas com o uso de plataformas comuns e componentes partilhados através de famílias de produtos. Uma vez caracterizada a arquitectura da família de produto, o objectivo é analisar a relação, que pode ser nos dois sentidos, entre esta arquitectura e a organização/rede de aprovisionamentos da empresa.

### **3.3 Recolha e análise de dados**

É comum no estudo de casos utilizarem-se diversas fontes de dados, podendo estes ser qualitativos ou quantitativos. Contudo, os procedimentos de obtenção e análise de dados encontram-se fortemente associados. O processo de investigação pode implicar também algumas escolhas arbitrárias. Isto não quer dizer que os efeitos dessas escolhas iniciais sejam neutros em relação à exposição do estudo, mas antes que as suas consequências não possam ser conhecidas antes da sua realização. Por seu lado, isto implica uma relação dinâmica entre as questões de pesquisa e as fronteiras do estudo, uma vez que ambas podem evoluir no decorrer da investigação.

A resposta às questões de pesquisa quando elas evoluem durante o estudo ou mantêm-se desde o início, é o fim último e a definição da fronteira do caso acaba por ser

um meio para encontrar aquele fim (Yin, 2003). No presente trabalho, as fronteiras dos casos e as questões de pesquisa são mutuamente constitutivas, i.e. não é possível obter umas sem as outras. Com efeito, a utilização do modelo de rede industrial como quadro teórico de referência, implica interdependência entre elementos das redes, o que significa que não podem ser estudados na sua totalidade e que não há fronteiras pré-fixadas originadas pela independência entre elementos.

No fundo, os casos evoluem como configurações padronizadas em interação com processos que tomam lugar no mundo empírico e com o que acontece com as noções teóricas e as convicções do investigador no decorrer da investigação (Ragin, 2000). Ragin (1992) sublinha que este processo pode ser o resultado mais importante da investigação. A fronteira do estudo pode ser relativamente maleável ao longo da investigação e não deve ser completamente fixada até que a análise esteja completa.

A teoria necessita de ser compreendida através do conhecimento empírico, enquanto, ao mesmo tempo, o conhecimento empírico pode emergir apenas através da teoria (Dubois e Araujo, 2004). Os pressupostos teóricos são usados como guias no estudo de casos para se saber o que procurar no mundo empírico, mas são também desenvolvidos e articulados através do discernimento empírico. Ou seja, podemos voltar ao sugerido por Ragin (1992), de que as ideias e a evidência são mutuamente dependentes, já que transformamos a evidência em resultados com a ajuda das ideias e fazemos com que tenham sentido as ideias teóricas e elaboramo-las ligando-as à evidência empírica. Assim, o estudo de casos providencia excelentes oportunidades para confrontar a teoria com os dados empíricos de um modo elaborado e frequentemente não linear, onde o objectivo último é considerar completamente as características relevantes do caso, através de um quadro de referência teórico robusto – a abordagem de redes industriais. Este quadro de referência foi particularmente útil para conduzir o



processo de colecta e análise de dados e também a selecção de casos adicionais, permitindo avaliar a necessidade de se proceder ou não à obtenção de mais dados.

### **3.3.1 Recolha de dados**

Na terminologia utilizada nesta secção faz-se a distinção entre fontes de dados e métodos para geração de dados, que no fundo são as técnicas e as estratégias utilizadas na geração de dados a partir das fontes (Mason, 2002). Ao colocar-se agora a questão de como gerar conhecimento (qualitativo) a partir das fontes de dados escolhidas, Mason (2002: 59) refere que “... como pensamos que o mundo social é constituído ou como pensamos que ele é (a nossa ontologia), configura como pensamos poder saber acerca dele, mas reciprocamente, a forma como nós o olhamos (a epistemologia e os métodos que usamos) configura o que podemos ver”.

Como se viu na secção relativa à concepção de pesquisa, a abordagem global realizada não foi indutiva (e.g. Eisenhardt, 1989), nem dedutiva (e.g. Meredith, 1998), mas antes abductiva (Dubois e Gadde, 2002), pelo que o quadro de referência teórico e os procedimentos de obtenção e análise de dados estiveram intimamente associados e evoluíram em conjunto. Efectivamente, no contexto empírico em causa, em que a recolha e a análise de dados foram realizadas quase em simultâneo, houve uma influência mútua em ambos os processos, assim como em relação ao próprio quadro de referência teórico. Conforme é referido por estes últimos autores, esta abordagem é adequada quando se pretende melhorar teoria já existente e resulta das iterações fortes entre o quadro de referência teórico adoptado e os casos empíricos objecto de estudo.

Quanto às múltiplas fontes de dados (Easton, 1995), estas podem incluir tanto dados qualitativos como quantitativos (Eisenhardt, 1989). Yin (2003) refere-se a documentos, artefactos, entrevistas, observações directas e observações como participante como

fontes importantes de informação e sublinha que a capacidade para tratar com uma variedade de diferentes fontes de dados é uma vantagem do estudo de casos.

Neste estudo, os dados consistiram principalmente em notas de campo, na transcrição de entrevistas, documentos, relatórios e outros materiais escritos ou não, tais como audiovisuais e os próprios produtos. Gravou-se e transcreveu-se grande parte das entrevistas com o consentimento explícito dos respondentes, em troca da promessa da completa confidencialidade das respostas. Embora o estudo utilize múltiplas fontes de dados, as entrevistas constituíram uma das principais fontes de recolha de dados, para as quais foi desenvolvido um guião adequado (ver o Apêndice I). Na elaboração do guião teve-se em atenção o sugerido por Mason (2002) relativamente ao procedimento de planeamento e preparação das entrevistas de âmbito qualitativo. Nestas, pretendeu-se que os entrevistados tivessem um papel mais de informantes do que de respondentes (Yin, 2003), i.e. pretendeu-se obter a opinião/percepção sobre os assuntos em discussão ou com eles relacionados mesmo que não tivessem sido levantados directamente pelo entrevistador. Com este fim, as entrevistas foram de natureza semi-estruturada, com final aberto.

Outra fonte igualmente importante de recolha de dados foi a observação participada (Yin, 2003), suportada por documentos e relatórios, que permitiu a obtenção de uma melhor percepção sobre a realidade relatada nas entrevistas e uma avaliação adequada da relevância de eventuais associações que tinham sido feitas. Esta proximidade, é referida por Eisenhardt (1989) como conduzindo a um sentido íntimo das coisas, em que esta interacção íntima com a evidência actual produz com frequência teoria que espelha de perto a realidade. Por outro lado, o processo de combinação sistemática adoptado (Dubois e Gadde, 2002) já descrito, contribuiu também para o levantamento de novas questões que não tinham sido possíveis de identificar no início.

Partindo do tema central escolhido – a interacção entre a arquitectura de produto e as redes de aprovisionamento, o estudo e portanto a fronteira dos casos, desenvolveu-se através da análise de itens ou elementos ligados ao tema central. As ferramentas mais importantes no processo foram conceitos tais como a interdependência, o encadeamento entre actividades, as ligações entre recursos e os vínculos entre actores, dependentes do fenómeno empírico particular e das dimensões focais do modelo teórico. Neste contexto, não interessava tanto a frequência dos acontecimentos pré-definidos actantes na interacção objecto do estudo, mas mais entender porquê e como ocorreram.

Foram realizadas em cada uma das duas empresas entrevistas múltiplas com várias pessoas. Na Faram, foram entrevistados por duas vezes seis quadros superiores da empresa, tendo tido cada entrevista uma duração média de duas horas. Na Galucho, foram entrevistados por duas vezes três quadros superiores da empresa, tendo tido cada entrevista uma duração média de uma hora e meia. Estas entrevistas, realizadas em gabinete, foram gravadas e posteriormente transcritas e a sua análise permitiu a construção das fundações para a realização das entrevistas seguintes ao pessoal situado em níveis inferiores da hierarquia. A este nível, as entrevistas envolveram mais do que um representante de áreas funcionais da empresa (e.g. do Desenvolvimento & Engenharia e da Produção) o que permitiu confrontar as suas análises sobre os assuntos abordados, particularmente quando aquelas eram pouco claras. Após a conclusão das entrevistas, os entrevistados foram confrontados com a transcrição resumida das mesmas com o fim de confirmarem a exactidão do seu conteúdo. Antes do seu início, cada uma das entrevistas foi preparada, tendo sido o guia geral adaptado ao fim em vista. Este começava sempre, na primeira entrevista, por uma referência geral e breve ao quadro teórico adoptado e às respectivas questões de pesquisa. Nas entrevistas seguintes o guião começava por referir, de forma resumida, as grandes conclusões que tinham

saído da entrevista anterior, servindo estas como ponto de partida para as questões subsequentes.

O grau de estruturação das entrevistas foi baixo, pelo que as questões colocadas tiveram por objectivo manter a discussão inserida no seio das linhas orientadoras do tema de interesse. Na primeira entrevista realizada com os representantes de cada uma das empresas, pretendeu-se desde logo assegurar uma relação de cordialidade e confiança que permitisse a colaboração do respondente, aspecto que consideramos fundamental para o trabalho de geração de dados a partir das respectivas fontes. Depois, colocaram-se questões de âmbito mais geral sobre a empresa, relativamente ao desenvolvimento de produtos e sua manufactura, passando-se depois para a existência ou não de relacionamentos próximos e conectados com outras empresas na fase de desenvolvimento e/ou produção dos produtos.

No seguimento da entrevista e nas posteriores, à medida que os informantes descreviam os seus pontos de vista sobre as questões colocadas, tentava-se obter a comprovação do mencionado através de exemplos com produtos, de desenhos e outro suporte escrito ou registado. Nas questões que iam sendo colocadas, aprofundava-se cada vez mais o detalhe e a relevância dos acontecimentos relatados pelo informante, caracterizando-se em conjunto com ele os vectores definidores das suas dimensões.

Os vectores gerais principais que considerámos para a condução das entrevistas surgem das noções de conectividade dos relacionamentos, dos conceitos de modularidade e de arquitectura de produto e das estruturas técnica e organizacional dos recursos, onde se inserem os relacionamentos com outros actores da rede, nomeadamente outras empresas e instituições. No fundo, o interesse foi o de focar a relação entre a arquitectura de produto/modularidade e a rede de aprovisionamentos, nomeadamente as inter-relações ao nível dos actores, dos recursos (a estrutura técnica e

a organizacional) e das actividades na rede (entre as contrapartes), desde o desenvolvimento até à produção e comercialização dos produtos. Afinal, interessava avaliar como é que (em que dimensões) a arquitectura do produto/modularidade influencia e é influenciada pela rede de aprovisionamentos (a organização externa da empresa), de acordo com a percepção dos informantes em contextos considerados por estes como relevantes, perspectiva que vai ao encontro da revisão bibliográfica realizada no Capítulo II.

Em determinadas situações, os informantes estabeleceram facilmente as associações e as inter-relações referindo mesmo casos concretos específicos. Um dos casos referidos foi, por exemplo, o início da produção dos CP 660 R na Farama para a La Poste que desencadeou repentinamente a necessidade daquela empresa estabelecer rapidamente uma rede de subcontratados e fornecedores, que lhe possibilitasse fabricar e entregar os carros-contentor dentro do prazo acordado com o cliente. Noutras situações, as associações não foram facilmente estabelecidas pelos informantes, pelo que foi necessário perceber se isso se devia à falta de relevância do caso ou se ao esquecimento de aspectos importantes. Por exemplo, no caso da caixa do semi-reboque da Galucho, embora a referência à aquisição de equipamento específico tenha sido apresentada inicialmente como um acontecimento isolado em si mesmo, verificou-se depois ter sido motivado pela necessidade de internalizar competências em áreas específicas com o fim de poder dar resposta ao desafio colocado pelos clientes (redução de peso – aço mais resistente), uma vez que essas competências não estavam disponíveis no mercado a preços competitivos e num raio de acção aceitável. Nem sempre este tipo de associações é evidente, pelo que a participação de mais do que um informante nalgumas entrevistas e a colocação das mesmas questões a outros informantes e a repetição destas aos mesmos, permitiu concluir sobre a relevância e a fiabilidade dessas inter-relações.

Em ambas as empresas e relativamente aos quatro casos, foi necessário a realização de algumas entrevistas adicionais, já depois de se ter considerado concluído o ciclo de geração de dados, quando tentávamos compreender as análises de matriz empírica face à revisão bibliográfica efectuada. Foi necessário esclarecer e confirmar determinados aspectos referidos nas entrevistas, que não tinham sido focalizados exactamente nos conteúdos pretendidos.

Foram também realizadas entrevistas com alguns clientes (e.g. La Poste e Renault) e fornecedores (e.g. Triefe) da Farama, com o fim de confirmar algumas informações dadas pelos informantes da empresa, permitindo ao mesmo tempo aprofundar aspectos referidos nas entrevistas. Já no que se refere à Galucho, não foi possível entrevistar os fornecedores dos módulos que têm sede no estrangeiro, nem os clientes que são em grande número, compram em pequenas quantidades e grande parte encontram-se fora do país. Este facto conduziu à necessidade de colocação das mesmas perguntas (algumas) a um leque mais alargado e específico de entrevistados, que inicialmente não estavam previstos.

Quanto à observação directa ou como participante no contexto desta investigação, ela resumiu-se a várias visitas às instalações fabris (no caso da Galucho) ou à permanência nas instalações (no caso da Farama), tendo sido possível viver, confirmar e perceber melhor alguns dos aspectos que eram focados nas entrevistas. De uma forma geral, podemos dizer que a proximidade com os assuntos tratados nas entrevistas revelou-se extremamente importante e enriquecedor, como forma de sentir a realidade e poder interpretá-la à luz da literatura existente. Proximidade esta que Eisenhardt (1989: 547) refere como sendo uma das forças da teoria construída a partir dos casos, “pode conduzir a um sentido íntimo das coisas – como se sentem, cheiram, vêem (Mintzberg,

1979). Esta interacção íntima com a evidência actual produz frequentemente teoria, a qual reflecte de perto a realidade”.

Em qualquer das empresas, a observação dos produtos e dos equipamentos de concepção e de produção foi muito útil para se perceber o mencionado pelos informantes no decorrer das entrevistas. Para estes, o recurso aos produtos produzidos pela empresa e a utilização de esboços e desenhos foi o meio mais utilizado para ilustrarem as suas ideias, utilizando-os como modo para facilitar a comunicação durante a exposição.

Em resumo, podemos referir que embora as entrevistas tenham assumido o papel principal como método utilizado para geração de dados, foram-nos disponibilizadas várias fontes de constatação da evidência empírica, tendo assumido a proximidade com os respondentes/informantes um papel fundamental como facilitadora da comunicação e da fiabilidade dos dados recolhidos.

### **3.3.2 Análise de dados**

Segundo Yin (2003), a análise da evidência de um estudo de casos é um dos aspectos menos desenvolvido e mais difícil de concretizar neste tipo de estudos. Como vimos, as questões de pesquisa colocadas estão associadas à discussão teórica efectuada no Capítulo II, às quais se pretendeu responder através do estudo empírico. A técnica analítica que seguimos é designada por Yin (2003) como “*explanation-building*”, cujo objectivo é o de analisar os dados do estudo de caso, construindo uma explicação sobre o mesmo através da construção de narrativas, o que face à complexidade das interacções dificilmente mensuráveis que pretendemos analisar se afigura adequado.

Como o autor sublinha, em virtude das narrativas não poderem ser exactas, os melhores estudos de casos acabam por ser aqueles nos quais as explicações reflectem

algumas proposições teóricas significativas. No fundo, os dados e o quadro de referência teórico vão sendo confrontados ao longo de um processo iterativo, onde os conceitos e as relações entre eles próprios são apresentados em modo discursivo, com o propósito de capturar a densidade conceptual e transmitir descritivamente o conteúdo substantivo do estudo. Eisenhardt (1989) defende a necessidade de se apresentar evidência de tal modo suficiente, que possibilite ao próprio leitor avaliar a adequação à teoria, pelo que a qualidade percebida do trabalho final é determinada pelos argumentos intelectuais que ligam os resultados empíricos aos teóricos (Dubois e Gadde, 1999, concluindo sobre Eisenhardt, 1989).

Conforme sugerido por Mason (2002), os investigadores que utilizam estudos qualitativos estão sempre envolvidos na selecção de dados, pelo que devem ser claros os princípios nos quais esta é realizada. No decorrer do estudo empírico, foram confrontados os resultados das entrevistas com os dados obtidos em documentos/relatórios, assim como da própria observação participada do autor. Contudo, conforme é referido por Dubois e Gadde (2002), só por si, a verificação da precisão dos dados não deve ser a preocupação principal, já que face à natureza iterativa do estudo/abordagem, a utilização de múltiplas fontes de dados pode contribuir para revelar aspectos até então desconhecidos para o investigador. Os resultados dos estudos de casos podem ser generalizados através da teoria, para serem aplicados em diferentes composições. Esta lógica é frequentemente referida por “generalização analítica” (e.g. Dubois e Gadde, 2002; Yin, 2003), i.e. as descobertas podem ser estendidas a outros enquadramentos onde as condições se afiguram similares no essencial (McCutcheon e Meredith, 1993).

As narrativas construídas a partir das entrevistas realizadas no âmbito dos vários estudos de casos, assentaram numa série de procedimentos simples mas essenciais para



os objectivos traçados. Os procedimentos adoptados visaram criar alguma sistematização na escolha e arrumação adequada dos dados, já que, face ao cariz pouco estruturado adoptado para as entrevistas, o informante tendeu a ter um papel mais activo, surgindo no decorrer destas dados por vezes não esperados. Por exemplo, um informante pode estabelecer uma ligação entre o relacionamento da sua empresa com um dos subcontratados, função da necessidade deste ter efectuado investimentos e adaptações em recursos e actividades internas essenciais para o início do relacionamento ocorrido no passado. Ou ainda, a necessidade da empresa ter integrado actividades de fabricação e desenvolvido competências específicas para o fazer, ter sido devido à dificuldade de obtenção dessas actividades e competências específicas fora das fronteiras proprietárias da empresa. No decorrer das entrevistas relativas aos casos estudados, o presente surgiu intimamente associado ao passado (“*path dependence*”), ainda que em dimensões por vezes distintas mas sempre inter-relacionadas. Para conseguirmos a transformação da linguagem dos actores numa narrativa, foi necessário numerar e identificar numa categoria definida antes, as frases ou parágrafos transcritos das entrevistas, considerados com interesse para o tema em análise.

As categorias previamente atribuídas e posteriormente redefinidas, foram focalizadas não apenas no quadro teórico de referência, mas também nas questões de pesquisa formuladas. No fundo, com este processo de categorização, pretendeu-se descodificar os quadros de referência próprios de cada actor para o quadro de referência teórico adoptado neste estudo. Neste processo, foram utilizados os seguintes exemplos de categorias: “desenvolvimento de produto (interacção/aprendizagem)”, “definição da arquitectura de produto (actores envolvidos)”, “relacionamentos com actores externos (cooperação/conflito)”, “proximidade geográfica”, “grau de modularidade da arquitectura do produto”, “evolução da modularidade com o tempo”, “influência da

arquitectura do produto *versus* organização e vice-versa”, “percepção da relação” e “proximidade relacional”. Estas categorias foram ainda subdivididas, sempre que considerado necessário, como por exemplo, “definição da arquitectura do produto (actores envolvidos)/clientes” e “definição da arquitectura do produto (actores envolvidos)/fornecedores” ou ainda “relacionamentos com actores externos/clientes/aprendizagem” ou “relacionamentos com actores externos/fornecedores/aprendizagem”.

Com a definição das categorias e subcategorias, pretendeu-se confrontar o quadro teórico de referência com as especificidades de cada caso e de cada entrevista com os informantes. A matriz construída com as categorias definidas (colocadas em linha), permitiu uma consulta mais rápida e mais focalizada para o essencial das entrevistas (colocadas em coluna) quando foi necessário escrever as narrativas, tendo sido a síntese associada a uma numeração sequencial atribuída ao longo do texto, relativa aos aspectos considerados relevantes (ver o Apêndice II).

Apenas os dados considerados relevantes para a compreensão do tema em estudo são apresentados nos capítulos seguintes, isto porque alguns foram considerados redundantes ou complementares dos que vão ser mencionados. Como dados (codificados) que são, ainda que reflectindo o pensamento e/ou comportamento dos informantes e das empresas objecto do estudo, não podem contudo traduzir o íntimo dos sentimentos dos informantes e do investigador quando da geração desses dados.

### **3.4 O contexto empírico**

O presente estudo não foi linear desde o início e mesmo durante o processo de investigação, já que o seu conteúdo evoluiu ao longo do tempo, em virtude do surgimento de oportunidades que dificilmente poderiam ser identificadas antes, assim

como de dependências entre os diferentes temas das questões de pesquisa que se desenvolveram através de um processo iterativo não linear. O presente trabalho é pois o resultado de um processo iterativo de combinação e adaptação da teoria e dados empíricos, baseado nas ideias, no conhecimento, na experiência e nas perspectivas próprias assim como nas de outros, em combinação com diferentes ferramentas e modelos. Por esta razão, o conteúdo do trabalho, nomeadamente a investigação das “ligações entre recursos”, do “encadeamento entre actividades” e dos “vínculos entre actores”, em termos da teoria e dos dados empíricos assim como das redes onde os actores estão inseridos, não foram um dado adquirido desde o início, houve antes evolução em diferentes direcções ao longo do tempo. Estas categorias próprias são difíceis de se referenciar na prática.

Nesta secção, serão explicados os diferentes caminhos escolhidos, assim como tecidas considerações sobre o contexto empírico que conduziram o presente trabalho.

#### **3.4.1 A escolha das empresas e dos produtos**

A escolha das empresas e dos produtos (ou famílias dos produtos) a estudar, foi realizada inicialmente num âmbito essencialmente exploratório e teve o seu início no 4º trimestre de 2002. Da revisão da literatura existente, próxima do tema a estudar, constatou-se a referência a casos empíricos em grandes empresas estrangeiras e na maior parte dos casos em empresas industriais ligadas à indústria automóvel americana e japonesa ou à indústria dos computadores. Começámos por escolher duas empresas situadas na área da grande Lisboa, uma com actuação no âmbito da robótica industrial e pertencente a um grande grupo internacional sueco e a outra ligada ao sector da climatização e pertencente a um grande grupo internacional francês. Isto porque o objectivo, era seleccionar duas grandes empresas industriais com produção própria de

produtos com alguma complexidade, mas fora dos dois grandes grupos mencionados acima (automóvel e computadores) com o fim de se aferir da adequação das conclusões retiradas em trabalhos realizados nessas áreas de negócio para as agora seleccionadas.

Após os primeiros contactos com as administrações das empresas, cuja acessibilidade constituiu também uma das razões práticas da sua escolha, foi agendada uma primeira reunião com o fim de apresentarmos resumidamente os objectivos gerais da pesquisa, obter uma primeira perspectiva sobre a empresa e os seus produtos e conseguir o apoio formal desta para o estudo a realizar em termos da disponibilização das pessoas e das instalações para as várias visitas e entrevistas a realizar. Em ambas as reuniões com os responsáveis de cada uma das empresas constatou-se que a componente de desenvolvimento/definição da arquitectura do produto e produção era mínima em Portugal e que os responsáveis daquelas empresas desconheciam mesmo os aspectos relativos a opções de arquitectura de produto mais ou menos modular, ou mesmo se os componentes/módulos eram ou não desenvolvidos e produzidos no seio da empresa (casa mãe). Ainda se colocou a hipótese de contactarmos directamente a casa mãe destas empresas, mas face à distância do relacionamento, era de prever que surgissem dificuldades na obtenção das informações pretendidas. Devido às razões mencionadas, colocámos de lado estas duas empresas.

Face à dificuldade encontrada em conseguir grandes empresas industriais que desenvolvessem e produzissem produtos complexos, a operar em Portugal e pudessem facilitar o estudo empírico a levar a cabo nas suas instalações de acordo com os nossos objectivos, optámos por procurar empresas industriais de menor dimensão que actuassem na área da metalomecânica, desenvolvessem e produzissem pequenas e/ou médias séries e se encontrassem na área da grande Lisboa, por razões de proximidade. Acabaram assim por ser escolhidas, a Farama, que actua em vários segmentos de

mercado, como sejam a distribuição, a logística/transporte e o automóvel, exportando 73% da sua produção e a Galucho, com duas grandes gamas principais de produtos, a dos equipamentos agrícolas e a dos equipamentos de transporte, exportando no total 40% da sua produção.

Os relacionamentos prévios com os responsáveis das empresas escolhidas, contribuíram para o interesse inicial nestas empresas. Outra razão de ordem prática, teve a ver com a possibilidade de se poderem efectuar em cada empresa as visitas e as entrevistas consideradas necessárias para o estudo, pelo que também relativamente a este aspecto, a proximidade das duas empresas na mesma região geográfica foi vantajosa. Também o facto das duas empresas serem exportadoras, i.e. operarem em mercados mais vastos e variados, reconhecendo-se algum grau de sofisticação tecnológica dos processos e equipamentos utilizados, desenvolverem ambas os seus próprios produtos, destinando-se alguns deles a grandes empresas europeias com elevados níveis de exigência no que se refere à garantia da qualidade e ao cumprimento dos prazos de entrega, contribuiu para a escolha destas empresas.

Os primeiros contactos com os órgãos directivos das duas empresas permitiram reforçar o interesse mútuo em avançar com o estudo empírico e contribuíram para definir o foco da pesquisa relativamente às famílias dos produtos a considerar. Foram resumidos os objectivos gerais da pesquisa, definidos os interlocutores principais e agendadas as primeiras entrevistas. Foi proporcionado a seguir uma visita às instalações fabris, tendo sido apresentados os interlocutores principais no decorrer da visita.

Os procedimentos relatados foram seguidos nas duas empresas, mesmo para a Faramé. Apesar do investigador exercer funções nesta empresa, todo o processo de investigação desenrolou-se como se de uma pessoa exterior à empresa se tratasse, com o

fim de não perturbar o funcionamento normal da empresa e se separar o trabalho de investigação do trabalho normal corrente.

Para além dos aspectos já referidos, no decorrer das primeiras entrevistas surgiram outros que reforçaram o interesse em se recorrer à abordagem de redes industriais para se conduzir a investigação, nomeadamente, a constatação de interacções intensas entre as empresas e os seus clientes quando do desenvolvimento do produto e definição da sua arquitectura, relações duradouras com os clientes e a importância da existência de um clima de confiança mútua entre as partes, o recurso frequente a uma rede de subcontratados e ainda a participação de actores da rede de fornecedores na definição/redefinição da arquitectura do produto. Para a selecção dos casos, teve-se em linha de conta a família de produto e a sua arquitectura, sendo aqueles perspectivados como uma configuração ou a combinação de atributos relevantes e interligados.

Conforme já referido, considerou-se a família de produto como a unidade de análise de partida, uma vez que permite focalizar em como as empresas tentam simultaneamente satisfazer necessidades heterogéneas e explorar economias relacionadas com o uso de componentes ou plataformas comuns. O enfoque em produtores de bens duráveis, permitiu focalizar em questões relativas à definição e integração de sistemas, assim como na evolução da arquitectura dos produtos, enquanto a maximização da variância de diferentes envolventes de produção e de subcontratação foi relacionada com a necessidade de se investigar a utilização de diferentes tipos de incentivos para a modularização.

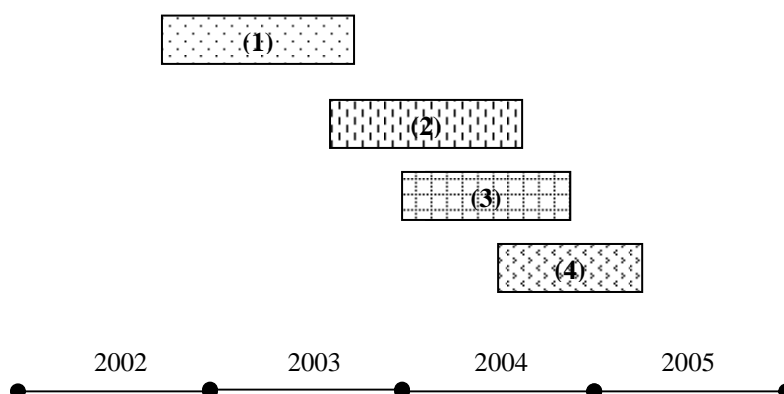
A consideração de quatro casos para investigação (três na Faram e um na Galucho), providenciou uma boa base para comparações através de um número de critérios teoricamente importantes (e.g. benefícios percebidos da modularidade). A escolha das famílias dos produtos, teve em consideração o facto de que as suas

arquitecturas evoluíram com o tempo, em linha com alguns factores de mercado, tecnológicos e da própria rede de aprovisionamentos. A realização do trabalho em duas empresas relativamente próximas, permitiu-nos tratar com mais facilidade a questão da localização das empresas e das suas redes de aprovisionamento e a extensão em que as decisões relativas à arquitectura do produto afectaram a estrutura e a localização das suas redes de aprovisionamento e vice-versa.

### 3.4.2 O processo de investigação

Conforme já referido, a investigação e os resultados que foram encontrados neste trabalho evoluíram ao longo do tempo como resultado de um processo iterativo em que dados e teoria foram sendo confrontados, conduzindo à pesquisa de novos dados e/ou à pesquisa adicional de conceitos. Os dados e as experiências obtidas nos diferentes estudos, em combinação com várias teorias, constituem a base dos resultados presentes. Os dados empíricos emanaram de quatro estudos diferentes, sendo três da Farame: (1) O carro-contentor da La Poste, (2) o contentor *standard* da Renault e (3) o contentor para garrafas de vinho; e um da Galucho: (4) o semi-reboque. A Figura 2, ilustra a realização temporal dos quatro estudos.

Figura 2. Representação temporal dos quatro estudos.



Tomando como base os quatro estudos, descreve-se a seguir o processo de investigação e o seu contexto empírico, com mais detalhe.

### **A Farame**

Os três estudos identificados por (1), (2) e (3) foram realizados tendo como base a empresa Farame S.A.

A Farame, situada em Rio de Mouro, no município de Sintra, foi fundada em 1983 por dois empresários portugueses, com um efectivo de 70 pessoas que transitaram de outra empresa, a Mirametal, que pertencia a esses empresários. A empresa dedicou-se à produção de uma vasta e variada gama de artigos em arame cromado, zincado e pintado, com finalidades muito diversas como sejam utilizações domésticas (e.g. escorredores de louça, suportes para ferro de engomar, toalheiros para casas de banho), indústria de frio (e.g. cestos e grelhas para frigoríficos e arcas congeladoras) e a distribuição (e.g. carros de compras para supermercados) com destino ao mercado nacional.

Em 1988 a empresa foi adquirida por um grupo de empresários portugueses, tendo conhecido desde então um crescimento significativo, ocupando actualmente uma área total de 20 000 m<sup>2</sup> e empregando um efectivo de 160 pessoas, entre quadros técnicos e operários especializados.

Desde o início, a empresa tem procurado seguir critérios de qualidade rigorosos, tendo sido certificada de acordo com a ISO 9002 em 1995, investindo numa estrutura de produção que não só eficiente, fosse também flexível e lhe permitisse obter uma elevada produtividade e a possibilidade de lançar novos produtos, respondendo assim às exigências crescentes de um mercado não apenas nacional, mas também internacional. A empresa é actualmente a maior do ramo a nível nacional e líder de mercado. No final de 2000 a Farame passou a fazer parte do grupo francês Ateliers Reunis Caddie, o segundo maior grupo europeu, dentro da sua área de actividade.



A Farama obteve a certificação de qualidade AQ Poste 2 pelos correios franceses (La Poste) em 1996 e a certificação integrada pela ISO 9001: 2000 (Qualidade), ISO 14000 (Ambiente) e OHSAS 18000 (Higiene e Segurança) em Fevereiro de 2004.

Consolidada a sua posição no mercado nacional e com níveis de exportação crescentes para diversos mercados nomeadamente o europeu (em 2004 a exportação representou 73% da facturação da empresa), a Farama obteve uma facturação em 2004 de 15 milhões de euros. A evolução das vendas da empresa (em milhões de euros) nos últimos cinco anos, está representada na Tabela 3.

Tabela 3. Evolução das vendas (2000-2004) em milhões de euros.

2000	2001	2002	2003	2004
15,12	10,74	12,03	12,01	15,09

Os principais produtos e as suas vendas, em milhões de euros, em 2004, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Vendas dos principais produtos em 2004 em milhões de euros.

CP 660U	SLI 1200	PSA 088	PSA 089	Contentor vinhos de virar	Aro em tubo	Painéis 105	Roll Chronopost	SLI 760	Carro 210 Lts
5,19	1,02	0,76	0,39	0,33	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25

As vendas em 2004 pelos principais clientes, estão representadas na Tabela 5 (em milhões de euros).

Tabela 5. Vendas pelos principais clientes em 2004 em milhões de euros.

La Poste	Renault	PSA	Continente	Violet	Allibert	Chronopost	Lidl	Caddie	CTT
5,74	1,93	1,35	0,62	0,37	0,29	0,28	0,27	0,24	0,22

### (1) O estudo do carro-contentor da La Poste<sup>9</sup>

O primeiro estudo começou em Dezembro de 2002 na Faramé, com o caso do carro-contentor CP 660 fabricado para a La Poste/DAPO<sup>10</sup> francesa. Começou-se o estudo dos casos por este, uma vez que permitiu compreender como a empresa evoluiu e se relacionou com o cliente e os fornecedores, tendo por base uma família de produto cuja arquitectura sofreu alterações ao longo do tempo; isto, face ao interesse em se perceber qual o efeito desta nas redes de aprovisionamento e vice-versa. Pôde constatar-se que, quando conseguiu a primeira encomenda do CP 660 R em 1990, a Faramé era uma PME sem competências de desenvolvimento de produtos mais complexos, nem dispunha de sistemas de fabrico apoiados em tecnologias avançadas de produção.

A investigação permitiu revelar que a primeira encomenda do carro contentor CP 660 R, foi não só significativa em termos de exportação, como também obrigou a empresa a uma procura e selecção de subcontratados para a fabricação do produto. Efectivamente, a empresa sofreu um choque no plano técnico face às dificuldades sentidas para interpretar, desenhar e fabricar o produto com uma complexidade muito acima do que até então tinha produzido. Foi necessário dar um salto tecnológico, i.e. a empresa teve de adquirir competências para se modernizar ao nível da concepção, avançando para um primeiro<sup>11</sup> posto de CAD (*Computer Aided Design*) e investindo em equipamentos avançados de produção para o fabrico do produto, nomeadamente robots de soldadura.

No decorrer da investigação, percebeu-se que numa primeira fase foi necessário à Faramé subcontratar a maior parte dos componentes e conjuntos soldados constitutivos

---

<sup>9</sup> A La Poste é a designação dos correios franceses. O SRTP é o Service de Recherche Technique de la Poste, que estabelece as especificações técnicas dos produtos, análise técnica após recepção das ofertas e controlo em fábrica antes da expedição. Informações complementares podem obter-se em <http://www.srt-poste.fr>.

<sup>10</sup> A DAPO – Direction des Approvisionnements de la Poste, trabalha em colaboração estreita com a Direction Général de la Poste e particularmente com a Direction Technique e o Service du Personnel pour l’Habillement.

<sup>11</sup> Depois seguiram-se mais dois postos de CAD, adquiridos nos dois anos seguintes, um em cada ano.

do produto, assim como o próprio acabamento (zincagem) do corpo do CP 660 R, já que os equipamentos existentes na empresa não tinham capacidade para o efeito. Posteriormente, a Faramé realizou a produção do carro-contentor CP 660 U que substituiu o CP 660 R. Este modelo de contentor, relativamente ao anterior, tinha mais componentes que requeriam tecnologia que a Faramé não dispunha (e.g. quinagem de chapa) obrigando a empresa a proceder à sua subcontratação. Após ter investido em equipamento para o fabrico do corpo do carro-contentor, passou a produzi-lo em casa. Seguiu-se o fabrico do carro-contentor CP 660 S totalmente nas instalações da Faramé, tendo este uma arquitectura mais integral do que qualquer dos outros.

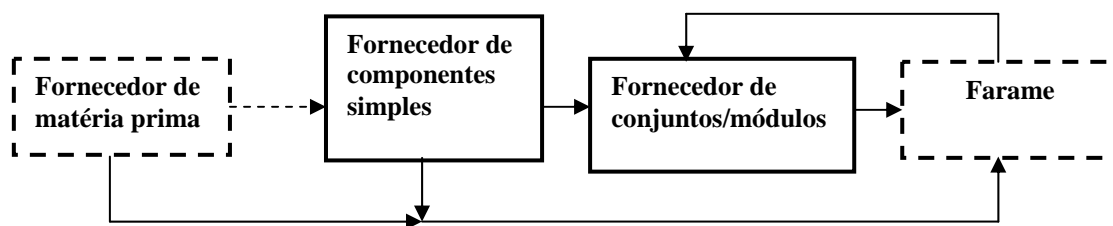
A investigação permitiu compreender em que medida os relacionamentos da Faramé com o cliente La Poste, as empresas subcontratadas e destas com outras (e.g. outros clientes), afectaram o seu comportamento. Foi também perceptível que esta rede de relacionamentos centrada na Faramé, não deveria ser estudada como uma entidade isolada e que era necessária uma perspectiva interorganizacional, sendo necessária uma análise através da abordagem de redes industriais.

A necessidade de se criar e desenvolver competências próprias no âmbito do desenvolvimento de produto, em interacção com outros, afigurou-se extremamente interessante. A colaboração a este nível, coloca exigências no relacionamento entre cliente e fornecedores diferentes daquelas a que a maior parte dos subcontratados estão habituados. Por exemplo, logo que o desenvolvimento do produto se inicia, antes portanto da produção, poderão ser necessários investimentos que impliquem uma perspectiva de médio/longo prazo e a assunção de algum risco. Por outro lado, face à solicitação de redução dos preços por parte dos clientes, não é possível aumentá-los com o fim de cobrir os custos de desenvolvimento, uma vez que isto tornaria os produtos não competitivos. Acresce que, em muitos casos, os fornecedores não têm experiência de

desenvolvimento de produto e portanto não possuem uma organização interna para suportar este tipo de colaboração. Assim, normalmente em termos de colaboração, a perspectiva dos fornecedores é diferente da do cliente, sendo necessário considerar-se também esta perspectiva quando do desenvolvimento do produto e definição da sua arquitectura.

Vamos definir agora o modelo da cadeia de aprovisionamentos que permitirá a divisão das empresas fornecedoras em diferentes categorias, baseadas nos seus relacionamentos com fornecedores e clientes e que será válido não apenas para este estudo de caso, mas também para os seguintes. Isto possibilitará uma análise das diferenças entre categorias ao longo da cadeia de aprovisionamentos, tendo em consideração, por exemplo, os relacionamentos dos fornecedores com os seus próprios fornecedores e clientes, à medida que ocorrem mudanças na arquitectura de produto. Assim, na Figura 3 representa-se o modelo da cadeia de aprovisionamentos utilizado nos casos para estabelecer as categorias das empresas fornecedoras.

Figura 3. O modelo da cadeia de aprovisionamentos com as categorias de fornecedores.



Também se constatou que a necessidade e a especificidade de colaboração no desenvolvimento do produto, através de melhorias incrementais dos seus componentes, não pode ser delimitada aos relacionamentos cliente-fornecedor em cadeias de aprovisionamento específicas, mas necessita incorporar também relacionamentos com

outros actores, suscitando a necessidade do seu estudo. Este aspecto, fez aumentar a necessidade e o interesse em se estudar a interacção entre empresas colaboradoras e foi também necessário caracterizar bem as diferenças entre a subcontratação dependente da capacidade e a dependente da especificidade do conhecimento. A possibilidade de contacto com os técnicos do SRTP e os compradores da La Poste, assim como a participação nas reuniões de avaliação e selecção dos subcontratados e nos vários estudos de concepção e desenvolvimento dos produtos, permitiu-me um conhecimento muito completo de toda a rede de interacções gerada e desenvolvida, nomeadamente da perspectiva dos fornecedores sobre o relacionamento cliente-fornecedor.

## (2) O estudo do contentor da Renault

Em paralelo com o estudo do carro-contentor CP 660 da La Poste/SRTP, foi iniciado o estudo do caso do contentor SLI do construtor automóvel francês Renault. Trata-se de um contentor *standard*<sup>12</sup> desenvolvido pela Renault em 1996 com a participação da Farama logo na fase de desenvolvimento e fabrico do protótipo.

Baseados na experiência e conhecimento obtidos através do estudo do carro-contentor CP 660 para a La Poste, o foco foi redireccionado para a utilização e alargamento das competências da rede de subcontratação então existente, assim como para a interacção da Farama com o cliente. A rede de aprovisionamentos existente teve de ser alargada, face à necessidade de outro tipo de competências que a Farama não dispunha, tornando-se necessário analisar também os relacionamentos desta empresa com o cliente e os fornecedores, reposicionando-se estes na cadeia de aprovisionamentos.

---

<sup>12</sup> “*Emballage standard*” de acordo com a designação adoptada pelo construtor automóvel francês, nomeadamente pela Direction de la Production et de la Logistique Industrielle da Renault.

No decorrer do estudo, surgiu a oportunidade de realização de várias reuniões com quadros da Renault em França, o que permitiu a percepção do relacionamento existente entre cliente e fornecedor, após dez anos de trabalho em conjunto sem alterações significativas da arquitectura dos produtos. Aqui, foi possível sentir o “estado de alma” do cliente Renault e do fornecedor Faramé, relativamente ao relacionamento cliente-fornecedor, quando este já se encontrava numa fase de afastamento. Assim, nalguns aspectos, o estudo do caso Renault acaba por complementar o da La Poste.

A investigação permitiu detectar a necessidade de se explorarem aspectos particulares, que necessitam de ser considerados no desenvolvimento de projectos realizados em colaboração, i.e. factores críticos de sucesso. Assim, foi necessário obter informação detalhada tendo em atenção não apenas os projectos em curso mas também os que tinham ocorrido no passado. Estudou-se a família de produto contentores *standard* SLI, nomeadamente os SLI 760 e SLI 1200, que fazem parte desta família.

Antes do início da recolha (ou geração) de dados empíricos, elaborou-se uma revisão bibliográfica com ênfase na indústria automóvel, com o fim de se pesquisar quais os diferentes aspectos da relação de colaboração cliente-fornecedor que tinham sido identificados por outros investigadores. Com efeito, a colaboração com fornecedores é frequentemente estudada com base em perspectivas de díades, conseqüentemente o estudo começou por ser focado principalmente em relacionamentos diádicos, tendo-se porém tornado notória a necessidade de se considerar também outros relacionamentos. Em paralelo com o estudo da literatura, também foram analisados outros documentos, tais como desenhos, cadernos de encargos, organização do desenvolvimento de produto e outras informações tendo em linha de conta o estudo em causa.

Contudo, quando da recolha de dados, foi notória a dificuldade em focar-se o estudo na família do produto SLI em causa e nos relacionamentos correspondentes, uma vez que eles estavam obviamente ligados de diferentes maneiras a outras ocorrências. Por exemplo, alguns interfaces físicos dos componentes também se ligavam a outros projectos (e.g. contentores específicos para a Renault), pelo que a sua alteração podia causar problemas nestes, aumentando a complexidade do estudo que não poderia remeter-se a análises de díades. Foi necessário recorrer a teorias que possibilitassem o envolvimento de mais de duas empresas, daí a necessidade de utilização da abordagem de redes industriais. A análise da interacção entre diferentes actividades, recursos e actores, ajudou a compreender a conectividade entre relacionamentos de natureza diferente. Isto contribuiu para o levantamento de novas questões, tendo em conta, por exemplo, a combinação e desenvolvimento de competências na interacção entre os actores envolvidos.

Os relacionamentos entre as empresas foram analisados tendo por base a complementaridade, face às diferenças identificadas, atribuídas à arquitectura de produto. Como complemento, aprofundamento e validação do estudo, considerou-se necessária a análise de uma outra família de produto muito semelhante a esta mas de um outro construtor automóvel francês, a PSA, cliente mais recente da Farama. Isto permitiu estabelecer semelhanças e dissemelhanças entre as arquitecturas de produto e os relacionamentos entre empresas, face a estas duas famílias de contentores para a indústria automóvel.

### **(3) Estudo do contentor para garrafas de vinho**

A Farama começou por desenvolver, em 1996, um contentor rebatível e empilhável, construído totalmente em arame que seguia a concepção dominante já utilizada pela concorrência no estrangeiro. Devido à pressão para redução dos preços de venda face

aos praticados pela concorrência, a Faramé viu-se obrigada a reformular o contentor, simplificando-o de forma a torná-lo mais competitivo. Surgiu assim outro contentor semelhante ao primeiro, com uma tara inferior e com menor custo de produção, permitindo penetrar com maior facilidade nos mercados estrangeiros.

Para além do contentor para vinhos totalmente construído em arame de aço, referido acima, a Faramé desenvolveu posteriormente um outro, com base na concepção dominante existente então na Europa (principalmente em Espanha), que embora empilhável não era rebatível, tendo no entanto a particularidade de ser volteável. O produto referido pode ser descrito como um contentor de grande volume, com capacidade para 588 garrafas de 75 cl., que permite a transposição do seu conjunto (contentor mais garrafas cheias) da vertical para a horizontal. Esta necessidade de transposição da vertical para a horizontal é justificada por razões que se prendem com a resolução de problemas enológicos. Este contentor vem então facilitar/optimizar essa operação, uma vez que a efectua simultaneamente para um grande número de garrafas, podendo ser empilhado na posição vertical e na horizontal.

Este produto começou a ser produzido e comercializado pela Faramé no ano 2000. Aliás, a empresa produzia apenas as malhas de arame, zincava e/ou pintava e montava os contentores, uma vez que a construção soldada dos módulos era efectuada num subcontratado localizado na região norte. A concepção do contentor não foi da Faramé, mas antes de uma empresa estrangeira, tendo sido efectuada um trabalho de cópia com a introdução de algumas melhorias relativamente ao produzido pela concorrência. A sua construção manteve, por razões funcionais e comerciais, as mesmas dimensões dos contentores da concorrência, de forma a ser sobreponível com os já existentes no mercado. A operação de volteio é efectuada com o auxílio de um sistema denominado “volteador”, podendo este ser accionado manualmente ou automaticamente.



Em 2000, a Farama constituiu um grupo de trabalho com o fim de estudar um novo contentor para transporte e armazenagem de garrafas de vinho, não rebatível mas sobreponível e volteável, com arquitectura modular. O contentor que resultou do estudo foi objecto de registo de propriedade por parte da Farama em Portugal, Espanha, França e Itália, tendo sido o primeiro produto da empresa a ser objecto de registo de patente. Durante o estudo, surgiu a necessidade de uma maior interacção com potenciais clientes, mais do que com subcontratados, com o fim de se definirem as funções para o produto, já que era objectivo da empresa internalizar completamente a produção do contentor com o fim de conseguir o custo objectivo.

No decorrer do trabalho de investigação, tivemos oportunidade de contactar o subcontratado da região norte que produzia o contentor volteável, assim como alguns clientes da Farama. Para a análise do caso, continuou a ser portanto necessária uma abordagem de redes industriais. A análise da rede não providenciou apenas a constatação que os relacionamentos múltiplos têm de ser considerados, mas possibilitou também a interpretação mais correcta dos dados obtidos (e.g. considerando as interdependências entre competências). A dimensão dos recursos, assim como as diferentes formas de interdependências, assumiram um papel importante neste estudo, pelo que, desde o início, este foi focalizado nas interdependências entre diferentes recursos e de como isso foi reflectido na rede de aprovisionamentos através da arquitectura do produto.

### **A Galucho**

A Galucho S.A. é uma empresa familiar, fundada em 1920 por José Francisco Justino, visto pelos informantes como um hábil artesão, engenhoso e empreendedor, que desde o início se especializou na fabricação de maquinaria agrícola. A marca Galucho converteu-se ao longo do tempo num símbolo de qualidade, tanto no sector de

maquinaria agrícola como no sector dos transportes industriais. É um fabricante líder no mercado português e também um dos mais importantes à escala europeia.

O crescimento e desenvolvimento do negócio começou por ser primeiro de âmbito regional, mais tarde passou para um plano nacional e desde algumas décadas conta com uma projecção internacional. As instalações fabris são modernas e dispõem de equipamento baseado em tecnologias avançadas de produção, como resultado de uma melhoria constante dos processos de produção. A necessidade de inovação permanente e a concepção de novos produtos, tem levado a Galucho a recorrer a operações que apelam por equipamentos com tecnologia de vanguarda, como o corte de chapa por plasma, robots de soldadura e centros de maquinagem de última geração.

A superfície coberta total das duas unidades industriais ronda os 60 000 m<sup>2</sup> e emprega cerca de 450 trabalhadores. A sede da empresa está situada em São João das Lampas, no município de Sintra e a filial nacional em Albergaria-a-Velha. Além disso, conta com filiais nalguns países, como Espanha, França e Alemanha.

A empresa fabrica anualmente mais de 20 000 equipamentos, dos quais mais de um terço se destina a um conjunto de 70 mercados de exportação, repartidos pelos cinco continentes. A Galucho facturou em 2004 cerca de 28 milhões de euros e encontra-se certificada pela APCER<sup>13</sup> de acordo com a norma NP EN ISO 9001:2000, desde 2003 (encontrava-se certificada pelo IPQ<sup>14</sup>, de acordo com a norma NP EN 9002 desde 1994). A evolução das vendas da empresa (em milhões de euros) nos últimos três anos encontra-se representada na Tabela 6.

Tabela 6. Evolução das vendas (2002 – 2004) em milhões de euros.

2002	2003	2004
28,04	29,44	27,57

<sup>13</sup> APCER – Associação Portuguesa de Certificação.

<sup>14</sup> IPQ – Instituto Português da Qualidade.

#### **(4) O estudo da caixa basculante e do semi-reboque**

Nos semi-reboques, a arquitectura do produto é constituída por um conjunto de cinco módulos fundamentais para além da caixa basculante, nomeadamente, a estrutura-base, o sistema hidráulico, o sistema eléctrico, os eixos e as rodas. Alguns dos módulos são adquiridos no exterior, assumindo-se a empresa como um integrador dos vários sistemas, realizando a sua montagem final. A concepção do produto e portanto o conhecimento arquitectural pertence à Galucho, existindo no entanto diversos *standards* internacionais a que aquela concepção/desenvolvimento tem de obedecer. Apesar disto, resta ainda um campo de acção alargado para a empresa poder inovar e fabricar o produto em pequenos lotes, personalizando-o de acordo com as necessidades de cada cliente, procurando utilizar componentes/módulos e plataformas comuns a outros produtos da mesma família.

Ainda que a Galucho se assuma como uma empresa com forte incorporação própria (e.g. nas alfaias agrícolas), neste produto os componentes/módulos de compra assumem-se com maior significado. As caixas têm sido alvo de inovação e desenvolvimento nos últimos anos, assumindo-se o último modelo desenvolvido, a caixa cónica, como um marco no desenvolvimento de produto e de investimento em equipamento realizado pela Galucho. Este trabalho de inovação e desenvolvimento envolveu a colaboração de uma entidade exterior. O objectivo último foi a redução do peso e melhoria do desempenho. A empresa fabricou e testou os protótipos, comparando o seu desempenho com os modelos anteriores e ouviu os utilizadores tendo tido em conta as suas opiniões.

A inovação e desenvolvimento dos produtos tem levado a empresa a fazer investimentos em equipamento de vanguarda, em virtude da falta de subcontratados com competências para manter o nível de qualidade pretendido, não se remetendo

apenas a um papel de integrador de inovações incrementais realizadas pelos subcontratados ao nível dos componentes ou dos módulos. Acresce que os vários módulos/sistemas desenvolvidos e produzidos ou subcontratados pela Galucho, com excepção do sistema eléctrico que tem ligações com todos os outros, podem ser delimitados fisicamente com alguma facilidade.

Durante o processo de investigação, nem sempre foi possível dispor de toda a informação de uma forma tão ampla, como nos casos estudados na Farama. Com efeito, o peso da confidencialidade de alguma informação mais específica fez-se sentir. Os recursos e as diferentes formas de interdependências, desempenham um papel importante também neste estudo de caso. Consequentemente, o estudo foi focalizado nas interdependências entre diferentes recursos e como estas se reflectiram na organização.

### **3.4.3 O contexto da investigação e as escolhas efectuadas**

O contexto da investigação influenciou certamente a visão do mundo assim como o modo como se escolheu interpretá-lo neste trabalho, noutras palavras, a posição ontológica ou perspectiva. Conforme refere Mason (2002), não podemos nem devemos separar os factos dos contextos. Os aspectos contextuais incluem o interesse pessoal do autor por produtos técnicos, assim como o próprio grau académico em engenharia, terá contribuído certamente no sentido do estudo do desenvolvimento e fabrico de produtos baseados em tecnologias avançadas de produção. Estas influências, afectam a investigação de modos diferentes. De facto, todas as interpretações, selecções, escolhas e análises que permanecem para além daquilo que foi encontrado e das próprias conclusões, reflectem a visão pessoal da realidade estudada e do modo como ela foi presente. A própria perspectiva influenciou certamente as interpretações das observações empíricas, mas também ajudou a ver coisas que outros investigadores,

noutros contextos de investigação, possam não ter considerado. Na procura de conhecimento científico, houve um esforço no sentido de se conseguir o conhecimento de várias fontes de influência do próprio quadro de referência, o qual ajudou a fazer escolhas devidamente fundamentadas. Escolheu-se o enfoque da investigação sobre o que acontece não apenas numa empresa, mas na interacção entre empresas, o que, conforme já referido, originou dificuldades em explicar determinados fenómenos, tendo sido forçados a procurar modelos teóricos e abordagens adequadas, de onde resultou o interesse na abordagem de redes industriais, através de leituras e contactos com investigadores ligados ao grupo IMP<sup>15</sup>.

A relação com a indústria, é também uma parte importante do contexto de investigação. O relacionamento muito próximo com uma das empresas sede de três estudos de caso, providenciou um discernimento do mundo empírico que de outro modo não seria conseguido. O facto de se trabalhar no local e participar em reuniões e discussões de trabalho, proporcionou mais do que as entrevistas podem só por si providenciar, o que ajudou a desenvolver a visão do contexto empírico e influenciou a formulação das questões de investigação. Ao mesmo tempo, é importante considerar que esta proximidade ao mundo empírico pode ter influenciado a colecta de dados, existindo o risco de que alguns dados tenham sido favorecidos por ser mais acessível o acesso, ou que relações com algumas pessoas possam ter influenciado o modo como se escolheu interpretar os dados. A proximidade pode implicar ainda que os respondentes e outras pessoas das empresas estudadas possam mudar o seu comportamento em relação ao investigador, o que pode influenciar a informação com que contribuem. Tentou-se lidar com estas situações quando da recolha dos dados, por exemplo, considerando

---

<sup>15</sup> IMP é a abreviatura de International Marketing and Purchasing e refere-se a um grupo inicialmente de investigadores europeus (formado em 1976), que desenvolveu a “*interaction approach*”, enfatizando a interacção entre compradores e vendedores activos na continuação de relacionamentos de negócios (Gadde e Håkansson, 2001).

várias e diferentes fontes de informação e verificando os dados com os respondentes. Considera-se assim que a proximidade ao mundo empírico foi uma frutuosa fonte de informação, tendo havido a preocupação ao mesmo tempo, de lidar com a influência potencial do contexto de investigação nos dados empíricos.

Os quatro casos diferentes constituem a base empírica deste trabalho e foram realizados em duas empresas envolvendo diferentes contextos, tendo contribuído de diferentes maneiras. Também o modo como os dados empíricos e a teoria foram utilizados, assentam em diferentes escolhas feitas no decorrer do processo de investigação. Durante este processo houve necessidade de fazer inúmeras e diferentes escolhas, como por exemplo, o quadro de referência teórico e os dados empíricos a incluir na tese. Ao mesmo tempo, cada escolha pode ser perspectivada a partir de um ponto de vista que reflecte as condições do momento em que foi feita, não incluindo apenas as condições exteriores, mas também a própria perspectiva, conhecimento e experiência do investigador. Pode ter acontecido também, nalguns casos, não ter havido liberdade de escolha, uma vez que esta estaria limitada em diferentes extensões e por diferentes circunstâncias. As diferentes escolhas poderão estar ainda interrelacionadas, o que torna mais difícil prever as consequências de uma escolha particular nas outras.

Sentiu-se alguma limitação na possibilidade de escolha das empresas para colaborarem no estudo. Diferentes factores, tais como o tempo necessário para os estudos empíricos assim como a possibilidade de consultar livremente e poder dispor da informação necessária e relevante, desempenharam um papel importante na escolha das empresas. No fundo, não apenas o investigador, mas também as empresas optaram por participar ou não no estudo e a selecção prévia destas nem sempre se traduziu na escolha final, uma vez que não foi possível saber antecipadamente o que se ia encontrar. Mesmo supondo que as condições básicas (e.g. que há famílias de produtos que podem

ser interessantes) são completamente conhecidas, era difícil conhecer à partida se tal estudo poderia providenciar melhores dados que outro. Assim, em vez de assumirmos a perspectiva da escolha acertada desde o início, consideramos antes que foi importante que a abordagem de investigação escolhida permitisse que esta tomasse diferentes direcções, dependendo de quais os dados empíricos que eram encontrados e como se articulavam com a teoria existente. Isto porque a selecção das empresas também influenciou e foi influenciada pela escolha dos métodos de investigação e pelas perspectivas teóricas. Por exemplo, a perspectiva de redes de relacionamentos teve consequências no modo como os estudos foram concebidos. Ao mesmo tempo, o método de investigação (i.e. o estudo de casos) permitiu recolher dados empíricos que mais tarde contribuíram para consolidar a escolha da perspectiva teórica, mais precisamente a abordagem de redes industriais.

Neste trabalho foi também necessário fazer várias escolhas que nalgumas extensões foram constringidas pelas já feitas, tendo em conta, de entre outras, o método de investigação e a perspectiva teórica. Uma das escolhas teve a ver com os dados empíricos a incluir neste trabalho conforme referido antes, tendo-se escolhido incluir os dados dos quatro casos mencionados anteriormente por se considerarem relevantes para este estudo. Contudo, a comparação entre o processo de investigação descrito anteriormente e a tese, revela algumas diferenças de estrutura, já que aquele processo iterativo em que dados e teoria vão sendo confrontados, conduz à pesquisa de novos dados e/ou à pesquisa adicional de conceitos, enquanto a tese acaba por apresentar uma estrutura mais dedutiva. Nesta, a teoria existente é utilizada para a formulação do problema, sendo posteriormente apresentada teoria adicional como suporte à análise dos dados empíricos. Esta estrutura para a tese, permite um enfoque num problema específico, que pode ser elucidado através da selecção dos dados empíricos.

Neste capítulo, descrevemos e justificámos a metodologia proposta para conduzir o estudo e focámos o quadro de referência teórico proposto, as questões de pesquisa e o contexto que suporta as escolhas realizadas. A metodologia adoptada assente no estudo de casos foi também justificada, tendo em linha de conta os condicionalismos referidos através de uma orientação epistemológica realista e abordou-se depois a recolha e a análise de dados, tendo sido referido como objectivo a concretização de uma explicação sobre os mesmos através da construção de narrativas.

No Capítulo IV são apresentados os quatro casos de estudo, concluindo-se sobre cada um deles. No Capítulo V procede-se a uma análise comparativa dos casos, retomando as questões de pesquisa apresentadas no Capítulo II (secção 2.7) e passando-se à sua discussão/resposta. O Capítulo VI prossegue com as conclusões do estudo, analisa-se a sua contribuição teórica e levantam-se questões para futura investigação.



## CAPITULO IV

### Estudo de casos

#### 4.0 Introdução

No capítulo anterior, foram explicados os diferentes caminhos escolhidos e tecidas considerações sobre o contexto empírico, que conduziram aos quatro casos que vão ser apresentados neste capítulo; os três primeiros casos da Faramé e o último da Galucho.

Como se irá ver, os casos são contrastantes entre si nalgumas especificidades próprias e a sua selecção teve como fim último a procura de respostas às questões de pesquisa suscitadas quando da revisão bibliográfica. Os casos acabam por mostrar, que dificilmente se pode entender a interacção entre a arquitectura de produto e as redes de aprovisionamento, sem se compreender a dependência do percurso das empresas envolvidas, influenciado pela heterogeneidade de relações com clientes e fornecedores e pela própria conectividade dos relacionamentos entre os actores envolvidos.

Na secção 4.1 deste capítulo é feita a apresentação e análise do caso família carro-contentor CP 660, na secção 4.2 da família contentores *standard* Renault e PSA e na secção 4.3 do contentor modular para garrafas de vinho, todos casos Faramé. Por fim, na secção 4.4, é apresentado e analisado o caso do semi-reboque da Galucho.

#### 4.1 A família carro-contentor CP 660

Nesta secção, começa-se por fazer a apresentação geral do caso, sendo descrita a expressão funcional da necessidade e a evolução do produto e nas subsecções 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3, a caracterização individual de cada um dos produtos da respectiva família. Depois, na subsecção 4.1.4 é elaborada uma análise comparativa entre os produtos no seio da família. Descreve-se também, a partir da decomposição do CP 660, o

relacionamento da Farama com os fornecedores. A seguir, na subsecção 4.1.5 procede-se à análise do caso apresentado nas subsecções anteriores à luz do quadro de referência teórico adoptado. Por fim, na subsecção 4.1.6 faz-se um resumo da análise.

Vai-se descrever a evolução da família dos carros-contentor CP 660, que contempla o CP 660 R (rígido), o CP 660 U (encastrável) e o CP 660 S (simplificado).

A La Poste utiliza cerca de 65 000 carros-contentores para o transporte de objectos de três tipos:

1) Embalagens postais: Podem ser de todas as formas e dimensões, com as seguintes características limites normais:

- Para embalagens paralelepípedicas (comprimento+largura+altura: inferior a 1000 mm) – comprimento máx. 600 mm e min. de 100 mm; largura min. 70 mm; espessura min. 1mm.
- Para embalagens cilíndricas (comprimento+2x o diâmetro: inferior a 1040 mm) – comprimento máx. 1000 mm e min. 100 mm e diâmetro min. 10 mm.

A massa máxima de uma embalagem postal normal é de 10 Kg. No entanto são ainda admissíveis, excepcionalmente, embalagens com massa até 35 Kg.

2) Atados de cartas de pequenos e grandes formatos, com características limites idênticas às das embalagens postais.

3) Sacos com embalagens, com atados de cartas e mistos de embalagens e de cartas. Trata-se de sacos em linho ou plástico, com as seguintes características: dimensões quando vazios, num plano – 750x1200 mm; massa máxima com embalagens – 25 Kg.

### **Expressão funcional da necessidade**

O Carro-contentor desempenha as seguintes 10 funções (válidas para o CP 660 R e CP 660 S):

1. Assegura a recepção e mantém sem transbordar, os objectos que nele são carregados.
2. Pode ser deslocado através de um punho, com condução manual, sem necessitar de acessórios especiais.
3. Pode ser imobilizado no chão horizontal ou num plano inclinado.
4. Pode ser puxado em comboio, juntamente com outros, atrelados.
5. É esvaziado manualmente. Deve para o efeito apresentar uma boa acessibilidade relativamente a todo o seu conteúdo. É enchido manualmente, quando com embalagens ou sacos de embalagens. É também enchido automaticamente a partir de uma máquina de triagem de embalagens *standard* rápida e de grande débito.
6. É esvaziado automaticamente por basculamento.
7. É transportável, assim como pode permanecer com objectos nos centros de triagem. Pode ser manuseado com empilhadores ou outro meio de deslocação mecânica apropriada.
8. É carregável, descarregável e transportável nos camiões de médio porte e ferroviários.
9. O seu conteúdo é identificável, graças à presença de um porta-etiquetas que pode receber uma etiqueta pré-impressa, indicando de forma clara e com código de barras a sua natureza e destino.
10. Dimensões exteriores: comprimento – 1200 mm; largura – 800 mm; altura - 1540 mm. Capacidade: 600 Kg. Exceptua-se o CP 660 S com capacidade de carga de 400 Kg.

Temos de acrescentar à expressão funcional da necessidade a seguinte função (válida para o CP 660 U):

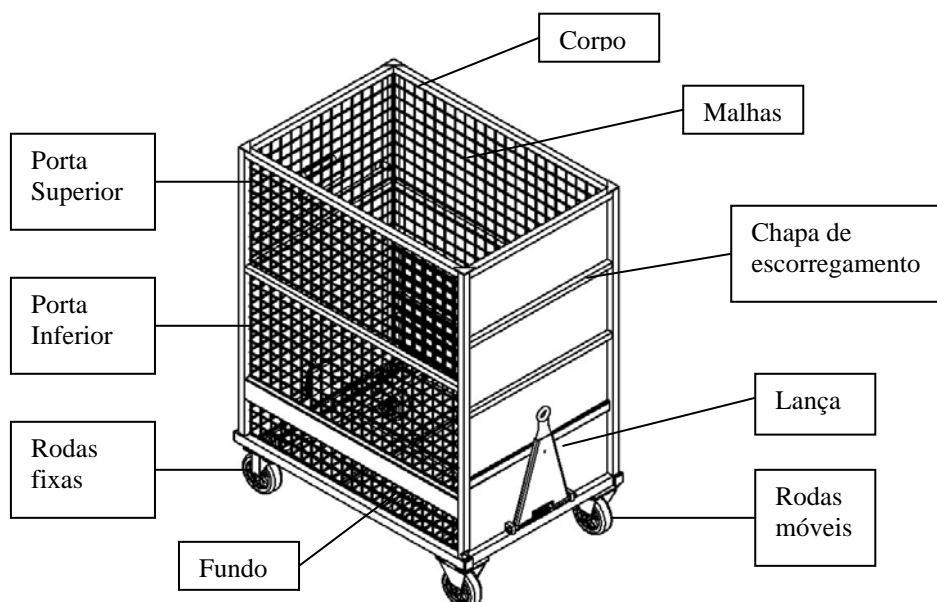
11. É encastrável, com o fim de permitir em vazio uma ocupação mínima em situação de *stock* ou no interior dos veículos de transporte.

### Evolução do produto

A evolução do produto no seio da família carro-contentor CP<sup>16</sup>660 (ver a Figura 4) foi a seguinte:

- CP 660 R – CHARIOT-PAQUETES. Foi criado pelo SRTP em 1986. A Farama iniciou a sua produção em 1990.
- CP 660 U – CHARIOT-PAQUETS. Foi criado pelo SRTP em 1994. A Farama participou no desenvolvimento do produto e iniciou a sua produção em 1994.
- CP 660 S – CHARIOT-PAQUETS. Foi criado pelo SRTP em 2001. A Farama participou no desenvolvimento do produto e iniciou a sua produção em 2001.

Figura 4. O carro-contentor CP 660.



<sup>16</sup> CP – Chariot-Conteneur de Paquets.

Relativamente ao custo dos carros-contentor (sem incluir o transporte), constata-se que o CP 660 U apresenta um custo que é 2% inferior ao CP 660 R e o CP 660 S apresenta um custo que é 33% inferior ao CP 660 R.

A Tabela 7 regista a quantidade de carros-contentor CP 660 por camião, quando transportados em vazio. O custo médio do transporte de Portugal para França por cada CP 660 U em camião completo assume uma redução de 34%, relativamente ao mesmo custo dos carros- contentor CP 660 R e CP 660 S.

Tabela 7. Número de carros-contentor por camião.

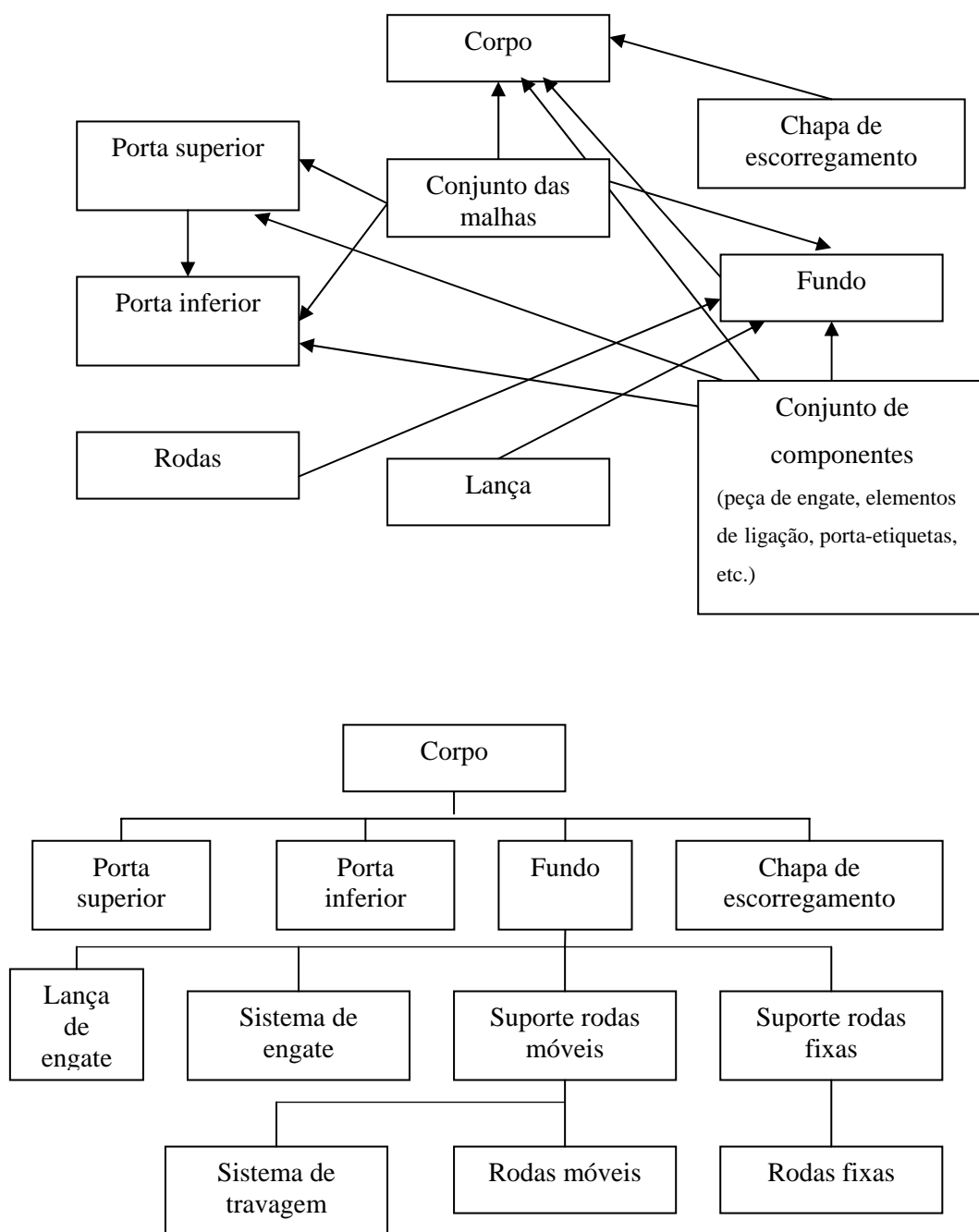
CP 660 R	CP 660 U	CP 660 S
33	50	33

Na Figura 5 resume-se a arquitectura da família carro-contentor CP 660, primeiro em termos de ligações entre os componentes/módulos e depois das dependências hierárquicas entre eles. Assim, na Figura 5 constata-se que, por exemplo, as malhas têm ligações com o corpo, com as portas superior e inferior e com o fundo. Em termos hierárquicos, verifica-se também, por exemplo, que as portas superior e inferior, o fundo e a chapa de escorregamento dependem do corpo.

#### **4.1.1 O CP 660 R**

Após vários contactos comerciais levados a cabo pela Farame em 1989, a La Poste forneceu uma pasta com desenhos de definição do carro-contentor. Com base nesses desenhos do carro-contentor, a empresa executou um protótipo que submeteu à aprovação do cliente. O protótipo foi enviado para o SRTP e a avaliação foi feita no local com a presença do Director de Produção da Farame, dos Técnicos Controladores do SRTP e do representante comercial da empresa em França. Após a análise, foi enviado (pelo SRTP) para a Farame um relatório de avaliação do protótipo.

Figura 5. A arquitectura da família CP 660.



Foi necessário corrigir o protótipo (nem toda a informação necessária estava explícita nos desenhos fornecidos) e enviar um segundo, para aprovação. No início de 1990, após aprovação do segundo protótipo, a La Poste colocou uma encomenda de 400 CP 660 R (Figura 6) com o fim de validar os meios de produção e confirmar a

capacidade da Farama para produzir o carro-contentor com os requisitos de qualidade exigidos no Plano de Controlo.

Figura 6. O CP 660 R.



Depois de produzidos, os carros-contentor foram inspeccionados nas instalações da Farama pelos técnicos da La Poste. A amostragem feita pelo controlador do SRTP levou à rejeição do lote dos 400 CP 660 R. Embora obedecendo aos requisitos dimensionais, o funcionamento da lança e do sistema de engate (com força da mola insuficiente) e das portas (afinação de folgas), não correspondia ao pretendido pelo cliente. Note-se que

esta situação de comportamento em funcionamento não se encontrava definida na documentação técnica (não estava codificada). Uma equipa de trabalho da Farama procedeu então à afinação de cada um dos carros-contentor durante o turno da noite, seguindo a informação deixada pelo controlador do SRTP e na manhã seguinte, após novo controlo, o lote dos 400 CP 660 R foi aprovado pelo cliente.

### **Os primeiros anos de actividade**

Foi necessário interagir com o cliente, uma vez que nem toda a informação estava codificada, i.e. havia alguma informação tácita (e.g. características do funcionamento pretendido para a lança, sistema de engate e portas). Por outro lado, no início, a Farama não dispunha de competências técnicas (e.g. de projecto) e de fabrico (e.g. conhecimento e meios), até mesmo para manufacturar o protótipo. O Gabinete Técnico apenas dispunha de um desenhador que acabara de ser admitido e que trabalhava num estirador, em papel vegetal. A maioria dos subcontratados com quem a Farama se relacionava na altura, eram pequenas empresas, com fracas competências humanas e técnicas (e.g. de equipamento) até mesmo para colaborar na manufactura do protótipo.

Os dois protótipos do CP 660 R foram produzidos pela Farama, com a colaboração da Quinaço. Esta empresa, localizada em Lisboa, tinha iniciado a relação como subcontratado da Farama em 1989 com a produção de uma pequena quantidade de contentores MPR para a Renault (França). De acordo com o Director de Produção ao tempo:

*“... não havia alternativa, a aprendizagem requer tempo e na altura este escasseava face à pressão do prazo de entrega curto exigido pelo cliente. No início, tivemos de aprender com o cliente e com o subcontratado principal (a Quinaço), servindo a Farama como elemento de ligação da informação/conhecimento de um para o outro”.*

A série dos primeiros 400 CP 660 R foi produzida pela Quinaço, nas instalações em Lisboa, um edifício com 3 andares, onde a movimentação dos materiais e dos



subconjuntos se tornava muito complicada de realizar. Conforme nos referiu o Director de Produção da Farama ao tempo:

*“A Quinaço, quando iniciou o processo de fabrico de alguns componentes do CP 660 R na sua sede em Lisboa, não estava preparada para o fabrico em série. Tivemos de, em conjunto, encontrar soluções para os problemas que se punham, com o fim de obtermos preços competitivos com a qualidade pretendida pelo cliente”.*

A Farama participou na definição do *lay-out* mais adequado, assim como na sensibilização para as cotas mais importantes do produto, que era necessário respeitar.

Definiram-se as tolerâncias de fabrico das malhas que eram fabricadas e entregues pela Farama, de forma a que pudessem ser soldadas com sucesso nos aros em tubo que eram fabricados na Quinaço. O carro-contentor destinava-se a trabalhar em plataformas de distribuição de correspondência (embrulhos), com equipamentos completamente automatizados, razão pela qual a sua construção obrigava a campos e tolerância apertados (e.g. distância entre eixos dos suportes das rodas de  $600\pm 1$  mm). No fundo, definiram-se os interfaces entre os vários componentes que eram fornecidos por outras empresas (incluindo a Farama), com os que eram produzidos pela Quinaço, que executava a construção soldada do conjunto.

O acabamento de superfície, a zincagem, era subcontratado a uma empresa localizada em Loures (FAQ), que foi preparada e “ensinada” pela Farama para este trabalho. Como referiu o Director de Produção:

*“Na fase inicial de trabalho com o subcontratado de zincagem, a Farama investiu não só na formação e apoio disponibilizando a Engenheira Química e o encarregado da zincagem para o controlo dos banhos (que era realizado no Laboratório da Farama), como adiantou ainda verbas para a adjudicação de equipamentos e de produtos essenciais ao arranque do processo nessa empresa”.*

A Farama já dispunha de competências de zincagem, uma vez que embora utilizando na altura uma instalação manual (antes da adjudicação da primeira instalação de zincagem automática), tinha uma Engenheira Química e um encarregado, assim como um laboratório químico equipado.

Assim, a Faramé fabricava as malhas em arame que entregava à Quinaço, para esta realizar a construção soldada do corpo e das portas do carro-contentor, incluindo os ferrolhos. A chapa de escorregamento era também produzida na Quinaço e entregue em bruto à Faramé. Os componentes torneados que eram soldados a outros, eram adjudicados pela Faramé a empresas do ramo e depois entregues à Quinaço para proceder às operações de soldadura. A zincagem dos componentes pequenos era executada na Faramé, uma vez que a instalação existente tinha capacidade para efectuar esta operação. Todos os componentes de tornearia, molas e elementos *standard* de montagem, eram adjudicados pela Faramé, que procedia à sua montagem no carro-contentor.

As rodas especiais (não *standard*), desenvolvidas com a participação da La Poste, eram adjudicadas a uma das duas empresas estrangeiras homologadas para fornecerem este tipo de rodas. Dispunham de um rodado de 160 mm e eram montadas no CP 660, sendo duas fixas e duas rotativas, estas com sistema de frenagem central. As molas e a tela betuminosa (colada na chapa de escorregamento), eram adquiridas a empresas portuguesas. A montagem e o controlo final dos contentores, era realizado nas instalações da Faramé.

Por ter sido este o primeiro produto com maior complexidade produzido pela Faramé, esta teve de adquirir competências de que não dispunha, através não só da interacção com os técnicos do cliente (SRTP), mas também com a rede de subcontratação que teve de estabelecer rapidamente para poder fornecer o produto.

Conforme referido pelo Director de Produção:

*“Foi necessário criar um Gabinete Técnico com orçamentista, técnico de tempos e métodos e desenhadores para poder satisfazer as necessidades de desenvolvimento e definição dos produtos, assim como um sector de planeamento e controlo de produção adequado, para a coordenação logística dos componentes produzidos na rede de subcontratação”.*

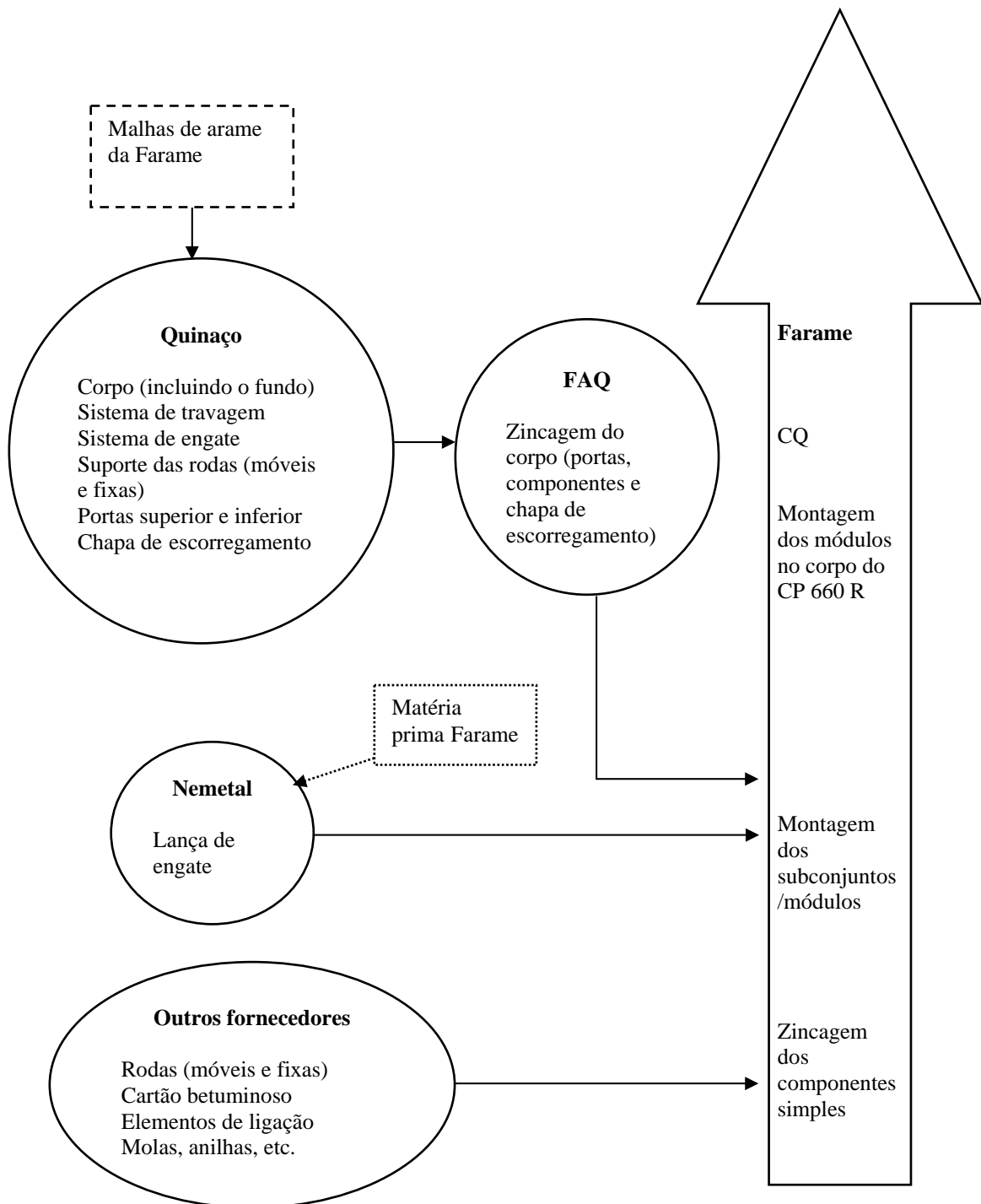
Eram assinados contratos entre a La Poste e a Faramé, para cada encomenda de carros-contentor, que contemplavam essencialmente aspectos referentes ao objecto do contrato, ao cumprimento dos prazos de entrega acordados, qualidade, exclusividade do fornecimento e decomposição de preços. A Faramé elaborava também contratos idênticos com os seus fornecedores. O relacionamento da Faramé com os subcontratados incluía visitas e reuniões frequentes entre actores (engenheiros e técnicos das empresas), com o fim de se acompanhar e coordenar o desenvolvimento dos trabalhos. Havia portanto um relacionamento aberto e próximo entre as empresas, mesmo ao mais alto nível, ainda que também existissem contratos formais escritos.

Com o fim de poder satisfazer as encomendas posteriores do CP 660 R para a Faramé, a Quinaço adquiriu dois robots de soldadura ABB e deslocalizou a produção destes carros-contentor para instalações que dispunha em Albarraque. O objectivo era ficar mais próximo da Faramé e reduzir os custos de movimentação e de transporte. Decorridos quatro anos, em 1995, a Quinaço contactou directamente a La Poste e passou a fornecer os carros-contentor ao cliente, obrigando a Faramé a procurar outro subcontratado para o fabrico do corpo do carro-contentor. Foi seleccionada a Metagricorte, em Odivelas, para efectuar o mesmo tipo de trabalho realizado pela Quinaço. Tornou-se necessário instruir e formar o novo subcontratado (Metagricorte) para o fabrico do CP 660 U, tendo-se procedido também, com a participação dos técnicos da Faramé, à reorganização do local de trabalho daquela empresa. A Quinaço, socorreu-se entretanto do mesmo subcontratado da Faramé, a FAQ, para zincar o CP 660 U, uma vez que não possuía competências nesta actividade. Este foi o subcontratado que a Faramé ajudou financeiramente e ensinou a controlar o processo para poder zincar este produto.

A Faramé conseguiu então um outro subcontratado, nas proximidades, para a operação de zincagem, a Policromo, cujo proprietário tinha sido chefe de produção da FAQ. Esta mudança, deveu-se também ao aumento constante de preços que a FAQ vinha praticando, que se tornaram inoportáveis, face à pressão da La Poste para redução dos preços de compra do produto. Em 1993, a Faramé acabou por adquirir uma instalação automática de zincagem para substituir a então existente (manual) e em 1996 a segunda, esta já com capacidade para zincar completamente o CP 660 R na empresa.

Face à dificuldade em conseguir preços e prazos de entrega competitivos através da subcontratação, a Faramé viu-se obrigada a adquirir à ABB, em 1996, três robots de soldadura para produzir internamente o produto. Exceptuava-se apenas o corpo do carro-contentor, que continuava a ser subcontratado. A chapa de escorregamento era também fornecida por outro subcontratado, a Metagricorte. O corpo do carro-contentor era subcontratado porque os robots adquiridos não tinham capacidade para o soldar face às suas dimensões e a chapa de escorregamento porque necessitava de operações de corte, furação e quinagem de chapa que estavam fora do âmbito das competências da Faramé. Os componentes/módulos produzidos na Metagricorte, eram controlados no local por pessoal da Qualidade da Faramé e seguiam depois para o subcontratado de zincagem em Loures, a Policromo. Na Figura 7 representa-se a estrutura de fornecedores relativa ao carro-contentor CP 660 R (1ª fase) que permitirá a análise, na subsecção 4.1.5, do relacionamento da Faramé com o cliente e os fornecedores, de uma forma mais profunda.

Figura 7. Estrutura de fornecedores CP 660 R (1ª fase).



Por não dispor de instalação de zincagem e devido às dificuldades em manter o custo desta operação competitivo através do antigo subcontratado da Faramé (a FAQ), a Quinaço acabou por adjudicar a zincagem do corpo do contentor, a preços mais baixos,

a uma empresa situada em Águeda (a Fisola), mesmo sujeitando-se a custos de movimentação e de transporte elevados. Com o fim de minimizar este efeito, acabou por adjudicar mais tarde a esta empresa também a construção soldada do corpo do carro-contentor, para além da sua zincagem, sendo os restantes componentes/módulos produzidos na Quinaço e zincados na empresa situada em Loures (a FAQ), que já era utilizada como subcontratado.

#### **4.1.2 O CP 660 U**

Em Julho de 1990, a Faramé é consultada para, em conjunto com o SRTP, estudar um carro-contentor tipo CP 660 R mas que fosse encastrável, com o fim de reduzir custos de transporte entre os centros de distribuição quando os carros-contentor se encontram vazios, assim como reduzir o espaço ocupado dentro dos próprios centros de distribuição quando na situação indicada. Os primeiros desenhos e protótipos foram produzidos em Agosto e Setembro de 1990, tendo a Quinaço participado na manufactura dos protótipos. Para o fabrico do suporte do fundo, em chapa quinada, foi necessário desenvolver ferramentas específicas com a participação de um outro subcontratado, a Metalomatrix, tendo sido produzidas várias versões até à aprovação da versão final pelo cliente. Entre aquelas datas e Março de 1991, procedeu-se à elaboração de estudos, desenhos, protótipos e ensaios, tendo ocorrido várias reuniões entre os elementos do grupo de trabalho, na Faramé e no SRTP.

Pretendeu-se desenvolver em simultâneo um outro contentor, o CP 630 S (800x600x1540 mm), que embora com a mesma altura e largura teria um comprimento inferior ao do CP 660 R, mais exactamente, metade deste. Pretendia-se ainda que os dois contentores tivessem o maior número de componentes comuns, por razões de economias de escala. O CP 630 S (Figura 8) foi aprovado mais tarde, já em 1999 e lançada a sua produção. A arquitectura do CP 630 S é contudo idêntica à do CP 660 R,

i.e. quase-integral, já que dispõe apenas de duas portas que permitem o acesso ao seu interior, sendo a estrutura do corpo do carro-contentor completamente rígida.

Figura 8. O carro-contentor CP 630 S com a porta superior aberta.



Só em 1994, é completamente definido e aprovado o CP 660 U encastrável (ver as Figuras 9 e 10). Na Figura 9 apresentam-se quatro fotografias do CP 660 U, primeiro completamente fechado (fotografia do lado esquerdo superior), com a porta-chapa de escorregamento aberta (fotografia do lado direito superior), com o fundo rebatido e preso à malha do painel lateral (fotografia do lado esquerdo inferior) e por fim com as portas abertas, rebatendo-se a superior sobre a inferior (fotografia do lado direito inferior). Na Figura 10 apresenta-se uma fotografia de dois CP 660 U encastrados, em posição de arrumação em vazio ou para transporte em camião. A Especificação Técnica da Necessidade (*Specification Technique de Besoin*) do Chariot-Paquets CP 660 U e o Dossier dos Desenhos (*Dossier des Plans*) foram editados e aprovados na sua versão final em 1994. O Plano de Controlo (*Plan de Controle*) só foi editado e aprovado pela La Poste em 1996. A Faramé iniciou a produção do CP 660 U em 1994.

Figura 9. O carro-contentor CP 660 U.

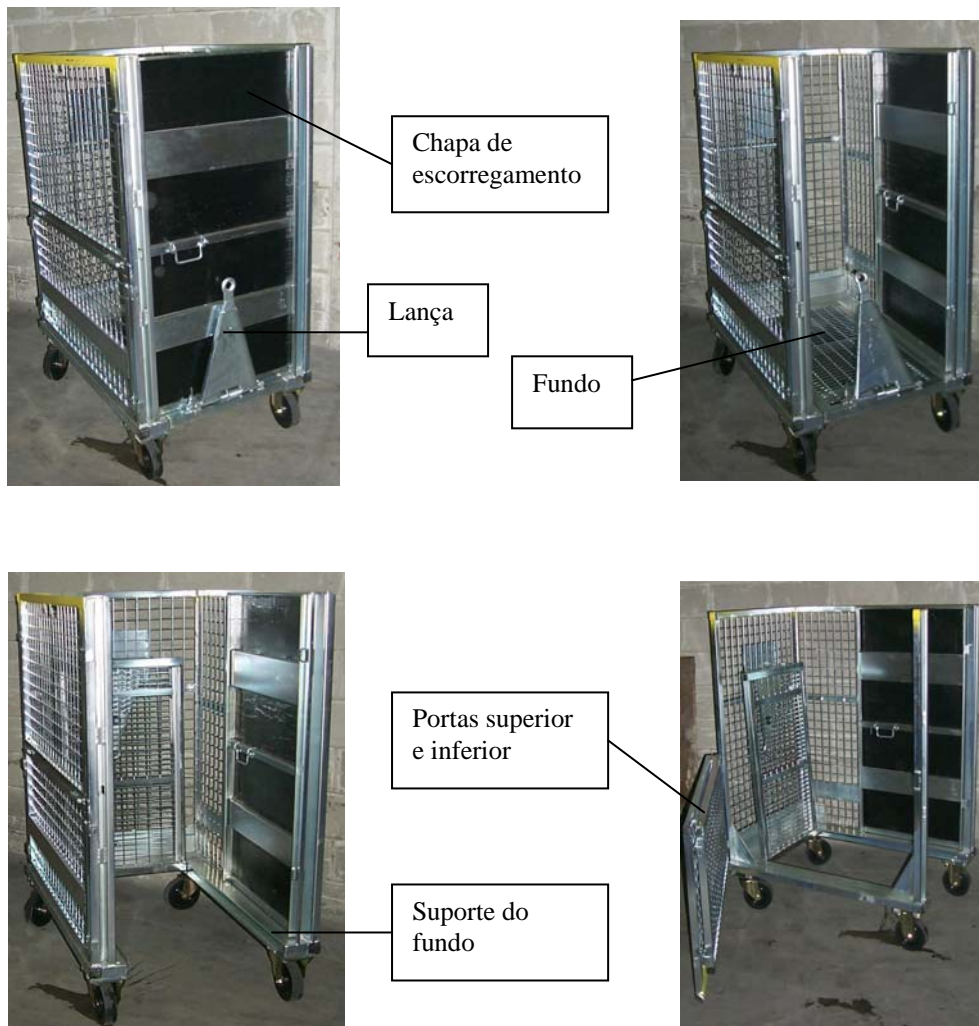


Figura 10. Dois CP 660 U encastrados, para transporte ou arrumação em vazio.





Ainda que no início a produção do CP 660 U tenha arrancado com a Quinaço e depois continuado com a Metagricorte, a Faramé acabou por adquirir em 1998 um robot de soldadura com duas mesas com 2,5 m que lhe permitia soldar também o corpo do carro-contentor na empresa, estando assim em condições de internalizar a operação de soldadura de todos os módulos. Os componentes eram adquiridos a uma rede de subcontratados que dispunha de competências para o efeito (e.g. corte e quinagem de chapa), sendo depois colocados em gabaritos e soldados a outros nos robots da Faramé, ou entravam directamente na linha de montagem final depois de terem sido zincados e montados (e.g. peça de engate assinalada na Figura 10).

Com o arranque do fabrico do CP 660 U, a Faramé viu-se obrigada a adquirir matéria prima (e.g. arame, chapa e tubo) no estrangeiro, uma vez que os preços praticados em Portugal não eram competitivos. Em virtude da empresa dispor de maior poder de negociação para a aquisição de matéria prima e uma situação financeira mais sólida que os subcontratados, esta era na maior parte dos casos adquirida pela Faramé e fornecida aqueles para produção dos componentes/módulos. No relacionamento com a Metagricorte, a Faramé fornecia além da matéria prima também o próprio fio (de solda) para a soldadura dos módulos.

A zincagem do corpo do carro-contentor CP 660 U, assim como de todos os componentes, passou a ser realizada na Faramé a partir de 1996 (na nova instalação de zincagem), uma vez que os custos de transporte eram elevados, a qualidade da subcontratação não era a pretendida e a cadência de produção também não era suficiente. A Faramé chegou a produzir 6 000 CP 660 U num ano<sup>17</sup>.

Para a linha de montagem foi desenhada e manufacturada na empresa uma mesa para cortar a tela betuminosa que era adquirida em rolo, assim como uma plataforma

---

<sup>17</sup> Em 2004 a Faramé produziu cerca de 18 000 carros-contentor CP 660 U.

elevadora com accionamento pneumático, com o fim de facilitar a montagem das rodas nos carros-contentor. No que se refere à montagem final, o CP 660 U apresentava uma concepção mais modular do que o CP 660 R, uma vez que a chapa de escorregamento era a própria porta lateral rebatível e desmontável e o fundo era também rebatível e facilmente desmontável (ver a Figura 9).

A porta lateral em chapa e o fundo, podem considerar-se módulos com ligações “fracas” *standard* (dobradiças) aos outros onde se ligam. O suporte do fundo (ver a Figura 9) é soldado ao corpo do carro-contentor, apresentando portanto um tipo de ligação mais “forte” que os dois módulos referidos acima. As duas portas (superior e inferior) mantiveram-se iguais às do CP 660 R. Os suportes de fixação das rodas foram modificados na sua forma (contorno), tendo sido necessário fazer investimentos em ferramentas. No carro-contentor CP 660 U, foi colocada ainda uma chapa com código de barras, para permitir a sua identificação ao longo do percurso.

Ainda que “fracamente” ligadas, através de componentes *standard* (dobradiças), existe uma dependência funcional entre a porta superior e a inferior, uma vez que, como pode ser verificado através da Figura 9, para se abrir a porta inferior é necessário abrir primeiro e rebater sobre esta, a porta superior. As duas portas dispõem de ferrolhos, dois na porta superior e um na porta inferior, actuando ambos através de molas de compressão.

Conforme já referido, em 1998 a Quinaço acabou por subcontratar a construção soldada do corpo do CP 660 U e a sua zincagem à Fisola, com o fim de minimizar os custos de transporte do contentor. No entanto, por terem surgido problemas entre aquelas duas empresas (falta de cumprimento com os pagamentos) a Fisola deixou de trabalhar para a Quinaço, passando mais tarde a ser subcontratado da Faramé, inicialmente para outros produtos e posteriormente para o próprio corpo do CP 660 U

zincado. A Quinaço acabou por abandonar, em 1999, o fornecimento do CP 660 U para a La Poste, voltando a Farama a ser o único fornecedor.

### **Melhorias conseguidas no desenvolvimento do CP 660 U**

Em 1995, a Farama obteve a certificação pelo IPQ segundo a ISO 9002 e em 1996, pela La Poste – AQ Poste 2, deixando a partir dessa altura de ser necessária a inspecção dos lotes de fabrico do produto pelos inspectores do cliente antes de serem expedidos. O Gabinete Técnico da Farama foi crescendo, passando a dispor para além do orçamentista e do técnico de métodos e tempos, um engenheiro e três desenhadores que passaram gradualmente a utilizar três postos de CAD, posteriormente substituídos por três postos de SolidWorks (desenho a 3D).

Na fase inicial do ciclo de vida do CP 660 U, a Farama propôs ao SRTP várias melhorias do produto, que acabaram por ser aceites. Por exemplo, o olhal da lança de engate que era constituído por um arame de diâmetro 16 mm dobrado em circunferência soldado a uma barra de aço, passou a ser uma peça única com uma forma semelhante, mas obtida por outro processo tecnológico – o forjamento (ver a Figura 11). O desenvolvimento deste componente foi conseguido através da interacção com uma empresa de forjamento (Lisforja), tendo esta realizado os protótipos para aprovação pelo cliente. A Farama teve de subcontratar o fabrico desta peça (ver a Figura 12), que era produzida com tecnologia que não dominava nem dispunha, mas cujo custo era inferior ao da solução anterior. Os componentes constituintes da lança de engate (fornecidos pela Quinaço) também sofreram alterações com vista à sua simplificação e adaptação para o novo olhal da lança.

A mudança da tecnologia de produção do olhal da lança, originou alterações nos relacionamentos ao nível da rede de aprovisionamentos, uma vez que proporcionou o surgimento de um novo relacionamento para o fornecimento do componente. Já as

alterações ocorridas nos componentes em chapa constituintes da lança, não originaram alterações nos relacionamentos existentes, uma vez que a tecnologia de produção manteve-se.

Figura 11. Lança de engate do CP 660 U.

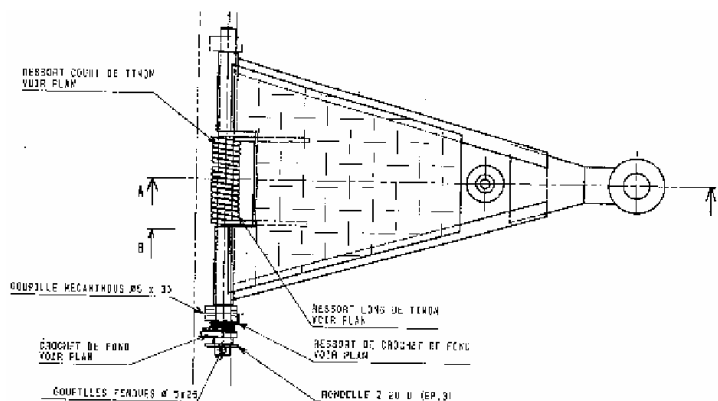
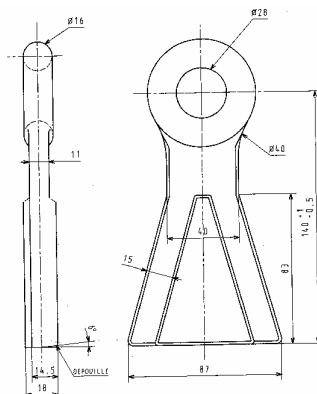


Figura 12. Olhal (forjado) da lança de engate do CP 660 U.



Nas Figuras 13 e 14 representam-se, respectivamente, as estruturas de fornecedores relativas ao carro-contentor CP 660 R (2ª fase) e CP 660 U (1ª fase) e CP 660 U (2ª fase) que permitirão a análise, na secção 4.1.5, do relacionamento da Farama com o cliente e os fornecedores, de uma forma mais profunda.

Conforme referido, a mudança de tecnologia utilizada no fabrico do olhal da lança, da serralharia civil para o forjamento, originou mudanças na rede de relacionamentos,

como pode constatar-se através da análise das Figuras 13 e 14. Com efeito, o olhal da lança forjado (primeiro na Lisforja e depois na Forjaço), veio originar um novo relacionamento. As entregas eram feitas directamente na Nemetal que procedia à soldadura de todos os componentes, na situação de falta de capacidade da Farama.

Figura 13. Estrutura de fornecedores CP 660 R (2ª fase) e CP 660 U (1ª fase).

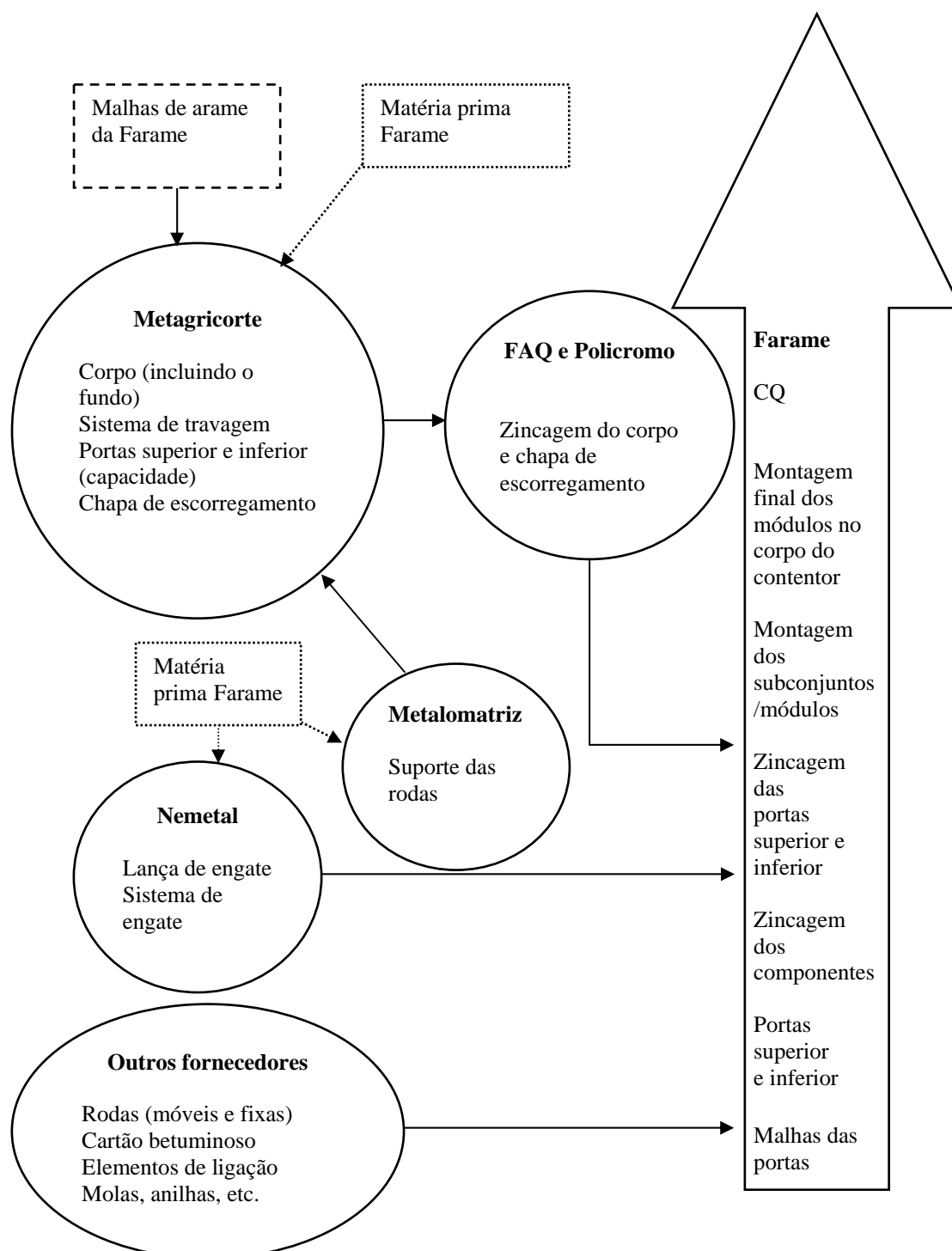
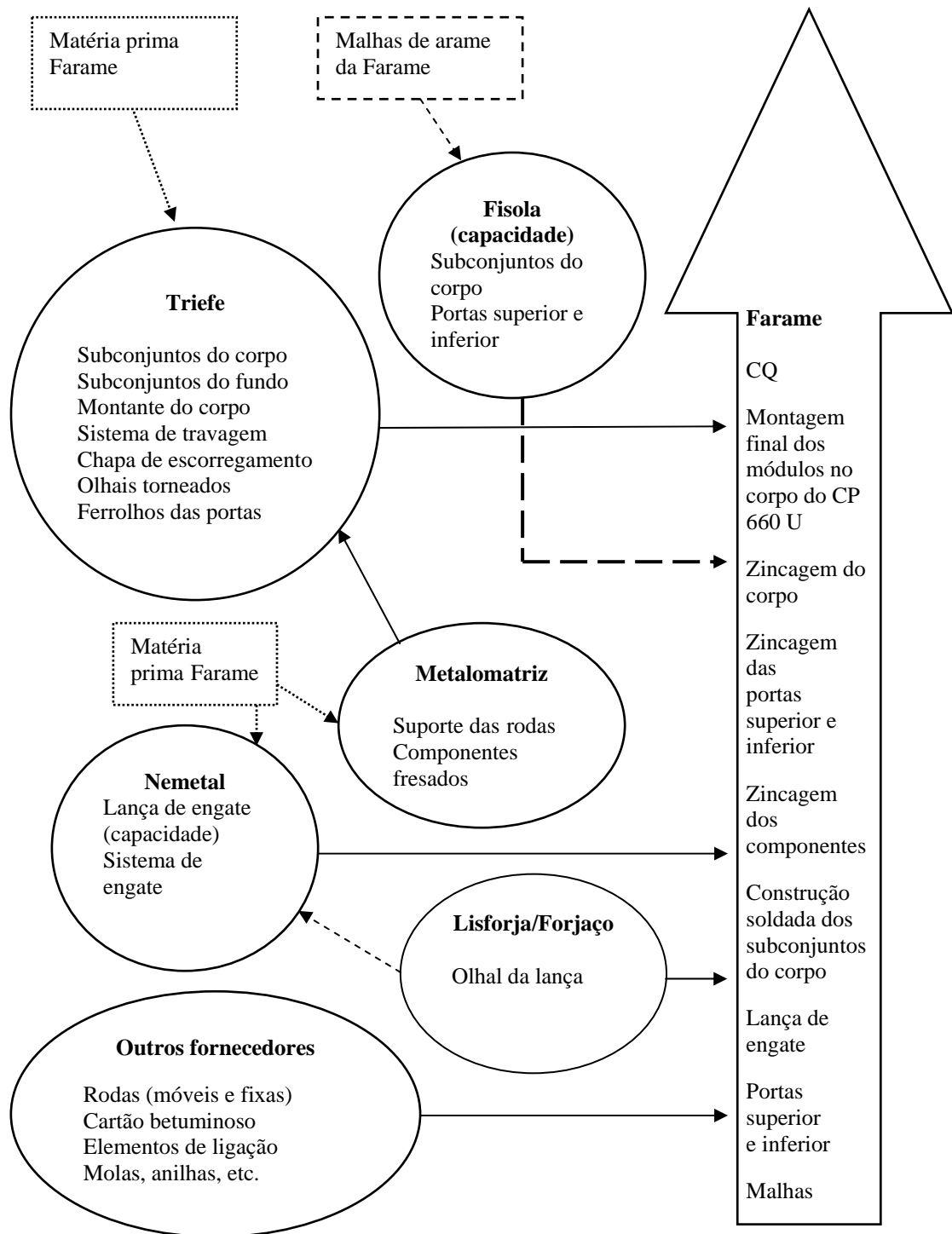


Figura 14. Estrutura de fornecedores CP 660 U (2ª fase).



Outro exemplo de melhoria, é a tela betuminosa que era cortada e colada com cola à chapa de escorregamento e que passou a ser adquirida já cortada com a medida certa, sendo autocolante. Também a pintura a negro do rectângulo do porta-etiquetas foi

substituída por uma tela negra adesiva com as dimensões pretendidas. Estas melhorias resultaram da interacção entre a Faramé, os fornecedores das telas e o cliente.

#### **4.1.3 O CP 660 S**

Por solicitação da La Poste, em 2000, a Faramé participou na definição do CP 660 S (simplificado). A concepção deste era idêntica à do CP 660 R, mas pretendia-se que fosse mais simples e com menor custo. A arquitectura era mais integral, uma vez que até mesmo a chapa de escorregamento era soldada ao corpo do carro-contentor.

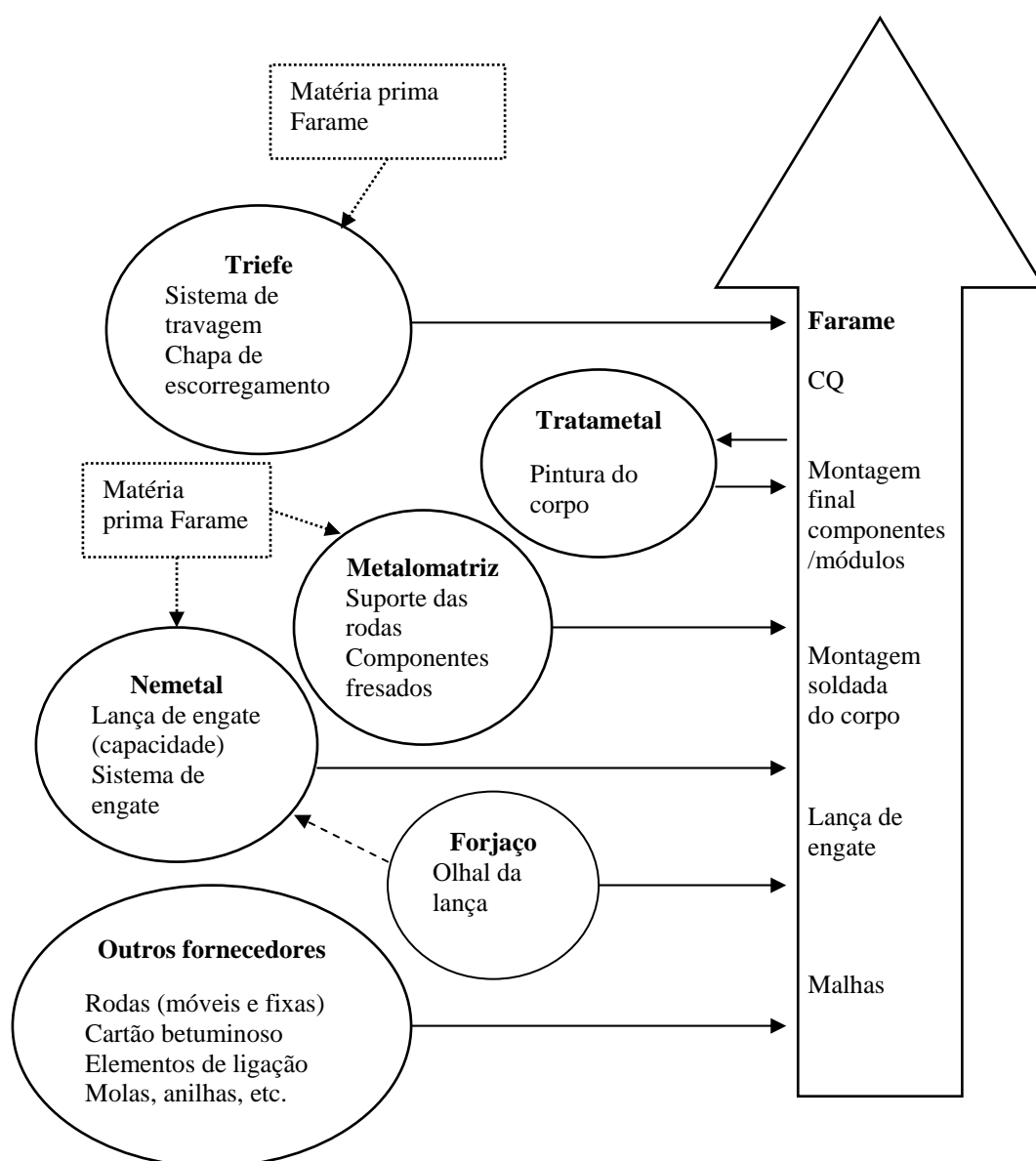
Após o desenvolvimento, execução de desenhos e aprovação dos protótipos, a Faramé produziu em 2001 uma encomenda de 3 000 CP 660 S (ver a Figura 15). A expectativa da La Poste era de que este carro-contentor viesse a substituir o CP 660 U. No entanto, apesar do custo de produção ser inferior ao do CP 660 U, os custos elevados de movimentação em vazio (volume ocupado nos transportes internos e dentro dos centros de distribuição), levaram a que a La Poste voltasse a preferir o CP 660 U, não tendo adquirido nunca mais o CP 660 S.

Figura 15. O CP 660 S.



Na Figura 16 representa-se a estrutura de fornecedores relativa ao carro-contentor CP 660 S, que permitirá a análise na secção 4.1.5, do relacionamento da Farama com o cliente e os fornecedores, de uma forma mais profunda. Nesta estrutura, assiste-se ao fornecimento de componentes por parte dos subcontratados, que se destinavam a ser soldados na Farama para formarem os módulos. A rede de subcontratação existente, passou assim a fornecer apenas os componentes cujo fabrico a Farama não tinha competências, sendo a integração destes (construção soldada) assumida pela empresa.

Figura 16. Estrutura de fornecedores CP 660 S.





O CP 660 S, não foi contudo o último projecto desenvolvido pela Farama para a La Poste. Com efeito, têm decorrido nos últimos anos estudos com vista ao desenvolvimento de novos projectos. Esses estudos vão ser objecto de exposição sucinta a seguir.

### **Novos projectos**

No início de 2002, a La Poste solicitou à Farama o desenvolvimento de um novo projecto de carro-contentor, o “Chariot Conteneur CH3X”. Pretendia-se um carro-contentor semelhante ao CP 660 U ou CP 660 S, mas com um volume útil superior, pelo que seria necessário aumentar a altura para cerca de 2200 mm (a altura máxima do camião é de 2700 mm). O objectivo era otimizar os meios de transporte dos embrulhos (*colis*) entre as “Plates-Formes Colis” (PFC), aproveitando ao máximo a altura do camião. Foram elaborados pela Farama os desenhos de definição para aprovação, encontrando-se o projecto ainda em análise para decisão pela La Poste.

No final de 2002, a La Poste lançou um novo desafio à Farama para a concepção de um novo carro para o transporte de embrulhos entre as PFC e as agências Coliposte. O carro-contentor foi denominado CPN e era constituído por duas partes:

- a superior seria um contentor em arame (*caisse-palette*), rebatível, com rodas e não traccionável;
- a inferior seria um berço sobre o qual se posicionaria a parte superior com o fim do conjunto poder ser utilizado nas máquinas de distribuição (de *tri*) e pelos basculadores já existentes. O berço seria também rolante e traccionável.

No fundo, o que se pretendia era dividir o CP 660 U numa base (*berceau*) separada da parte superior (*caisse-palette*), podendo ser esta rebatível. O objectivo principal era o

de reduzir o custo e de aumentar o número de contentores armazenados em vazio numa determinada área. Nas plataformas ficaria o “*berceau*” e as “*caisse-palette*” seriam utilizadas entre as PFC e as agências Coliposte.

Com base na Especificação Técnica da Necessidade da La Poste, foram elaborados desenhos de definição e manufacturados e enviados protótipos para aprovação. O relatório de síntese da avaliação do protótipo foi efectuado pelo SRTP em 25/03/2003 e enviado à Faramé. O projecto encontra-se ainda em análise para decisão pela La Poste.

Constata-se que, enquanto o primeiro projecto pretende manter a concepção dominante (arquitectura do produto), ainda que aumentando a altura do contentor, o segundo pretende alterar completamente aquela concepção e portanto a arquitectura do contentor. Estes dois projectos não foram porém os últimos. Em 2004 a La Poste solicitou à Faramé que desenvolvesse o CP 660 U de forma a reduzir-lhe o peso próprio, mas mantendo a resistência e as funcionalidades. Este projecto encontra-se em desenvolvimento, tendo sido apresentado pela Faramé, em 2005, o anteprojecto, contemplando várias alternativas de utilização de outros materiais além do aço.

Procede-se na secção seguinte, a uma análise comparativa entre as arquitecturas do carro-contentor CP 660 expostas anteriormente.

#### **4.1.4 Análise comparativa dos produtos no seio da família CP 660**

Vai-se proceder agora, à análise da evolução da arquitectura da família do carro-contentor CP 660. Como vimos, a Faramé define a arquitectura do produto através de:

- a) Fundo;
- b) Corpo (estrutura);
- c) Suportes das rodas móveis;
- d) Suportes das rodas fixas;
- e) Porta inferior;
- f) Porta superior;
- g) Lança de engate;
- h) Sistema de engate;
- i) Sistema de travagem;
- j) Chapa de escorregamento;
- l) Rodas móveis e fixas.

A Tabela 8 refere a relação entre os vários componentes/módulos e as funções, para cada uma das arquitecturas do carro-contentor CP 660.

Tabela 8. Distribuição das funções (CP 660 R-U-S).

<b>Componente/módulo</b>	<b>Função n.º</b>	<b>CP 660 R</b>	<b>CP 660 U</b>	<b>CP 660 S</b>
Fundo	1,2,4,10,11	Sim (rígido)	Sim (móvel)	Sim (rígido)
Corpo	1,2,6,7,8,9,10	Sim	Sim	Sim
Suportes rodas móveis	3,4,10	Sim (=U,S)	Sim (=R,S)	Sim (=R,U)
Suportes rodas fixas	3,4,10	Sim (=U,S)	Sim (=R,S)	Sim (=R,U)
Porta inferior	5,8	Sim (=U)	Sim (=R)	Não
Porta superior	5,8	Sim (=U)	Sim (=R)	Não
Lança de engate	7	Sim (=U)	Sim (=R)	Sim
Sistema de engate	7	Sim	Sim	Sim
Sistema de travagem	3	Sim (=U,S)	Sim (=R,S)	Sim (=R,U)
Chapa de escorregamento	6,11	Sim (rígida)	Sim (móvel)	Sim (rígida)
Rodas móveis e fixas	7,8,10	Sim (=U,S)	Sim (=R,S)	Sim (=R,U)
Acabamento		Zincado	Zincado	Pintado

Este quadro revela, quais os componentes/módulos principais comuns à família CP 660. Inseridos nestes, encontram-se vários outros componentes mais pequenos, como punhos, porta-etiquetas, ferrolhos das portas, molas, parafusos e porcas (*standards* no mercado).

Resume-se, na Tabela 9, a distribuição de actividades entre a Farame e os fornecedores, para os CP 660 R-U-S. Neste quadro, é visível o percurso da Farame no acesso e integração das competências dos fornecedores, que lhe possibilitou posteriormente utilizar e desenvolver essas competências, para poder interagir com o cliente na definição das novas arquitecturas de produto e poder competir. Antes de se comentar estes aspectos de forma mais detalhada na análise comparativa, convém notar o que se refere a seguir.

Tabela 9. Arquitectura de produto *versus* rede de aprovisionamentos (CP 660 R-U-S).

<b>Produto</b>	<b>Arquitectura do Produto</b>	<b>Rede de Aprovisionamentos</b>
<b>CP 660 R</b>	<b>Quase-integral</b> - Corpo - 2 Portas - Lança - Rodas (4) - Peça de engate - Porta-etiquetas (rebitado) - Chapa de escorregamento (rebitada) - Sistema de travagem	Desintegração vertical do fabrico. Fabrico das malhas em arame e montagem final na Faramé. O aprovisionamento da matéria prima era feito pelos subcontratados. N.º de subcontratados: 8. N.º de fornecedores: 10.

A Faramé ganhou competências, através da interacção com o cliente (SRTP) e com os subcontratados.

<b>CP 660 U</b>	<b>Quase-modular</b> - Corpo - 2 Portas - Fundo - Porta chapa de escorregamento - Lança - Rodas (4) - Porta-etiquetas (rebitado) - Sistema de travagem	Maior integração do fabrico dos conjuntos, na Faramé. Produção do corpo, portas, lança e fundo. Subcontrato da porta-chapa de escorregamento e corte e quinagem dos componentes. Quase totalidade da matéria prima fornecida pela Faramé. N.º de subcontratados: 4. N.º de fornecedores: 6.
-----------------	--	--

O desenvolvimento de competências permitiu à Faramé integrar mais a produção do CP 660 U.

<b>CP 660 S</b>	<b>Quase-integral</b> - Corpo - Lança - Rodas (4) - Porta-etiquetas (mais pequeno e rebitado) - Sistema de travagem	Integração do fabrico na Faramé. Subcontrato: Apenas a pintura, a amarelo, devido à ausência de capacidade. N.º de subcontratados: 2. N.º de fornecedores: 4.
-----------------	--	--

As competências entretanto adquiridas pela Faramé, permitiram-lhe integrar quase totalmente a produção do carro-contentor e monitorar os fornecedores caso necessite de subcontratar.

Através da análise das Tabelas 8 e 9, pode-se constatar que o número de componentes/módulos comuns partilhados entre os CP 660 R e CP 660 U é bastante superior ao partilhado com o CP 660 S. É ainda visível, que a arquitectura do CP 660 S apresenta-se como a menos modular (quase-integral), destacando-se a maior modularidade do CP 660 U (quase-modular). Contudo, conforme já referido, a maior modularidade deste carro-contentor deveu-se à necessidade de satisfazer a função de

encastrabilidade pretendida pelo cliente, tendo a arquitectura propiciado uma distribuição e coordenação mais fácil dos módulos pelos fornecedores.

Vamos ver a seguir, como a decomposição do CP 660 em módulos, influenciou o relacionamento da Farama com os fornecedores/subcontratados.

### **A decomposição do CP 660 e o relacionamento da Farama com os fornecedores**

Os relacionamentos com os fornecedores e subcontratados foram estabelecidos acompanhando o próprio desenvolvimento da organização interna e externa da Farama. As interacções foram em larga medida baseadas em relacionamentos pessoais dos actores, que se foram desenvolvendo ao longo do tempo. A divisão do trabalho de desenvolvimento do produto entre diferentes equipas, que incluíram a Farama, os fornecedores, os subcontratados e o próprio cliente, parece ter sido facilitada pela decomposição do carro-contentor CP 660 num pequeno número de módulos.

Com efeito, a divisão do carro-contentor CP 660 em módulos diferentes, assente essencialmente num enfoque funcional, não pode ser dissociada de uma perspectiva de concepção/desenvolvimento que considere as competências (directas e indirectas) que a empresa já dispõe, uma vez que a concepção de um módulo pode influenciar várias áreas funcionais da empresa, nomeadamente a de produção. Foi necessário focalizar nas questões relacionadas com as competências de produção, tendo a Farama adaptado, ao longo do tempo, os produtos ao processo de produção, assim como o processo de produção aos produtos. Consequentemente, a definição dos módulos na arquitectura do produto foi fortemente influenciada pelas competências de produção, enquanto por exemplo, as questões relacionadas com o desenvolvimento do produto e o serviço (uso) tiveram menos influência nessa definição.

A Farama definiu interfaces entre os módulos, que pudessem facilitar a pré-montagem e posteriormente a sua montagem final no corpo do carro-contentor CP 660.

Por exemplo, nas portas são montados os ferrolhos antes destas serem montadas no corpo do carro-contentor, assim como na chapa de escorregamento são coladas as telas betuminosas (e montado o ferrolho, no caso do CP 660 U), antes desta ser montada no corpo do carro-contentor CP 660.

Esta pré-montagem dos módulos verifica-se também no fabrico, quando da soldadura dos componentes para formarem subconjuntos e após a soldadura destes entre si, de modo a constituírem-se os conjuntos ou módulos. Note-se que esta pré-montagem é considerada importante, uma vez que pode permitir que actividades de construção soldada possam ser deslocadas para fora da linha de produção principal (e.g. para as unidades de produção dos subcontratados), libertando espaço e possibilitando uma linha de construção soldada final mais curta. Adicionalmente, esta situação permite melhorar o uso do espaço reservado para o sector de produção da Faram. A pré-construção soldada permite ainda efectuar algum controlo de qualidade intermédio, tendo em atenção a funcionalidade e a conformidade com as especificações, antes dos subconjuntos serem soldados entre si. Isto também permite uma cadência de produção mais elevada. Foi portanto necessário considerar a capacidade de pré-construção soldada dos módulos específicos do produto, em paralelo com a linha de construção soldada principal.

Foi também importante, que as questões relacionadas com a exequibilidade de produção, fossem consideradas durante a fase de desenvolvimento do produto. Assim, a possibilidade de aceder a subcontratados que pudessem assumir a responsabilidade pelo desenvolvimento e produção dos componentes/módulos foi também considerada, tendo ocorrido portanto um processo iterativo, levando em linha de conta, por um lado, quais os módulos a definir e por outro, quem devia desenvolver e produzir esses módulos.

No fundo, o CP 660 foi dividido em 9 módulos<sup>18</sup> diferentes, i.e. o corpo, o fundo, a porta inferior, a porta superior, a lança de engate, o sistema de travagem, o sistema de engate, a chapa de escorregamento e as rodas (móveis e fixas). Uma vez que os aspectos relacionados com a produção são considerados quando da definição dos módulos, esta tende a basear-se mais em interfaces físicos do que em funcionais. Isto conduz a que os módulos possam ser montados fisicamente (e.g. em termos de construção soldada) com interfaces claros, enquanto os interfaces funcionais podem contemplar e conjugar vários módulos diferentes. Por exemplo, as portas podem ser definidas como dois módulos físicos completos que são montadas no corpo do carro-contentor, sendo que a porta inferior depende funcionalmente da superior, que terá de ser aberta primeiro, estando esta articulada na primeira (interface físico). Por outro lado, outro interface funcional da porta superior, é a própria estrutura do corpo do carro-contentor.

Além da divisão do carro-contentor CP 660 em módulos, foi também necessário definir quais os fornecedores que deveriam desenvolver e/ou produzir os respectivos módulos. Um dos elementos críticos a considerar, foi a questão da compatibilidade entre as competências específicas dos fornecedores/subcontratados e os componentes/módulos separados pelos seus interfaces. Nessa medida, a definição dos módulos influenciou a selecção dos fornecedores/subcontratados e vice-versa. Contudo, de acordo com o apresentado na secção anterior, em muitos aspectos, o carro-contentor CP 660 pode ser considerado um produto já maduro, implicando que, tendo em conta a sua arquitectura, esta tenha vindo a ser desenvolvida ao longo do tempo, de acordo com uma concepção dominante.

Foram ainda desenvolvidos componentes padrão (*standard*), com possibilidade de fornecimento por diferentes fabricantes. Por exemplo, o conjunto das rodas tem uma

---

<sup>18</sup> O número exacto de módulos depende do que é definido como módulo.

concepção e interfaces similares para todos os carros-contentores da família CP 660, tendo sido homologados pela La Poste/SRTP, os fornecedores que desenvolveram e se especializaram no seu fabrico. Assim, os interfaces dos módulos parecem delimitar, de certo modo, as tecnologias que estão encerradas nestes, as quais por seu lado influenciam a selecção dos fornecedores/subcontratados, tendo sido aquelas ajustadas, nalguns casos, para se adaptarem às competências destes. Com efeito, o princípio base comum utilizado pela La Poste com reflexos no comportamento da Farama junto dos seus fornecedores/subcontratados, é de que o fornecedor envolvido no desenvolvimento, será provavelmente responsável pela produção do módulo/produto. Este envolvimento ocorre logo na fase do anteprojecto, ou no início do desenvolvimento do produto.

#### **4.1.5 A análise do caso**

Nesta secção, pretende-se fazer a análise do caso apresentado nas secções anteriores, à luz do quadro de referência teórico adoptado.

##### **Introdução**

Quando conseguiu a primeira encomenda do CP 660 R em 1990, a Farama não tinha grande capacidade de desenvolvimento de produtos, não dispunha de sistemas de fabrico apoiados em tecnologias avançadas de produção e não exportava. Tinha sido adquirida em 1988 por um grupo de empresários portugueses e encontrava-se em fase de recuperação/reestruturação.

A encomenda do CP 660 R, foi a primeira encomenda significativa em termos de exportação. A empresa sofreu um choque no plano técnico, face às dificuldades sentidas para interpretar e desenhar o produto, com uma complexidade muito acima daquilo que até então havia sido produzido. Os meios de produção também não se adequavam, em grande parte, ao novo produto, já que as operações de serralharia civil estavam pouco



desenvolvidas. A empresa teve de se modernizar ao nível da concepção, avançando para um primeiro posto de CAD<sup>19</sup> e investindo em equipamento de produção para o fabrico deste produto, nomeadamente robots de soldadura. Em virtude de não dispor das competências necessárias, teve de subcontratar a maior parte dos módulos soldados constitutivos do produto, assim como o próprio acabamento (zincagem) do corpo do carro-contentor, já que o equipamento existente na empresa não tinha capacidade para o pretendido. Foi necessário procurar e seleccionar subcontratados, formando-os relativamente à optimização do processo de fabrico e à qualidade pretendida, tendo como objectivo último o custo final mínimo do produto.

Após cinco anos de produção, primeiro do CP 660 R e depois do CP 660 U, a empresa constatou que o principal subcontratado, que produzia quase a totalidade do produto e que já dispunha de robots de soldadura adquiridos para a produção de alguns módulos, passara a ser um concorrente, tendo-se introduzido em 1995 junto dos compradores do cliente final, oferecendo o CP 660 U que já produzia para a Faram. Este facto, obrigou a empresa a actuar rapidamente, investindo na aquisição de três robots de soldadura e numa outra instalação de zincagem automática para a produção completa do produto nas próprias instalações, i.e. internalizando a produção do contentor. Foi necessário procurar e voltar a formar outro subcontratado, agora apenas para a construção soldada do corpo e da chapa de escorregamento. Para a produção destes módulos, a Faram fornecia a matéria prima.

Em 1994, a empresa inicia a produção do novo carro-contentor CP 660 U que substitui o CP 660 R. Mantém a subcontratação do corpo do carro-contentor nesse ano ainda na Quinaço e no ano seguinte na Metagricorte, fornecendo ao subcontratado a matéria prima e as malhas em arame. Este modelo de carro-contentor (CP 660 U), com

---

<sup>19</sup> Posteriormente adquiriram-se mais dois, um em cada ano, nos dois anos seguintes.

uma arquitectura quase-modular, tem mais componentes em chapa quinada que o anterior (CP 660 R), cuja arquitectura era quase-integral. Isto levou a que a Faram procedesse à subcontratação desses componentes, uma vez que não estava equipada para o seu fabrico, soldando-os a outros nas suas instalações, para formar os módulos. Em 1998, a empresa investe na compra de um robot próprio para a soldadura do corpo do carro-contentor, passando a produzi-lo também em casa. A partir desse ano, a empresa adquire nos subcontratados apenas os componentes simples que não pode produzir (não tem competências), como os que envolvem corte e quinagem de chapa, o anel forjado da lança e os olhais torneados, soldando-os em robots nas próprias instalações.

Em 2001, já com quatro robots de soldadura, duas máquinas para fabrico de malha de arame, três máquinas CNC para a dobragem de arame e três postos SolidWorks de desenho a 3 D, a empresa inicia a produção do carro-contentor CP 660 S totalmente nas suas instalações, este com arquitectura mais integral do que qualquer dos outros. Em 2002, após um período de utilização do carro-contentor CP 660 S, a La Poste considerou mais adequado o CP 660 U, abandonando o CP 660 S. Actualmente o carro-contentor CP 660 U é produzido quase totalmente na Faram (exceptuam-se apenas os componentes em chapa quinada, o olhal forjado e os componentes *standard* do mercado – e.g. as rodas), ainda que em situações de falta de capacidade (cadência de produção), devido a picos de procura, também subcontrate alguns módulos do carro-contentor no exterior.

### **A arquitectura do produto e as suas implicações**

Seguindo Ulrich (1995), quando refere que os produtos modulares permitem para cada elemento funcional que este seja modificado de forma independente mudando apenas o elemento correspondente e que nos produtos completamente integrais a

modificação de um elemento funcional requer modificações nos elementos relacionados, podemos dizer que o CP 660 S é de todos os modelos o menos modular. Trata-se de um carro-contentor rígido, não tendo sequer portas de acesso. Se não considerarmos a lança, as rodas e o sistema de engate, poderemos mesmo dizer que se trata de uma arquitectura completamente integral.

Depois de se ter passado de uma arquitectura menos modular (CP 660 R) para outra mais modular (CP 660 U) e desta para uma quase-integral (CP 660 S), acabou por permanecer a mais modular (CP 660 U). A razão disto, foi satisfazer uma função considerada muito importante – a redução do espaço ocupado quando em vazio (encastrabilidade). No fundo, a arquitectura do produto foi determinada na concepção, que por sua vez pretendeu satisfazer as funções solicitadas.

Tendo em consideração os elementos funcionais mencionados na “expressão funcional das necessidades” e os elementos físicos que materializam as funções do produto, constatamos que os vários modelos do carro-contentor CP 660 exibem uma arquitectura mais ou menos modular, mas do tipo entalhe (*slot*), segundo a classificação de Ulrich e Eppinger (2000). Se olharmos para a arquitectura como “a definição da construção de blocos básicos do produto em termos de função e dos seus interfaces com o resto do conjunto” (Ulrich e Eppinger, 2000: 184), podemos constatar neste estudo de caso que, de algum modo, as decisões arquitecturais estruturaram a partição detalhada das tarefas assim como a interacção entre equipas não só no interior mas também através das fronteiras proprietárias das empresas intervenientes.

Ainda que a maior ou menor modularidade no produto tenha sido ditada pelas funções que o cliente pretendia ver nesse produto, constata-se que este facto conduziu a estratégias de aprovisionamento diferentes, assim como da própria organização da interacção entre a Faram e a sua cadeia de aprovisionamentos (Araujo *et al.*, 1999).

Com efeito, a diversidade de interfaces estabelecidos com os fornecedores, de interactivos a estandardizados, conduziu a relacionamentos correspondentes para os sustentarem, desde os mais próximos aos mais afastados. Pode-se também constatar, que a arquitectura do CP 660 influenciou de alguma forma a organização interna e externa da empresa. Isto porque a Farame teve de intervir não apenas ao nível interno, mas também externo, para poder influenciar e aceder às competências necessárias para o desenvolvimento do produto e definição do processo produtivo. O desenvolvimento destas competências foi ditado pela necessidade de evolução tecnológica da própria arquitectura do produto, para poder fazer face às solicitações do cliente.

Como se viu, a noção de regras estandardizadas ou codificadas no que se refere ao modo como as tarefas são coordenadas entre unidades organizacionais, levou alguns autores a focalizarem principalmente nos interfaces, em vez do mapa da organização das tarefas individuais, para definir o que chamaram de modularidade organizacional. Por exemplo, Fine (1998) utiliza o termo “arquitectura da cadeia de aprovisionamentos” e chama-a de modular, quando esta é caracterizada por separação de propriedade e pelas distâncias geográfica, cultural e electrónica. O compromisso implícito feito aqui é que, com aquelas características, as tarefas exercidas entre “unidades de organizações modulares” têm de ser necessariamente bem definidas (i.e. explicitas e codificadas).

Contudo, o presente estudo de caso revela que as ligações entre a concepção/desenvolvimento do produto e o fabrico (as actividades) não são (e não podem ser) baseadas completamente em informações codificadas. Muitos processos de produção levados a cabo em várias unidades organizacionais, requerem contactos pessoais próximos consolidados através de relacionamentos e envolvendo por vezes a transferência de conhecimento tácito, o que vai ao encontro da argumentação de Brusoni *et al.* (2001) e Hobday *et al.* (2005).

Neste estudo de caso, não se constatou exactamente o preconizado por Fine (1998: 140) quando refere que, “num grau significativo, as arquitecturas do produto e da rede de aprovisionamentos tendem a ser alinhadas ao longo do espectro integralidade – modularidade. Ou seja, os produtos integrais tendem a ser desenvolvidos e produzidos por cadeias de aprovisionamento integrais, enquanto que produtos modulares tendem a ser concebidos e produzidos por cadeias de aprovisionamento modulares”. Esta situação pode ser comprovada através da Tabela 10 para a família CP 660.

Não se verificou o preconizado por Fine (1998) porque, embora para este autor as características dos interfaces para a organização sejam múltiplas, há outros aspectos que interessam que não estão considerados. Entre esses aspectos, pode-se incluir as condições dos factores, a distribuição de competências e a própria permeabilidade das fronteiras organizacionais, que assume neste caso uma relevância acrescida pelo facto de alguma informação técnica não se encontrar codificada.

Tabela 10. Relação entre as arquitecturas do produto e da cadeia de aprovisionamentos.

Arquitectura de produto		Arquitectura da cadeia de aprovisionamentos (proximidade geográfica, organizacional, cultural e electrónica)	
		Integral	Modular
Integral	CP 660 S	CP 660 R	
Modular	CP 660 U (2ª fase)	CP 660 U (1ª fase)	

Diagrama de transição: Uma linha tracejada com setas indica a transição de CP 660 U (1ª fase) para CP 660 U (2ª fase), e de CP 660 U (2ª fase) para CP 660 S. Outra linha tracejada com setas indica a transição de CP 660 R para CP 660 U (1ª fase).

Fonte: Adaptado pelo autor de Fine (1998: 142)

Através da Tabela 10, constata-se que a arquitectura do CP 660 S, quase-integral, conduziu a uma arquitectura mais integral da cadeia de aprovisionamentos, enquanto que a do CP 660 U, quase-modular, conduziu a uma arquitectura da cadeia de aprovisionamentos mais modular numa primeira fase, embora posteriormente tenha

progredido no sentido de uma maior integração. No entanto, conforme já referido, o impacte da arquitectura da família do produto CP 660 na organização da rede de aprovisionamentos, afigura-se não corresponder exactamente ao que Fine (1998) ou mesmo Sturgeon (2002) sugerem, pelas razões já apontadas. Até porque, quando da resolução de problemas técnicos, independentemente da arquitectura do produto, os actores que interagiram necessitaram de desenvolver o seu conhecimento através da interacção, não só no seio, mas também através das fronteiras proprietárias das empresas. Dito de outro modo, a divisão do trabalho no âmbito do conhecimento não é necessariamente espelhada pela divisão de trabalho na produção (Brusoni *et al.*, 2001; Hobday *et al.*, 2005).

Langlois e Robertson (1995), Fine (1998), Pfaffman (2000) e Chesbrough e Kusunoki (2001) perspectivam as arquitecturas do produto como seguindo ciclos, com a fase emergente da evolução do sector levando a arquitecturas mais integrais e a consolidação e maturidade favorecendo a modularidade. Neste estudo de caso, não se afigura líquido poder-se concluir desta forma, conforme já referido acima, até porque no fundo, o que determinou a arquitectura do produto foi essencialmente o conjunto de funções que este teria de satisfazer, tendo por base as opções tecnológicas agregadas ao menor custo, disponíveis no mercado.

Para uma análise mais fina desta questão, podemos recorrer aos três tipos de arquitectura criados explicita ou implicitamente pelas empresas, que foram preconizados por Sanchez (1999): a arquitectura do produto, a do processo ou da actividade e a do conhecimento ou da competência. A arquitectura do processo seguiu a do produto decompondo as actividades da empresa e definindo a coordenação dessas actividades e a arquitectura do conhecimento teve a ver com a decomposição da base de conhecimento, ela própria em desenvolvimento, em activos de conhecimento específico,

tendo determinado como estes interagiram com os processos para criarem e realizarem os produtos. Esta arquitectura do conhecimento permitiu que a Farama aprendesse, através da interacção com o primeiro subcontratado do CP 660 R (a Quinaço), a melhor definição das actividades do processo de produção, usando e melhorando mais tarde esse conhecimento quando, em virtude do corte do relacionamento com esse subcontratado, se viu obrigada a integrar o processo de produção na empresa.

Neste caso, constata-se o sugerido por Lorenzoni e Lipparini (1999), quando referem que as decisões sobre a modularização de um produto têm de ter em conta as competências existentes nos fornecedores, ainda que as decisões sobre a maior ou menor modularização do produto e a concepção dos próprios módulos do CP 660, tivessem a ver primeiro com a definição das funções ligadas à utilização e aos custos agregados à operação logística e só depois, com as competências existentes à partida, na empresa e nos fornecedores. Contudo, não se verificou completamente a recomendação de Fine (1998), para que as arquitecturas dos produtos, dos processos e das cadeias de aprovisionamento sejam consideradas em simultâneo, uma vez que o produto não foi de concepção exclusiva da Farama, já que teve também como actores outras empresas francesas, i.e. a concepção teve a intervenção de entidades muito diferentes (algumas concorrentes entre si) e com interesses também diferentes, não inseridas na mesma rede.

### **As dependências e as fronteiras verticais da empresa**

Após ter obtido a primeira encomenda do CP 660 R, a Farama subcontratou a sua produção. Esta decisão deveu-se, em grande medida, à falta de competências para a construção soldada do corpo do carro-contentor, face às tolerâncias reduzidas tendo em conta o produto em causa, nomeadamente no que se refere ao equipamento e ao conhecimento (*know-how*) necessários para o efeito. No entanto, ainda que dispondo de conhecimento para realizar o trabalho pretendido (construção soldada obedecendo a

campos de tolerância apertados), o subcontratado não dispunha de conhecimento e experiência de fabrico em série que lhe permitisse produzir com custos competitivos. Face a esta situação, a Farama teve de interagir com o subcontratado para, em conjunto, definirem o processo de produção mais adequado que este deveria seguir. Isto permitiu criar um contexto, que possibilitou que a Farama e o subcontratado tomassem decisões subsequentes no sentido de uma evolução mútua. Na Tabela 11, representa-se o caminho percorrido pela Farama, função das dependências da capacidade e do conhecimento (competências), para a produção da família CP 660. Como referem Fine e Whitney (1996), no primeiro caso de dependência, a empresa presumivelmente pode produzir o componente/módulo em questão e pode mesmo fazê-lo bem, mas por razões de tempo, investimento e espaço, de entre outros, opta por ampliar a sua capacidade através dos recursos de um fornecedor/subcontratado. No segundo caso de dependência, a empresa necessita presumivelmente do componente/módulo, mas carece de competências para produzi-lo e portanto, recorre a um subcontratado especialista para preencher a lacuna.

A dependência de conhecimento e de capacidade do CP 660 R, refere-se essencialmente à construção soldada do corpo, devido às tolerâncias reduzidas que têm de ser respeitadas, de forma a que os interfaces com os restantes componentes/módulos que se vão ligar a este, funcionem de forma correcta. Constatam-se dependências de conhecimento e de capacidade, relativamente à produção de outros componentes menores (e.g. olhal forjado da lança, olhais torneados e peça de engate).

Através da Tabela 11, constata-se a evolução no sentido da independência de conhecimento e de capacidade para os CP 660 U-S, no que se refere aos componentes/módulos principais. Os módulos em causa, são essencialmente o corpo do carro-contentor, as portas e a lança, já que componentes como os ferrolhos, peça de



engate e porta-etiquetas, são sistematicamente objecto de subcontrato. A lança é soldada na Faramé, sendo subcontratados apenas os componentes que a constituem.

Tabela 11. A subcontratação Faramé para a família CP 660.

<i>CP 660 R</i>	<b>Independente do conhecimento</b>	<b>Dependente do conhecimento</b>
<b>Independente da capacidade</b>	Malhas de arame	Peças torneadas Sapatas de fixação das rodas
<b>Dependente da capacidade</b>		<b><i>Corpo do CP 660 R</i></b> Rodas e sistema de travagem Chapa de escorregamento Portas, lança, peça de engate e componentes soldados
<i>CP 660 U; CP 660 S</i>	<b>Independente do conhecimento</b>	<b>Dependente do conhecimento</b>
<b>Independente da capacidade</b>	Malhas de arame <b><i>Corpo do contentor (CP 660 U e CP 660 S)</i></b> Portas, lança	Peças torneadas Sapatas de fixação das rodas
<b>Dependente da capacidade</b>	Peça de engate e componentes menores soldados	Rodas e sistema de travagem Chapa de escorregamento (porta – CP 660 U) Peças em chapa quinada – fundo e montante vertical (CP 660 U)

Após a rotura do relacionamento com o principal subcontratado (Quinaço), a Faramé reduziu gradualmente a sua dependência do conhecimento, permanecendo esta apenas para os componentes que por razões de especificidade de tecnologia necessitava de subcontratar, mas para os quais existiam amplas competências no mercado. Por outro lado, passou a integrar a construção soldada dos componentes/módulos na sua linha de produção, de forma a dominar em exclusividade o conhecimento arquitectural dos subsistemas e por esta via, do próprio sistema (CP 660). Como meio para assegurar de certa forma esse conhecimento, a Faramé permaneceu proprietária das ferramentas mais importantes, mais complexas e de maior investimento, que cedia aos subcontratados para fabricarem os componentes. Isto é, a Faramé assumiu o controlo do conhecimento

relativo a toda a arquitectura do produto, incluindo a especificação do desempenho dos módulos individuais e dos interfaces entre eles, nos termos da noção de integrador de sistemas de Brusoni e Prencipe (2001) e Hobday *et al.* (2005).

No fundo, a Farama deslocou-se ao longo do tempo, da dependência de conhecimento para a dependência de capacidade (esta em períodos de sobrecarga), i.e. de uma dependência de grau elevado, envolvendo relacionamentos interactivos, para outra de menor grau, suportada por relacionamentos de natureza específica. Para conseguir suportar o movimento no sentido desta posição, teve de adquirir competências, através da interacção e consequente interdependência, obtidas através de relacionamentos conectados (de natureza interactiva) com outros actores. As relações entre os tipos de dependência e o grau de modularidade, estão representadas na Tabela 12, através de uma matriz que relaciona estas variáveis.

Tabela 12. Matriz de dependência da modularidade e do conhecimento.

	<b>Dependente de conhecimento</b>	<b>Dependente de capacidade</b>
<b>O produto subcontratado é quase-modular</b>	CP 660 U (1ª fase)	CP 660 U (2ª fase)
<b>O produto subcontratado é quase-integral</b>	CP 660 R	CP 660 S

Também no que se refere à mudança de arquitectura do CP 660 R para o CP 660 U, deste para o CP 660 S e deste novamente para o CP 660 U, não se observou a instabilidade dinâmica originada pelo conjunto de forças que conduzem os ciclos da estrutura da indústria vertical com produtos de arquitectura integral, para estruturas da indústria horizontal com produtos de arquitectura modular e com retorno novamente à situação vertical e assim sucessivamente, conforme preconizado por Fine (1998). Com efeito, o produto CP 660 R foi concebido com o fim de satisfazer um conjunto de

necessidades especificadas no caderno de encargos da La Poste, para o que teria de desempenhar um determinado número de funções (10). A arquitectura do produto, traduziu a forma como todas as funcionalidades definidas na sua concepção foram decompostas em componentes funcionais individuais (Baldwin e Clark, 1997) e as formas nas quais esses componentes interagiam para providenciarem as funcionalidades totais pretendidas. A passagem desta arquitectura quase-integral para uma outra mais modular (CP 660 U), deveu-se ao facto de ter de ser satisfeita mais uma função (ser encastrável), com o fim de permitir uma ocupação mínima em vazio. A “organização externa” da empresa, i.e. a sua rede de subcontratação, manteve-se quando se passou da primeira para a segunda arquitectura, até ao momento em que houve rotura no relacionamento com o subcontratado (Quinaço) da construção soldada do corpo do carro-contentor.

Nesta situação, a Faramé viu-se obrigada a procurar, a persuadir, a negociar, a coordenar e a ensinar outro subcontratado, incorrendo em custos de transacção dinâmicos (Langlois e Robertson, 1995), até ao momento em que os custos de aquisição do carro-contentor no mercado ultrapassaram os custos de produção interna. Aí, a empresa optou por integrar a produção do carro-contentor, adquirindo para o efeito robots de soldadura idênticos e do mesmo fabricante dos utilizados pela Quinaço. Isto é, foi precisamente quando a arquitectura do CP 660 se tornou mais modular (CP 660 U), que a Faramé integrou a sua produção para poder continuar a ser competitiva neste produto. Esta integração foi completa, incluindo mesmo o acabamento de zincagem do carro-contentor dentro da empresa. Pode-se dizer que foi a rotura do relacionamento com um fornecedor e a dificuldade em conseguir as competências pretendidas no mercado, que conduziram à internalização da produção do produto no seio da empresa.

Aqui, fará sentido recordar que Baldwin e Clark (1997, 2000), Sako e Murray (1999) e Sako (2004), distinguem a modularidade na concepção de outros tipos de modularidade, nomeadamente a modularidade na produção e a modularidade no uso. Consta-se neste estudo de caso, que na modularidade na concepção os interfaces permanecem especificados (podendo ser estandardizados) para permitir uma grande substituabilidade dos componentes, permitindo através da família de produto a obtenção de economias de escala e que na modularidade na produção, a ligação entre os componentes pode ser mais “forte” (e.g. suporte do fundo do CP 660 U), enquanto que na modularidade no uso, a ligação entre os componentes é normalmente mais “fraca” (e.g. rebatimento do fundo do CP 660 U para permitir a encastrabilidade). Em qualquer das três perspectivas de modularidade, a definição dos interfaces implica direcções para a interacção entre actores (von Corswant, 2003).

Quando da partição do produto em módulos, na fase de definição da sua arquitectura numa perspectiva de produção, foi necessário considerar a rede de competências na qual ia ser produzido. Quando da internalização (verticalização) do processo de produção do CP 660 U, a Farama procedeu à partição do módulo do corpo do carro-contentor em componentes que subcontratou a fornecedores de menor dimensão, especialistas nas respectivas actividades (e.g. corte e quinagem de chapa). Note-se que, no corpo do carro-contentor, estes componentes encontram-se rigidamente ligados, i.e. soldados, o que nos conduz à modularidade numa perspectiva de produção. Os componentes eram depois colocados nos gabaritos de soldadura das estações robotizadas, para serem soldados, de forma a constituírem o módulo do corpo do CP 660 U. Ou seja, a Farama passou a dominar e a controlar melhor a arquitectura do produto que percebeu ser nuclear para a empresa, adjudicando aos fornecedores os componentes que

necessitavam de competências específicas, com menor valor acrescentado e que não dominava para, juntando-os, proceder à sua construção soldada nos robots.

A empresa teve de criar uma infra-estrutura de competências, obtida através da aprendizagem com os subcontratados, que servisse de suporte às competências necessárias para o fabrico do produto. Quando por razões de necessidade de redução do custo de aquisição do produto, a arquitectura deste (CP 660 S) tomou uma configuração quase-integral (a mais integral de todas), a Farama continuou a produzir o carro-contentor internamente, uma vez que já dispunha das competências necessárias. Apenas adjudicou no exterior a pintura do produto, uma vez que a sua instalação de pintura não tinha capacidade para fazer esta operação.

Afigura-se transparecer do estudo deste caso, que as fronteiras verticais da Farama reflectem os seus relacionamentos ao longo do tempo com as contrapartes (fornecedores/subcontratados), assim como o modo como endereçam através do tempo a divisão e a integração do conhecimento através da configuração das competências específicas, directas e indirectas, dessas contrapartes (fornecedores/subcontratados). O impacte da aprendizagem na evolução das fronteiras da Farama, logo quando do início da produção do carro-contentor CP 660 R e ainda quando passou da produção do CP 660 R para o CP 660 U é patente neste caso, concordando com o notado por Langlois e Robertson (1995). Também, seguindo estes autores, são patentes os custos de transacção dinâmicos, i.e. os “custos de persuasão, negociação, coordenação e ensino de fornecedores externos”, ou ainda, “os custos de não ter as competências que necessitamos quando precisamos delas” (Langlois e Robertson, 1995: 35), nomeadamente em relação à Quinaço, Metagricorte, FAQ (1ª empresa de zincagem) e Policromo (2ª empresa de zincagem).

É ainda visível, ao longo do tempo, o desenvolvimento de competências próprias da Faramé e dos seus subcontratados, beneficiando ambas as partes do processo de aprendizagem indirecta que resulta do relacionamento dos subcontratados com os clientes destes (por via dos mercados onde estes se inserem) e da difusão do próprio conhecimento através da rede de relacionamentos onde as empresas estão inseridas. Na fase inicial de arranque do fabrico do carro-contentor CP 660 R, encontraram-se vários desfasamentos entre as competências necessárias para satisfazer a produção deste produto e as competências disponíveis na infra-estrutura de produção que a Faramé possuía. Embora Langlois e Robertson (1995) não considerem o papel dos relacionamentos nestes processos, é facto que, no início do fabrico deste carro-contentor, a empresa envolveu-se activamente com as actividades de produção dos seus subcontratados principais tendo por base os relacionamentos entre actores. Isto, com o fim de persuadi-los a adoptar novas práticas de trabalho, a adquirir equipamento específico para permitir o desenvolvimento de novas competências e a introduzir mudanças processuais consideradas necessárias para o cumprimento dos prazos de entrega e dos níveis de qualidade requeridos.

A conectividade dos relacionamentos, em termos da capacidade da Faramé em explorar similaridades e ligações entre eles, é consistente com a perspectiva destes como mecanismos de coordenação de actividades complementares (Mota e Castro, 2005). O enfoque nas interdependências entre produtos e relacionamentos, permite tornar mais visível a natureza dos produtos como “*network entities*” (Dubois e Pedersen, 2002), assumindo-se estes como manifestação de competências. Isto sublinha o papel das interdependências entre as competências das empresas, como sendo desenvolvidas ao longo do tempo, afigurando-se parcialmente tácitas e idiossincráticas (Hobday *et al.*,

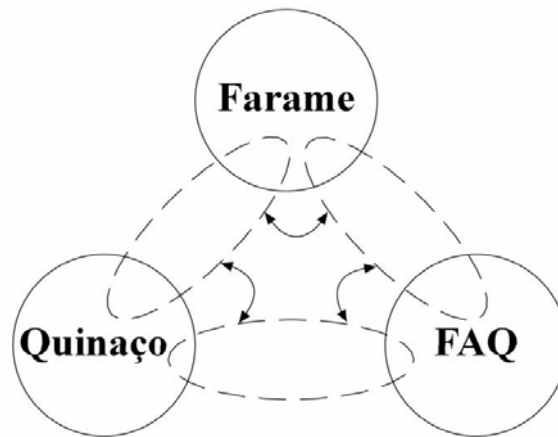
2005), acabando assim, de certo modo, por esbater o contorno da fronteira da empresa (Mota e Castro, 2005).

### **O desenvolvimento do conhecimento através dos relacionamentos**

Neste estudo de caso, constata-se que os recursos internos não foram portanto todos independentes, mas foram antes parte de uma ampla constelação de recursos (Håkansson e Snehota, 1995), o que conduziu a que o estabelecimento dos interfaces entre os recursos internos e externos fosse fundamental para o aprovisionamento. Assim, a competitividade da Farama residiu não apenas no interior das fronteiras do que ela possuía e controlava, mas também nos interfaces idiossincráticos que ela desenvolveu com outras empresas, i.e. os seus subcontratados (Araujo *et al.*, 1999). O controlo dos recursos, assim como o acesso aos recursos controlados por contrapartes, permitiu definir em cada momento a posição competitiva da empresa.

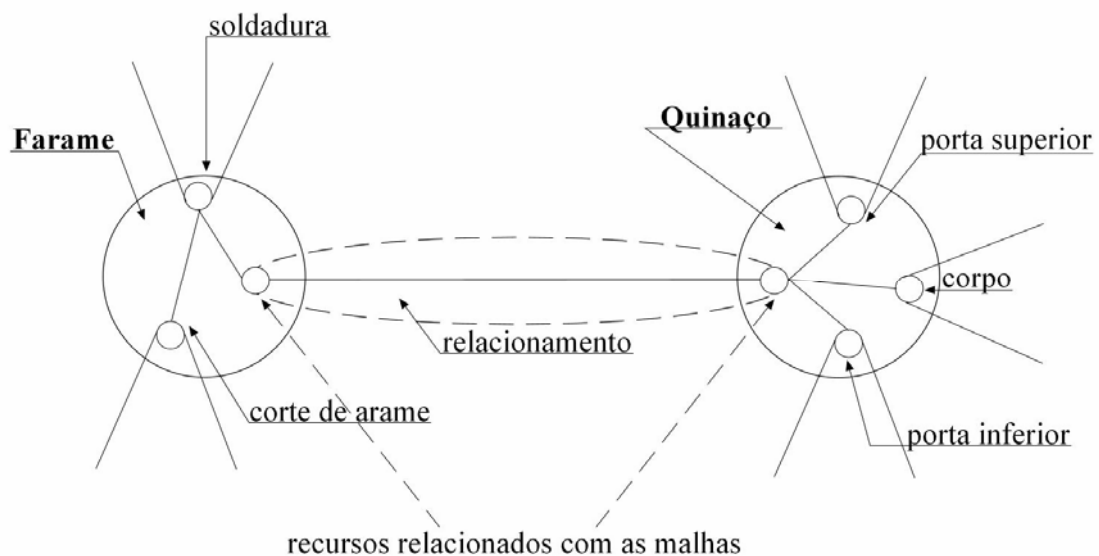
Existiram, com efeito, interfaces físicos e funcionais entre os vários componentes/módulos do CP 660 R (e.g. porta superior e inferior, assim como as dimensões das malhas *versus* dimensões do quadro tubular da construção soldada) que tiveram de ser tratadas ao nível dos relacionamentos entre os vários actores. Assim, as várias interdependências que envolveram a Farama e a Quinaço, levaram a que a FAQ fosse também envolvida. À medida que os recursos foram confrontados, adaptados e combinados no seio dos respectivos relacionamentos, foram também criadas novas interdependências entre esses relacionamentos (ver a Figura 17). O grau de envolvimento não foi uma escolha unilateral de cada uma das empresas, mas foi antes algo que emergiu através da interacção entre elas. A qualidade num relacionamento afectou e foi afectada pela qualidade noutros relacionamentos.

Figura 17. Interdependências entre relacionamentos.



O conhecimento específico, as rotinas e os vínculos entre os representantes das empresas (actores), foram também desenvolvidos no relacionamento. Assim, por exemplo, as interdependências entre as malhas do CP 660 R e as portas e o corpo deste carro-contentor ao nível dimensional, foram tratadas no seio do relacionamento (i.e. representantes da Farame e da Quinaço), conforme representado na Figura 18.

Figura 18. Interdependências entre a Farame e a Quinaço no seio do relacionamento.





A Figura anterior relaciona as malhas fornecidas pela Farama para o CP 660 R com as competências de ambas as empresas (Farama e Quinaço), criando interdependências entre elas. O modo como o relacionamento foi utilizado para tratar com as interdependências, esteve ligado com os investimentos que foram feitos no relacionamento e as competências desenvolvidas no seu seio.

Outro aspecto relevante neste contexto, prende-se com as alterações dos interfaces físicos entre componentes. Nalgumas situações, essas modificações conduziram a alterações dentro da rede de relacionamentos. É o caso, por exemplo, da alteração da forma dos furos para fixação da chapa de escorregamento do CP 660 R (de circulares para ovais). Como se viu, esta actividade passou a ser desenvolvida por outro fornecedor com tecnologia mais adequada (punçoadora). Dada a natureza mais específica deste equipamento, esta mudança foi acompanhada por um fortalecimento do relacionamento. Por outras palavras, uma interacção fraca (equipamento *standard* e disponível no mercado) foi substituída por outra mais forte (equipamento menos disponível no mercado – activo específico) com outro fornecedor, tendo originado a passagem de um interface estandardizado entre actores para um outro mais interactivo (Araujo *et al.*, 1999). Isto revela que podem ocorrer alterações na arquitectura da organização e na natureza dos interfaces entre actores ao longo do tempo, para a mesma arquitectura de produto (Ulrich e Ellison, 1998), devido apenas a alterações nos interfaces físicos dos componentes.

A noção de que um sistema fracamente ligado ao nível do produto (modularidade), conduz necessariamente a sistemas fracamente ligados ao nível organizacional e interorganizacional, não parece evidente neste estudo de caso. Com efeito, ligações fracas nos módulos do CP 660 U conduziram a relacionamentos fracos (afastados) com alguns fornecedores/subcontratados (e.g. fornecedor das rodas), mas a necessidade de

deter conhecimento para a coordenação e integração dos módulos, exigiu relacionamentos mais próximos com outros (e.g. Quinaço e Metagricorte). Isto sugere também que os efeitos nos relacionamentos foram diferenciados e parcialmente específicos a cada empresa e não a todos os fornecedores em geral.

O estudo mostra como a decomposição de uma arquitectura de produto em componentes/módulos, está interrelacionada com a organização da rede de aprovisionamentos. Contudo, ainda que reconhecendo a interação entre as questões técnicas ao nível da arquitectura do produto e as organizacionais ao nível da arquitectura da rede de aprovisionamentos, constata-se que as regras que se aplicam à decomposição dos sistemas técnicos não são imediatamente transferíveis para o domínio organizacional, contrariamente ao preconizado por Sanchez e Mahoney (1996). Esta constatação é consistente tanto com a noção de que as empresas podem necessitar de saber mais do que fazem (Brusoni *et al.*, 2001; Hobday *et al.*, 2005), como com a noção de que os interfaces ou fronteiras organizacionais têm uma permeabilidade à troca de conhecimento que os sistemas físicos não têm (Kogut e Bowman, 1995).

A empresa revelou também aptidão para lidar com vários tipos de relacionamentos (Gadde e Snehota, 2000). Com os fornecedores de componentes *standard*, através de relacionamentos mais afastados, sendo predominante um relacionamento de compra com base no preço e com os subcontratados de componentes e módulos mais específicos, com um tipo de relacionamento mais próximo (mas sempre com o estabelecimento de contratos formais escritos com todos eles). Cada relacionamento foi interdependente de outros relacionamentos, podendo dizer-se que formaram no conjunto uma rede.

O presente estudo de caso revela que a experiência prévia e a aptidão da empresa para captar informação a partir de fontes externas (a sua “capacidade de absorção”), a

qual por sua vez é função do conhecimento existente (Cohen e Levinthal, 1990), interessam. Com efeito, o conhecimento que a Farama adquiriu com o fornecimento do primeiro carro-contentor, o CP 660 R, permitiu-lhe participar com o cliente La Poste no desenvolvimento das outras duas arquitecturas do carro-contentor, o CP 660 U e o CP 660 S e ainda de outro da mesma família, o CP 630 S. Podemos dizer que neste estudo de caso ocorreram economias de substituição (Garud e Kumaraswamy, 1993), tendo a concepção dominante do produto, de tipo modular, contribuído para que a inovação deste fosse sendo realizada ao nível incremental (Galvin e Morkel, 2001). O caso também ilustra, que grande parte do processo de inovação técnica é um processo de redefinição de relacionamentos.

Podemos mesmo dizer que o comportamento da Farama foi evoluindo, no sentido de coordenar e desenvolver o conhecimento produtivo (Araujo *et al.*, 2003 a). Constatase que a Farama subcontratou a produção de componentes/módulos do carro-contentor CP 660 U, mas manteve retidas as competências de concepção e de conhecimento arquitectural no interior da empresa, de forma a poder monitorar mais de perto o trabalho dos subcontratados, assegurando para si o desempenho das tarefas de integração dos sistemas (na fase de montagem), podendo optar por contratar internamente ou externamente a produção se e quando a necessidade assim o exigisse (Brusoni *et al.*, 2001; Araujo *et al.*, 2003 b). As dinâmicas da codificação, difusão e acesso ao conhecimento, ajudam a explicar a lógica da evolução da Farama em termos da divisão do trabalho entre a empresa e a rede de aprovisionamentos (Mota e Castro, 2003).

Por outro lado, os relacionamentos da Farama com outras empresas, permitiram a coordenação entre actividades complementares mas dissimilares (e.g. o anel forjado do olhal da lança), suportando a noção de que são um mecanismo de coordenação

alternativo à hierarquia (Richardson, 1972). A divisão de trabalho gerada pela modularidade do carro-contentor, suscitou uma forte interacção entre os actores, assim como esforços conscientes de coordenação nos níveis organizacional e de conhecimento (Brusoni e Prencipe, 2001). Os relacionamentos entre os actores das empresas funcionaram como mecanismo de coordenação, tendo-se constituído como um meio de usar e influenciar e não de meramente aceder às competências que a empresa não controlava (Mota e Castro, 2004). Com efeito, a família do CP 660 pode ser considerada como uma “*network entity*” (Dubois e Pedersen, 2002), uma vez que reflectiu não apenas a ênfase dada ao desenvolvimento interactivo entre a Farame e a La Poste (Ford *et al.*, 1998, 2002), mas também a necessidade que a empresa teve de actuar nas redes de relacionamentos onde estava integrada (Gadde e Håkansson, 2001).

Este estudo revela que a concepção de produtos modulares não se traduz necessariamente no recurso a um mercado anónimo constituído por “*interchangeable suppliers*”, pelo contrário, os relacionamentos existentes podem ser críticos para aceder e influenciar as competências dos fornecedores. Ao olhar-se para os produtos, mesmo que pouco complexos, como “*network entities*”, o desenvolvimento de competências para monitorar os fornecedores pode estar intimamente associado à integração das experiências de várias empresas ao longo do tempo.

Podemos perspectivar portanto neste estudo de caso, o conhecimento como prática, assim como um sistema dinâmico de ligações, em vez de uma substância ou de um corpo de princípios universais (Araujo, 2003 a). É também patente o facto de que o conhecimento transcende o nível formal da organização, mesmo se a apropriação deste difere de empresa para empresa (*ibid.*), já que é através da actividade que o conhecimento é definido e é a prática que estabelece e orienta o quadro de referência no interior do qual este é gerado e usado.

Como Richardson (1999) sublinha, o que é distintivo acerca das empresas não é apenas o conhecimento profissional e a aptidão que os seus membros exibem, mas também o padrão complexo de relacionamentos e o “conhecimento local” obtido a partir do trabalho de equipa e interacção continuada. A sobreposição das fronteiras do conhecimento (limites do conhecimento) com as correspondentes das contrapartes, permitiu à Farama a oportunidade de desenvolver novo conhecimento. Através da interacção selectiva, as empresas intervenientes combinaram o seu conhecimento de como os produtos podiam ser concebidos, produzidos e usados (Araujo, 2003 a).

Constata-se neste estudo de caso, que quando da concepção, as decisões sobre a arquitectura do produto são tomadas com vista a satisfazerem essencialmente as funções pretendidas. Estas decisões acabam por definir a própria arquitectura numa óptica também de uso (utilização) do produto, uma vez que esta encerra algumas dessas funções. Já a arquitectura do processo (de produção) é definida com mais detalhe pela empresa produtora, função das competências de que dispõe e das que pode aceder e influenciar na rede de relacionamentos onde se encontra inserida, sendo ao mesmo tempo influenciada por esta. Nesta arquitectura de processo, existe uma dinâmica de interacção entre actores, recursos e actividades, que estimula a inovação incremental ao nível dos componentes, mesmo para uma arquitectura de produto já definida e estável.

#### **4.1.6 Resumo**

Nesta secção, pretende-se fazer um resumo do caso apresentado. Como se viu, a evolução da família CP 660 ao longo do tempo e a participação da Farama no desenvolvimento e/ou produção pode resumir-se da seguinte forma:

- CP 660 R: apenas produção Farama;
- CP 660 U: participação no desenvolvimento e produção Farama;

- CP 660 S: participação no desenvolvimento e produção Faramé.

Para lidar com a primeira encomenda do CP 660 R, em 1990, a empresa focal não tinha competências internas para a sua produção, pelo que promoveu o desenvolvimento de competências nalguns dos seus fornecedores (enquanto com outros, os relacionamentos foram-se desvanecendo com o tempo). Ou seja, apesar da arquitectura do produto ser quase-integral, a distribuição da sua produção por vários subcontratados exigia um papel de orquestração da rede de fornecedores pela Faramé. Este papel foi também essencial nos aspectos técnicos relacionados com o produto, nomeadamente através do ajustamento de interfaces (tolerâncias e formas) em linha com as tecnologias existentes na rede. Gradualmente, novos investimentos foram sendo feitos por alguns dos subcontratados (e.g. robots de soldadura) para responder às solicitações da Faramé e do seu cliente. Esta experiência com o CP 660 R veio revelar-se importante para a inovação nos modelos seguintes, o CP 660 U e o CP 660 S.

Relativamente ao CP 660 U, vários aspectos se alteraram. Um dos fornecedores, tendo adquirido competências importantes no modelo anterior, decidiu fornecer directamente o cliente. A solução inicial passou por subcontratar outra empresa, mas por falta de capacidade de resposta, a Faramé decidiu integrar algumas das actividades de produção, para poder manter a sua relação com o cliente. Ao investir em equipamento para a soldadura do corpo do CP 660 U, passou a subcontratar apenas os componentes/módulos que lhe permitissem soldar o conjunto internamente (modularidade na produção). O aumento do número de módulos e o facto de se encontrarem fracamente ligados (através de *standards*), facilitou a distribuição destas actividades pelos subcontratados com custos de coordenação menores.

Constata-se que a família CP 660 começou por ter uma arquitectura menos modular (CP 660 R), evoluiu para uma arquitectura mais modular (CP 660 U) e desta para uma

arquitectura quase-integral (CP 660 S). A retenção da solução mais modular (CP 660 U) está em parte associada ao facto de satisfazer uma função considerada importante pelo cliente, a encastrabilidade, com o fim de reduzir custos em vazio e em transporte. Apesar da sua maior modularidade, o que poderia conduzir a uma maior subcontratação, a Faramé teve que integrar algumas das actividades mais críticas da produção. De facto, a Faramé internalizou a produção e fez investimentos para o efeito, sempre que não encontrou competências adequadas no exterior e que, simultaneamente, lhe permitissem manter o seu relacionamento com o cliente. Por fim, acabou por subcontratar a produção de componentes/módulos do CP 660 U, mas manteve retidas as competências de concepção e o conhecimento arquitectural no interior da empresa. Estas competências foram consideradas essenciais para a empresa poder monitorar mais de perto o trabalho dos subcontratados, se e quando recorresse à subcontratação, restringindo-se às actividades de integração dos módulos (nas fases de construção soldada e de montagem).

Um aspecto relevante neste contexto, prende-se com as alterações dos interfaces físicos entre componentes. Nalgumas situações, essas alterações conduziram a alterações dentro da rede de relacionamentos. Também a noção de que um sistema fracamente ligado ao nível do produto (modularidade), conduz necessariamente a sistemas fracamente ligados ao nível organizacional e inter-organizacional, não parece evidente neste estudo de caso. Com efeito, ligações fracas nos módulos do CP 660 U, conduziram a relacionamentos afastados com alguns fornecedores/subcontratados, mas a necessidade de deter conhecimento para a coordenação e integração dos módulos, exigiu relacionamentos mais próximos com outros. Isto sugere também, que os efeitos nos relacionamentos foram diferenciados e parcialmente específicos a cada empresa e não a todos os fornecedores em geral.

O caso revela como a decomposição de uma arquitectura de produto em componentes/módulos, está interrelacionada com a organização da rede de aprovisionamentos. Contudo, ainda que reconhecendo a interacção entre as questões técnicas ao nível da arquitectura do produto e as organizacionais ao nível da arquitectura da rede de aprovisionamentos, conclui-se que as regras que se aplicam à decomposição dos sistemas técnicos não são imediatamente transferíveis para o domínio organizacional, contrariamente ao preconizado por Sanchez e Mahoney (1996). Isto também, em virtude da Farame se encontrar inserida num contexto de outras empresas e portanto noutros conjuntos de competências directas e indirectas, onde a própria matriz de ligações que se estabelece, acaba por conduzir o desenvolvimento de competências que reproduzem e transformam essas ligações. O facto das várias empresas se encontrarem inseridas numa rede de relacionamentos conectados, onde houve produção e difusão de conhecimento, levou a que ocorressem influências mútuas entre esta rede e as arquitecturas dos produtos/modularidade e da organização/rede de aprovisionamentos.

Ao focarem-se os relacionamentos entre um cliente e a sua rede de fornecedores, pode concluir-se também, que a relação entre a evolução da arquitectura do produto (CP 660 R, U e S) e a divisão do trabalho na rede, afecta e é afectada por uma variedade de aspectos técnicos, económicos e organizacionais. Com efeito, quando a Farame decompôs a arquitectura do CP 660 em componentes/módulos, teve necessidade de considerar não só os respectivos interfaces físicos, mas também a distribuição de competências na sua rede de fornecedores. A variedade a este nível, conduziu a diferentes tipos de interfaces no relacionamento com fornecedores/subcontratados. As decisões sobre a arquitectura do produto/modularidade foram tomadas portanto em vários pontos da rede e nas interacções entre actores, função das competências



disponíveis e a desenvolver. A permeabilidade na comunicação e na coordenação assume-se como uma característica crítica importante, aumentando os benefícios da modularidade.

É também notória a dependência do percurso (*path dependence*) neste estudo de caso, face ao modo como a dinâmica da rede de aprovisionamentos influenciou e foi influenciada pela arquitectura do produto, devido ao efeito da conectividade dos relacionamentos. Assim, verifica-se que a interacção entre as arquitecturas de produto e da organização variou ao longo do tempo, função da natureza mais ou menos permeável dos interfaces organizacionais que se foram estabelecendo.

## **4.2 Os contentores *standard* Renault e PSA**

Começa por fazer-se na subsecção 4.2.1 a apresentação geral do caso dos contentores *standard* Renault, sendo descrita a expressão funcional da necessidade e a evolução do produto. A seguir, na subsecção 4.2.2 é apresentado o caso dos contentores *standard* PSA, sendo descrita a expressão funcional da necessidade e relatado o início do fabrico destes contentores na Farama. Depois, na subsecção 4.2.3 são apresentadas as arquitecturas dos contentores Renault e PSA e descreve-se o relacionamento da empresa focal com os fornecedores. Na subsecção 4.2.4 procede-se à análise do caso apresentado, à luz do quadro de referência teórico adoptado. Por fim, na subsecção 4.2.5 faz-se um resumo da análise.

### **4.2.1 Os contentores *standard* Renault**

A Renault utiliza cerca de 100 000 contentores *standard* SLI 760 (Figura 19) e SLI 1200 (Figura 20) para o transporte de peças no interior das unidades fabris entre centros de trabalho (e.g. fábricas de Cacia/Portugal, Valladolid/Espanha ou Cleon/França),

assim como no transporte dessas peças entre as unidades fabris de Países diferentes (e.g. Portugal, Espanha e França). Os contentores devem ter dimensões tais que permitam uma otimização do espaço ocupado quando do transporte em camião (2400x13600x2700 mm).

Figura 19. Contentor SLI 760.



Nesta Figura pode ver-se o contentor SLI 760 aberto (esquerda) e rebatido (direita).

Figura 20. Contentor SLI 1200.



Nesta Figura pode ver-se o contentor SLI 1200 aberto (esquerda) e rebatido (direita).

### **Expressão funcional da necessidade**

Os contentores SLI 760 e SLI 1200 desempenham as seguintes funções principais:

1. Asseguram a recepção e mantêm sem transbordar, os objectos que neles são transportados.
2. Permitem que se veja para o seu interior os produtos que transportam.
3. Devem ser rebatíveis, sobreponíveis e empilháveis entre si (abertos ou rebatidos).
4. Devem permitir o transporte, com segurança, através de porta-paletes ou empilhador.
5. O seu conteúdo é identificável, graças à presença de um porta-etiquetas, que pode receber uma etiqueta em folha de papel formato A5.
6. Dimensões exteriores dos contentores:  
SLI 760 – 1200x1000x930 mm (aberto) ou 370 mm (altura quando rebatido).  
SLI 1200 – 1600x1200x930 mm (aberto) ou 370 mm (altura quando rebatido).
7. Tara dos contentores: SLI 760 – 118 Kg; SLI 1200 – 149 Kg  
Carga útil dos contentores:  
SLI 760 – 1 000 Kg (empilhamento regime dinâmico 2/1; regime estático 5/1).  
SLI 1200 – 1 500 Kg (empilhamento regime dinâmico 2/1; regime estático 5/1).
8. O contentor maior (SLI 1200) deve permitir o acesso do operador ao seu interior por um dos lados menores.
9. O fundo em chapa de aço deve permitir o escoamento de líquidos.
10. Os contentores devem possuir portas de acesso na parte frontal, de forma a permitir a colocação manual das peças no seu interior, com facilidade.

O SLI 760 foi desenvolvido pela Renault e envolveu a participação da Farama no fabrico de um protótipo que aquela empresa já tinha concebido, tendo-se avançado pouco tempo depois com o SLI 1200. Desde 1995 que os contentores têm sofrido pequenas alterações que foram solicitadas pela Renault, em função dos

problemas/dificuldades que foram surgindo em utilização corrente (e.g. reforço dos aros dos painéis com arames diâmetro 12 mm). As pequenas alterações destinaram-se a “reforçar” os contentores em pontos detectados como sendo mais fracos.

Durante o período decorrente, a Faramé sugeriu algumas alterações/simplificações dos contentores à Renault, face à pressão para redução dos preços a que todos os anos era sujeita, que acabaram contudo por não ter seguimento/aceitação. Pode dizer-se que a concepção e o projecto inicial mantiveram-se praticamente inalteráveis ao longo do tempo. Os dois contentores são muito idênticos, diferindo essencialmente nas dimensões das bases já que a altura é a mesma e na possibilidade de acesso ao interior através de um painel lateral (SLI 1200) para além das cores próprias que os distinguem (laranja para o SLI 760 e cinzento para o SLI 1200).

### **Evolução do relacionamento entre a Faramé, a Renault e os fornecedores**

Os contactos da Faramé com a Renault começaram em 1990 e permitiram o início do relacionamento através do fornecimento de contentores em arame RVI – MN 100 (Figura 21) e dos contentores MPR, estes com a participação da Quinaço. Os RVI – MN 100 foram modificados logo no início pela Faramé, como resultado do trabalho de uma equipa constituída por técnicos desta empresa e da Renault. Segundo o Director de Produção da Faramé:

*“A constituição do grupo de trabalho foi também uma forma de envolver a Renault. Permitiu participar na modificação de um contentor totalmente em arame já existente, com o fim de o melhorar, utilizando as competências da empresa nesta área de actividade”.*

O RVI – MN 100, totalmente em arame, com uma pequena porta de acesso frontal, tinha uma arquitectura fortemente integral e foi completamente produzido na Faramé.

Na Figura 21 apresenta-se o contentor RVI - MN 100, zincado. Na fotografia pode identificar-se a pequena porta frontal e o porta-etiquetas Galia soldado na traseira. Estes

contentores são sobreponíveis, mas não rebatíveis. Apenas o porta-etiquetas inicial<sup>20</sup>, em chapa de aço perfurada, era adquirido no exterior a uma empresa da especialidade (fabricante de chapa perfurada) e posteriormente soldado ao contentor na Farama.

Figura 21. Contentor RVI - MN 100.



Posteriormente, iniciou-se a produção de contentores completamente em chapa, os CON-S-0130 – Caisse Tollé (Figura 22), que eram completamente fabricados pela Quinaço. Na Figura 22 apresenta-se o contentor CON-S-0130 completamente construído em barra e chapa de aço, pintado a verde. Através da Figura, constata-se que o contentor apresenta uma arquitectura integral, já que uma alteração num componente requer modificações nos outros, com ele relacionados.

Figura 22. Contentor CON-S-0130.



---

<sup>20</sup> Este porta-etiquetas foi posteriormente substituído pelo porta-etiquetas Galia.

A Farama dispunha de competências para fabricar os contentores completamente em arame e fabricou-os, mas não dispunha de competências para fabricar os outros contentores por incorporarem essencialmente barra e tubo (MPR) ou barra e chapa quinada (CON-S-0130). Os contentores MPR tinham contudo os painéis frontais, os traseiros, os laterais e o tampo em malha de arame electrosoldada, sendo ainda rebatíveis e empilháveis. A base em tubo, chapa e barra de aço foi subcontratada à Quinaço, incluindo o acabamento de pintura. A Farama produzia e entregava à Quinaço a malha em arame que constituía o fundo, para ser soldada à estrutura. Os painéis laterais, o frontal, o da traseira e o do tecto, em malha de arame, foram produzidos na Farama incluindo o acabamento de zincagem. A montagem final dos contentores era realizada nesta empresa. Para a sua produção, a Farama desenvolveu um relacionamento estreito com o subcontratado Quinaço.

Os contentores CON-S-0130 eram completamente adjudicados à Quinaço (já mesmo pintados), a Farama limitava-se a produzir e a colocar (rebitar) o porta-etiquetas Gália, que era comum a todos os contentores da Renault. Estes contentores foram posteriormente produzidos por outro subcontratado (Serralharia Cândido) situado na mesma região e com menor dimensão que a Quinaço, quando o relacionamento com esta empresa entrou em fase de rotura. Para conseguir a produção do produto, a Farama teve de aceder, influenciar e formar este novo subcontratado.

O desenvolvimento dos protótipos dos contentores SLI 760 e SLI 1200 com a Renault, ocorreu em 1995. Estes contentores têm uma base em construção soldada (tubo, barra e chapa de aço) e malhas de arame electrosoldado na frente, traseira e nos laterais. São rebatíveis e empilháveis até uma altura de 6 metros e destinam-se a transportar peças no interior das unidades fabris entre centros de trabalho e entre

unidades fabris diferentes. Os protótipos foram sujeitos a ensaios no Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE) em França e foram aprovados.

O fabrico dos dois tipos de contentores foi iniciado em 1996 pela Farama, após selecção em concurso internacional, tendo sido realizado então um investimento em ferramentas da ordem dos 30 000 euros. A base dos contentores começou inicialmente a ser produzida na Metagricorte, um subcontratado que já havia iniciado o relacionamento com a empresa na produção do CP 660 U. Foi necessário treinar este subcontratado, para produzir o módulo de acordo com as especificações do cliente. A base era depois pintada na Sincosa (outro subcontratado especialista em pintura electrostática), tendo mais tarde (em 1997), passado a ser pintada também na Salvador Caetano. As malhas em arame eram completamente produzidas e zincadas na Farama. Os montantes eram fabricados na Farama e pintados nesta empresa e/ou na Sincosa e/ou no Salvador Caetano (em situação de falta de capacidade de pintura da empresa focal). Isto porque, relativamente aos montantes, a instalação de pintura da Farama já tinha capacidade para realizar a operação, o que não acontecia com as bases.

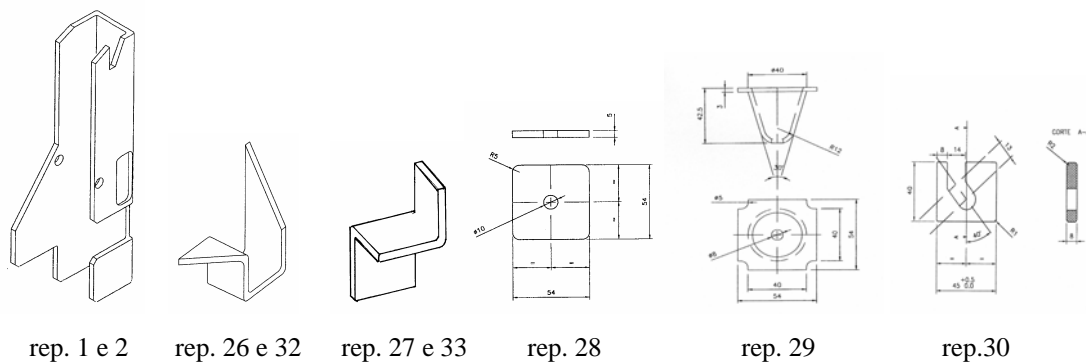
Após o primeiro ano de produção dos SLI 760 e 1200, para poder continuar a ser competitiva em preço e com as cadências de produção solicitadas pelo cliente, a Farama acabou por integrar a construção soldada das bases, cuja operação de soldadura passou a ser realizada nos robots já adquiridos à ABB. Os pórticos de apoio à alimentação e extracção dos conjuntos soldados nas mesas dos robots foram construídos no sector de manutenção da empresa. Para a construção soldada das bases, a Farama passou a adquirir componentes simples que requeriam competências específicas de tecnologia e de equipamento que não dispunha, a empresas subcontratadas (e.g. Trieffe, Nemetall, Apal e Metalomatrix) que se situavam próximo.

A Farama teve também necessidade de investir em máquinas de soldadura eléctrica por resistência CNC, específicas para o fabrico dos painéis em malha de arame. Como o equipamento *standard* existente no mercado não satisfazia, a empresa teve de interagir com o fornecedor alemão Ideal, com o fim de definirem em conjunto o equipamento mais adequado. Na aquisição do equipamento, incluíram-se os gabaritos de soldadura e os desenhos correspondentes, o que permitiu à Farama utilizar posteriormente este conhecimento específico noutros produtos (e.g. painéis para os contentores PSA).

Nalguns casos (e.g. os cantos), a subcontratação necessária por razões de falta de capacidade, referia-se ao sub-sistema ou módulo, que era adquirido já completamente soldado, a uma empresa (e.g. Nemetall) que recebia os componentes produzidos por outros subcontratados (Apal e Metalomatrix), cedendo a Farama os próprios gabaritos de soldadura que eram concebidos e produzidos na empresa. Nas Figuras 23 e 24 representam-se, respectivamente, os componentes constituintes e o módulo do canto.

Na Figura 23, podem ver-se os componentes constituintes dos cantos dos contentores SLI 760 e 1200, identificados através do respectivo número (o perfil L 30x30x4 não está representado). A existência de dois números de identificação no mesmo componente, significa que um refere-se à peça esquerda e o outro à direita.

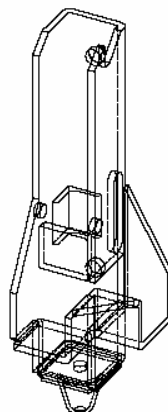
Figura 23. Componentes constituintes dos cantos dos contentores SLI 760/1200.





Com o fim de possibilitar uma visão do conjunto, representa-se na Figura 24 o módulo do canto dos contentores. Consta-se que os componentes são soldados entre si na parte inferior do interior dos componentes rep. 1 e 2, onde se articula o montante.

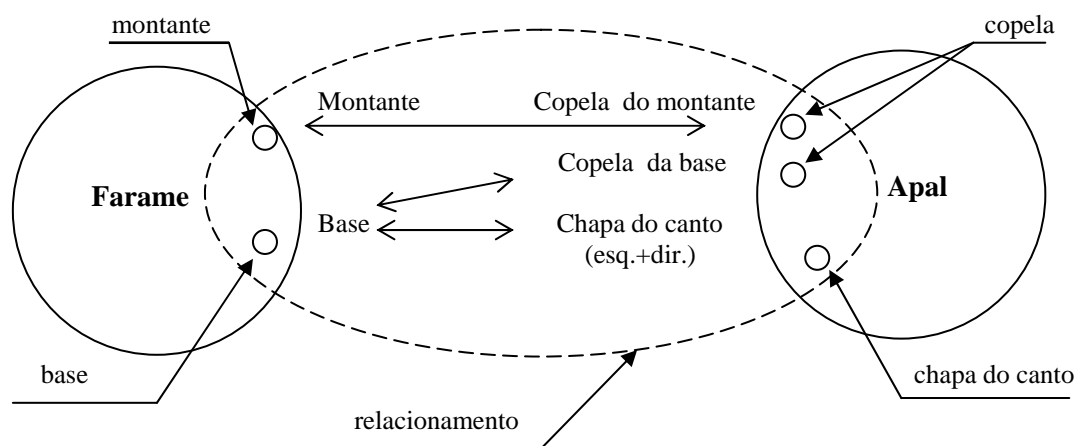
Figura 24. Módulo do canto dos contentores SLI 760/1200.



Quando do arranque do fabrico dos cantos, verificou-se que não era possível produzir os seus componentes constituintes exactamente de acordo com o desenho do cliente, para se poder garantir o funcionamento adequado do montante. A Farame teve de interagir com os subcontratados principais destes componentes (a Apal e a Metalomatrix) para, após alteração das ferramentas já produzidas, se poderem obter componentes que após soldados permitissem a obtenção do módulo do canto com as características dimensionais necessárias para o funcionamento do montante. Os próprios subcontratados concorrentes entre si (a Apal e a Metalomatrix), interagiram através do Desenvolvimento e Engenharia (D & E) da Farame na resolução dos problemas que surgiram (interferências entre os componentes do canto), ajustando a concepção das ferramentas e as actividades de produção dos componentes ao pretendido. Com efeito, o interface entre a estrutura da base, os montantes e os cantos, exigiram trabalho conjunto da Farame e da Apal (ver a Figura 25). Entre outras coisas, tiveram de chegar a acordo

relativamente a uma ligação física capaz entre esses componentes. A Figura 25 revela o relacionamento entre as duas empresas no âmbito dos componentes fornecidos pela Apal que eram depois soldados na Faramé.

Figura 25. Interdependência entre componentes no seio do relacionamento Faramé e Apal.



Legenda: As setas representam as interdependências entre os componentes.

Através do relacionamento estabelecido, foi possível conciliar interesses aparentemente conflituosos, entre as funções a desempenhar pelos componentes e a sua possibilidade de execução. O relacionamento desempenhou portanto um papel fundamental, ao permitir a coordenação das actividades e a integração das competências.

Por razões de falta de capacidade (cadência de entrega), a Faramé subcontratou em 2000 a produção de bases dos SLI 760 e 1200 à MWT. Esta empresa sediada no parque industrial da Sorefame, na Amadora, adquiriu então dois robots de soldadura para o efeito e chegou mesmo mais tarde a alugar um pavilhão industrial no Porto Alto, para instalar os equipamentos e o pessoal necessário à produção das bases dos contentores. Na continuidade do relacionamento com a MWT, a Faramé subcontratou em 2001 cerca de um milhão de euros de bases dos SLI 760 e 1200 a esta empresa, tendo este conjunto

de encomendas permitido que esta investisse em equipamentos de produção, igualando os da Farama e ganhando até, nalguns casos, algumas competências (e.g. o trabalho de chapa e de corte de tubo) que a Farama não dispunha. Nesse ano, a MWT figurou como primeiro subcontratado da Farama, no que se refere ao volume de negócios realizados. No início de 2002 esta empresa foi adquirida por um outro grupo, passando desde então a ter a designação de Marginal.

Em Dezembro de 2002, a Renault levou a efeito um leilão invertido, via internet, para todos os fornecedores previamente seleccionados. A Steelplast/Evolufil, empresa comercial francesa (sem instalações industriais), subcontratou as bases à Marginal e as malhas de arame à Logos (ambas portuguesas) e ganhou o concurso para o fornecimento dos dois modelos de contentor. De acordo com o Director de Marketing da Farama:

*“ É de salientar ter sido a Steelplast/Evolufil a ganhar o leilão invertido, já que se trata de uma empresa que dispõe apenas de quatro pessoas, funciona num escritório nos arredores de Paris e que subcontrata os projectos e a produção dos produtos que vende a empresas em vários países. Interessante é também o facto de ter sido a Evolufil o nosso primeiro representante comercial em França. Foi com o auxílio desta empresa que entrámos na Renault e na La Poste”.*

A Farama, que ficou em segunda posição no concurso, acabou por produzir em 2003 cerca de 25 000 contentores SLI 760 (a preços muito inferiores aos praticados no ano anterior). Isto porque, por decisão da Renault, nenhuma empresa ficaria em simultâneo com os dois tipos de contentores. A Steelplast/Evolufil (com a Marginal e a Logos) ficou com a encomenda do SLI 1200.

Na Tabela 13, resume-se a arquitectura dos contentores SLI 760 e 1200 referindo-se os componentes comuns aos dois modelos, assim como a empresa responsável pelo seu fabrico.

Tabela 13. Decomposição dos contentores SLI 760 e SLI 1200.

Módulos	Componentes	Comuns	Fabricante
Base	Guia esq. + dir. (rep. 1+2)	sim	Apal
	Reforço do pé esq. + dir. (rep. 26+32)	sim	Metalomatriz
	Chapa do copo (rep. 28)	sim	Metalomatriz
	Copo (rep. 29)	sim	Apal
	Placa para fecho (rep. 30)	sim	Metalomatriz
	Cantoneira (rep. 31)	sim	Farame
	Reforço do pé esq. + dir. (rep. 27+33)	sim	Metalomatriz
	Chapa dos laterais da base	sim	Metalomatriz
	Longarina grande+pequena (rep. 3+6)	não	Farame
	Travessa pequena + grande (rep. 4+5)	não	Farame
	Ski pequeno + grande (rep. 7+8)	não	Triefe
	Chapa perfurada (rep. 17)	não	Slem
	Tube reforço (rep. 18)	sim	Farame
Montantes	Tube (rep. 9)	sim	Farame
	Copela (rep. 10)	sim	Apal
	Fecho (rep. 11)	sim	Metalomatriz
	Guia do fecho dir. + esq. (rep. 12+19)	sim	Metalomatriz
	Cavilha elástica (rep. 13)	sim	Mercado
	Mola compressão (rep. 14)	sim	Sinflex
	Olhal (rep. 15)	sim	Mogipal
	Cavilha elástica (rep. 16)	sim	Mercado
Painel pequeno fixo	Arames longitudinais/ transversais	não	Farame
	Arame ferrolho grande	não	Farame
	Porta-etiquetas Galia	sim	Farame
	Aro em arame	não	Farame
	Outros arames	não	Farame
Painel pequeno móvel superior	Arames longitudinais/ transversais	não	Farame
	Arame ferrolho/punho/guias	sim	Farame
	Aro em arame	não	Farame
	Outros arames	não	Farame
Painel pequeno móvel inferior	Arames longitudinais/ transversais	não	Farame
	Aro em arame	não	Farame
	Outros arames	não	Farame
Painel grande fixo	Arames longitudinais/transversais	não	Farame
	Arame ferrolho/punho/guias	sim	Farame
	Aro em arame	não	Farame
	Outros arames	não	Farame
Painel grande móvel superior	Arames longitudinais/transversais	não	Farame
	Arame ferrolho/punho/guias	sim	Farame
	Aro em arame	não	Farame
	Outros arames	não	Farame
Painel grande móvel inferior	Arames longitudinais/transversais	não	Farame
	Arame ferrolho/punho/guias	sim	Farame
	Aro em arame	não	Farame
	Outros arames	não	Farame
Conjunto painéis – montagem	Peças da dobradiça	sim	Metalomatriz
	Parafuso cabeça embeber com fenda	sim	Mercado

Para a produção dos contentores SLI 760 e 1200, a Farama estabeleceu relacionamentos com os seguintes subcontratados, para além dos referidos na Tabela: Sincosa (actual Tratametal) ou Salvador Caetano, para a pintura electrostática; Nemetal, para a construção soldada dos cantos, como reforço da capacidade de produção; Metagricorte, no início, para o fabrico das bases e MWT (actual Marginal), como reforço da capacidade de produção.

#### **4.2.2 Os contentores *standard* PSA**

A PSA utiliza cerca de 50 000 contentores polivalentes PSA 088 e PSA 0113 para o transporte de peças no interior das unidades fabris, entre centros de trabalho, assim como no transporte desses mesmos componentes entre as unidades fabris de Países diferentes. Os contentores devem ter dimensões tais, que permitam uma optimização do espaço ocupado quando do transporte em camião (2400x13600x2700 mm).

A Figura 26 mostra os contentores PSA 0113 e PSA 088. Nesta Figura pode ver-se à esquerda o contentor PSA 0113 aberto e à direita vários outros contentores PSA 088, encontrando-se no primeiro plano um contentor aberto sobreposto com outro rebatido.

Figura 26. Contentores PSA 0113 (à esquerda) e 088 (à direita).



### **Expressão funcional da necessidade**

Os contentores PSA 088 e PSA 0113 desempenham as seguintes funções principais:

1. Asseguram a recepção e mantêm sem transbordar, os objectos que transportam.
2. Permitem que se veja para o seu interior os produtos que transportam.
3. Devem ser rebatíveis, sobreponíveis e empilháveis entre si (abertos ou rebatidos).
4. Devem permitir o transporte, com segurança, através de porta-paletes ou empilhador.
5. O seu conteúdo é identificável, graças à presença de um porta-etiquetas, que pode receber uma etiqueta em folha de papel formato A5.
6. Dimensões exteriores dos contentores:  
  
PSA 088 – 2300x1600x1070 mm (aberto) ou 423 mm (altura quando rebatido).  
PSA 0113 – 1200x1000x910 mm (aberto) ou 410 mm (altura quando rebatido).
7. Tara dos contentores: PSA 088 – 260 Kg; PSA 0113 – 125 Kg.  
  
Carga útil dos contentores:  
  
PSA 088 – 2 000 Kg (empilhamento com carga, regime dinâmico 1/1; regime estático 5/1).  
  
PSA 0113 – 1 000 Kg (empilhamento com carga, regime dinâmico 2/1; regime estático 5/1).
8. O contentor maior (PSA 088) deve permitir que o operador entre no seu interior, devendo ter acesso por qualquer dos lados menores, que poderão ser retirados com facilidade.
9. O fundo, em contraplacado de madeira, deve ser fixado através de rebites especiais à estrutura da base em tubo.

10. Os contentores devem possuir uma porta de acesso na parte frontal e traseira, de forma a permitir a colocação manual das peças no seu interior, com facilidade.

### **A evolução do relacionamento entre a Faramé, a PSA e os fornecedores**

Em 2001, a Faramé conseguiu entrar na PSA, começando por fornecer o contentor PSA 088 completo. Até então, tinha fabricado os conjuntos de malhas (laterais, frente e traseira) de vários contentores PSA para um cliente francês, que era também concorrente, a Viollet Industries. As bases e os montantes dos contentores PSA eram produzidos por esta empresa que, em virtude de não dispor de competências para a produção dos painéis em malha de arame, adjudicava estes à Faramé.

O contentor PSA 088 já existia há alguns anos (aproximadamente 5 anos). Antes de iniciar a sua produção, a Faramé teve de apresentar um protótipo e após a sua aprovação, um cabeça de série (produzido já com as ferramentas e gabaritos da série). Após a aprovação deste pelo cliente, deu-se então início ao fabrico da série. A equipa de inspecção do cliente deslocou-se à empresa para aprovação do cabeça de série e validou também as ferramentas e os gabaritos de soldadura, assim como os calibres de controlo, comprovando a sua identificação correcta.

No final de 2002 e início de 2003, a Faramé iniciou a produção de outro contentor, mais pequeno que o anterior, o PSA 0113. Tratava-se de um contentor novo, tendo sido a Faramé a primeira empresa a produzi-lo. A concepção do contentor foi porém do cliente, que forneceu os desenhos para a manufactura do protótipo. Após a aprovação deste e do cabeça de série que se lhe seguiu, deu-se início ao fabrico da série.

Através das Figuras 19, 20 e 26, constata-se que os contentores da Renault e da PSA têm uma concepção semelhante, ainda que com especificidades próprias. Acresce ainda, que o porta-etiquetas Galia é comum a todos os contentores de ambas as empresas francesas concorrentes no sector automóvel, o que levou à necessidade de interacção

entre elas para a definição deste componente. Entre os dois contentores (PSA 0113 e 088) existem alguns (poucos) componentes comuns, contudo, mesmo aqueles que não são comuns nestes contentores acabam por sê-lo noutros, i.e. existe uma família de contentores também na PSA (e.g. os 084, 0113, 069, 079, 087, 088, 081, 083, 085, 089).

As competências que a Farama adquiriu no fabrico dos contentores SLI para a Renault, permitiram-lhe iniciar com facilidade a produção de outros para a PSA. No caso do contentor PSA 088, não houve desenvolvimento de produto, uma vez que este já existia na PSA (não era novo). Já no que se refere ao contentor PSA 0113, houve participação da Farama na fase final de definição do contentor. Para a produção das malhas de arame, a empresa utilizou os equipamentos já adquiridos para os contentores SLI da Renault, i.e. as máquinas de soldadura eléctrica por resistência CNC, as máquinas de vinco de arame CNC e os robots de soldadura por arco eléctrico. Para poder soldar bases de contentores tão grandes quanto as do PSA 088, a Farama adquiriu em 2002 um robot de soldadura ABB com mesas com comprimento de 3 metros. A empresa investiu em 2001 e em 2002 em ferramentas para a produção, respectivamente, dos contentores PSA 088 e PSA 0113.

A arquitectura dos quatro contentores (SLI 760, SLI 1200, PSA 088 e PSA 0113) é semelhante, assim como as funções pretendidas nos contentores. Até ao fim de 2004, a Farama produziu 5 000 contentores PSA 088 e 7 000 PSA 0113. Na Tabela 14 resume-se a arquitectura dos contentores PSA 088 e 0113 referindo-se os componentes comuns aos dois modelos, assim como a empresa responsável pelo seu fabrico.

Conforme já referido, é de salientar que o porta-etiquetas Galia dos contentores PSA é comum aos contentores SLI da Renault. Este componente, que foi desenvolvido pela Renault e PSA, assume-se como elo de ligação nos relacionamentos entre os dois concorrentes franceses, em virtude dos fornecedores comuns terem de utilizar o mesmo



tipo de etiquetas de identificação nos contentores, com os artigos a fornecer. As dobradiças são as mesmas para os dois tipos de contentores (088 e 0113). A rede de subcontratação utilizada pela Faramé é a mesma dos SLI, com excepção dos componentes que necessitam de ferramentas especiais com maior custo (e.g. cantos e copelas), que foram adjudicados a uma outra empresa, a Eurocunhos. Esta decisão teve como base a estratégia de aprovisionamento da empresa, de evitar uma concentração excessiva de encomendas deste tipo de componentes no mesmo subcontratado, a Apal (com efeitos na maior ou menor redundância deste tipo de competências na rede).

Tabela 14. Decomposição dos contentores PSA 088 e PSA 0113.

Módulos	Componentes	Comuns	Fabricante
Base	Guia esq. + dir. (rep. 1+2)	não	Eurocunhos
	Copo (rep. 29)	não	Eurocunhos
	Placa para fecho (rep. 30)	não	Metalomatriz
	Reforço do pé esq. + dir. (rep. 27+33)	não	Triefe
	Chapa dos laterais da base	não	Triefe
	Longarina grande+pequena (rep. 3+6)	não	Faramé
	Travessa pequena + grande (rep. 4+5)	não	Faramé
	Ski pequeno + grande (rep. 7+8)	não	Triefe
	Contraplacado de madeira (rep. 17)	não	Mathé
	Chapa de reforço (rep. 18)	não	Triefe
Montantes	Tubo (rep. 9)	não	Faramé
	Copela (rep. 10)	não	Eurocunhos
	Olhal (rep. 15)	não	Mogipal
	Cavilha elástica (rep. 16)	não	Mercado
	Guia do fecho dir. + esq. (rep. 12+19)	não	Triefe
Porta Superior (2)	Arames longitudinais/transversais	não	Faramé
	Arame ferrolho/guias	sim	Faramé
	Aro em arame	não	Faramé
	Outros arames	não	Faramé
Porta Inferior (2)	Arames longitudinais/transversais	não	Faramé
	Arame ferrolho/guias	sim	Faramé
	Aro em arame	não	Faramé
	Outros arames	não	Faramé
Lateral (2)	Aro em arame	não	Faramé
	Arames longitudinais/transversais	não	Faramé
	Arame ferrolho/guias	sim	Faramé
	Outros arames	não	Faramé
	Porta-etiquetas Galia (2 ou 3)	sim	Faramé (arames) Triefe (chapa)
Conjunto painéis montagem	Dobradiças	sim	Metalomatriz
	Rebite	sim	Mercado

À semelhança do que ocorreu com os cantos dos contentores SLI 760/1200, também neste caso foi necessária a interacção entre os subcontratados (Eurocunhos, Metalomatriz e Trieffe), para se poderem obter componentes que, após soldados em conjunto, permitissem a obtenção do módulo do canto com as características dimensionais necessárias para o bom funcionamento do montante. O D & E da Farama assumiu o papel de coordenador das interdependências específicas entre as actividades dos vários actores, participando na resolução dos problemas que iam surgindo.

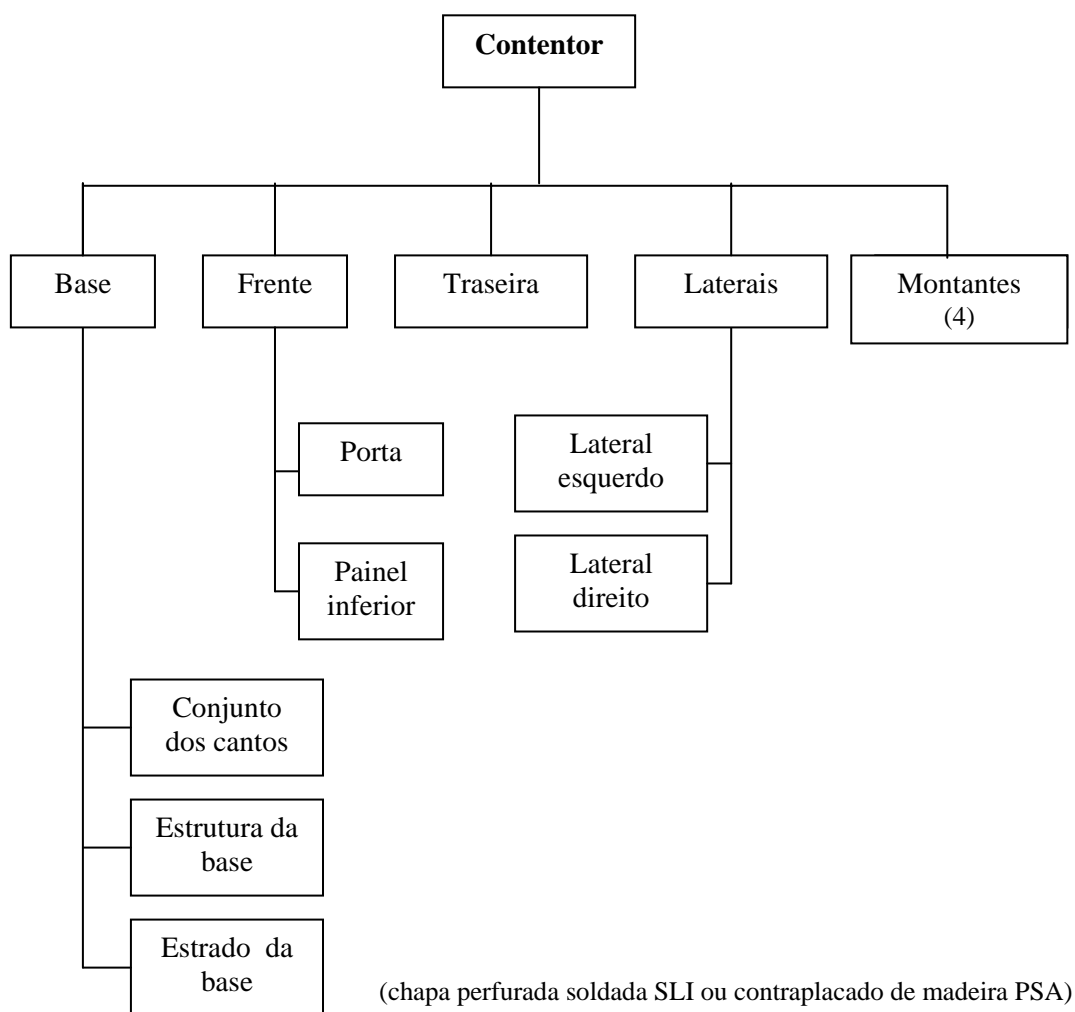
A placa de madeira em contraplacado especial, foi adjudicada a um fabricante francês (Mathé) por ser o único que satisfazia a especificação do material. O cliente PSA exigiu que a Farama adquirisse um equipamento de rebitar especial, de fabrico americano, com o fim de garantir a fiabilidade da operação de fixação do contraplacado de madeira à estrutura tubular da base. Esta operação (incluindo os rebites necessários para a realizar), é a mesma para os dois tipos de contentores. Aliás toda a família dos contentores da PSA utiliza a placa de contraplacado em vez da chapa perfurada (dos SLI da Renault). A pintura das bases continuou a ser feita na Tratametal (ex-Sincosa), uma vez que a instalação de pintura da Farama não tinha capacidade para estes módulos, em virtude das suas grandes dimensões.

No seguimento da aproximação à PSA, em 2004 a Farama conseguiu ganhar o fornecimento de um outro contentor, o 089. Este contentor tem exactamente a mesma base que o 088, apenas a altura dos montantes e portanto das malhas de arame é superior aquele em cerca de 320 mm. A arquitectura do 089 é portanto idêntica à dos outros contentores da PSA que a Farama já produzia, tem uma tara de 284 Kg, dimensões exteriores de 2300x1600x1350 mm (aberto) ou 423 mm (altura quando rebatido) e suporta uma carga útil de 2000 Kg (empilhamento regime dinâmico 1/1; regime estático 4/1).

### 4.2.3 A arquitectura do produto e os relacionamentos entre actores

Exposta a evolução do relacionamento da Farama, primeiro com o cliente Renault e depois com o cliente PSA relativamente ao fornecimento de contentores *standard*, define-se agora em termos gerais na Figura 27, a arquitectura da família dos produtos de ambas as empresas (SLI 760/1200 e PSA 088/089/0113), por ser no essencial a mesma.

Figura 27. Arquitectura dos contentores SLI 760/1200 e PSA 088/089/0113.



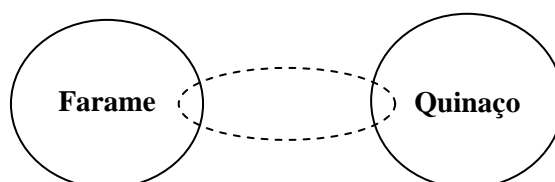
Acabamento de superfície: base pintada a epoxy-poliéster e malhas de arame zincadas

O facto dos contentores *standard* da Renault e da PSA terem, no essencial, a mesma arquitectura e até mesmo um porta-etiquetas igual, revela a existência de interacção explícita ou directa (no caso do porta-etiquetas Galia) e implícita ou indirecta no que se

refere à restante arquitectura dos contentores, entre os dois concorrentes na indústria automóvel francesa. A interacção tem lugar porque existem actores da rede de aprovisionamentos que são comuns às duas empresas (e.g. a Faramé).

Vai-se agora passar a expor e a analisar os relacionamentos da Faramé com os fornecedores/subcontratados, seguindo-se a linha cronológica da evolução desses relacionamentos. Assim, nas Figuras 28 e 29 começa-se por representar os diferentes relacionamentos para os vários contentores fornecidos à Renault. Na Figura 28 representa-se o início do relacionamento entre a Faramé e a Quinaço envolvendo interacção e dependência mútua, primeiro relativamente ao fabrico do contentor MPR e depois do CON-S-0130.

Figura 28. Relacionamento Faramé e Quinaço (MPR e CON-S-0130 Renault).

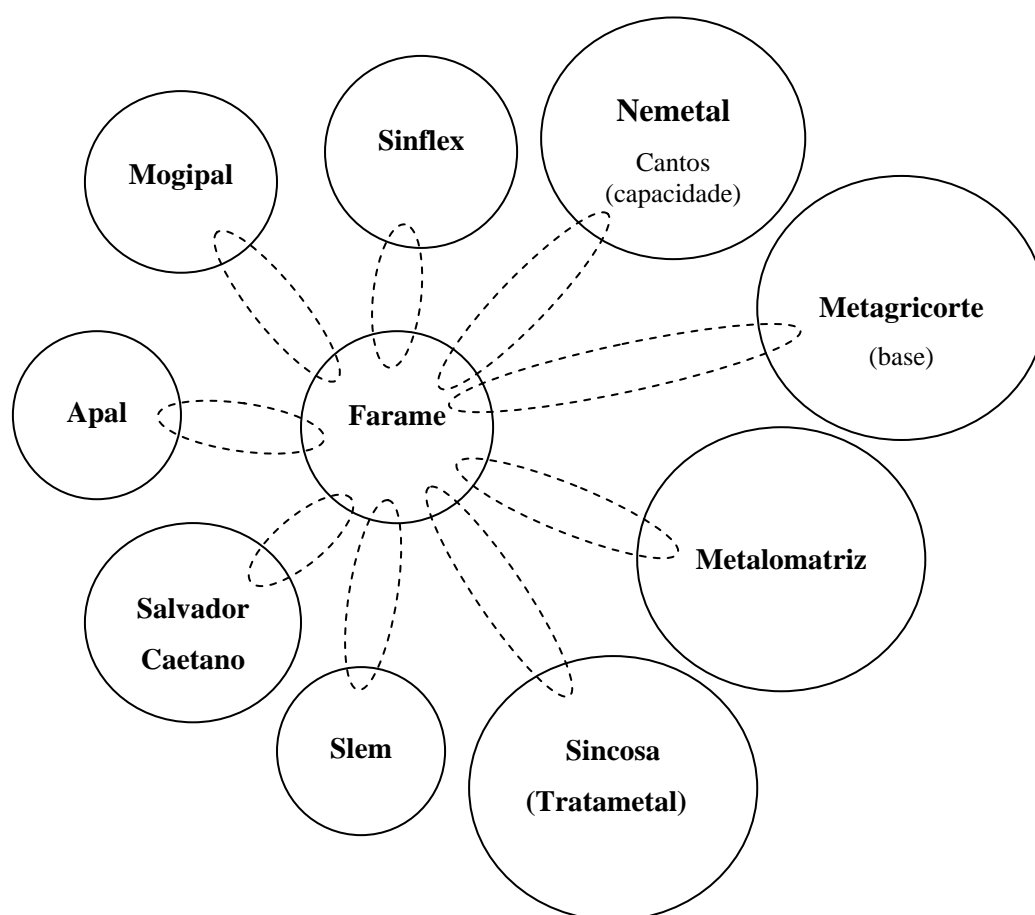


Na Figura 29 representam-se os actores envolvidos nos relacionamentos com a Faramé para a produção dos contentores SLI 760 e 1200. Na fase inicial de fabrico, as bases dos SLI 760 e 1200 eram produzidas na Metagricorte, tendo passado posteriormente a ser produzidas na Faramé.

A Sincosa (mais tarde Tratametal) e a Salvador Caetano, eram duas alternativas para a mesma operação de pintura dos SLI 760 e 1200. A Apal e a Metalomatriz forneciam componentes específicos que necessitavam de ferramentas de prensa especiais, sendo estas fabricadas também nestas empresas. A Slem fornecia a chapa perfurada da base

dos contentores, a Mogipal as peças de tornearia e a Sinflex as molas. A Nemetal soldava o conjunto dos cantos apenas na situação de falta de capacidade da Farame.

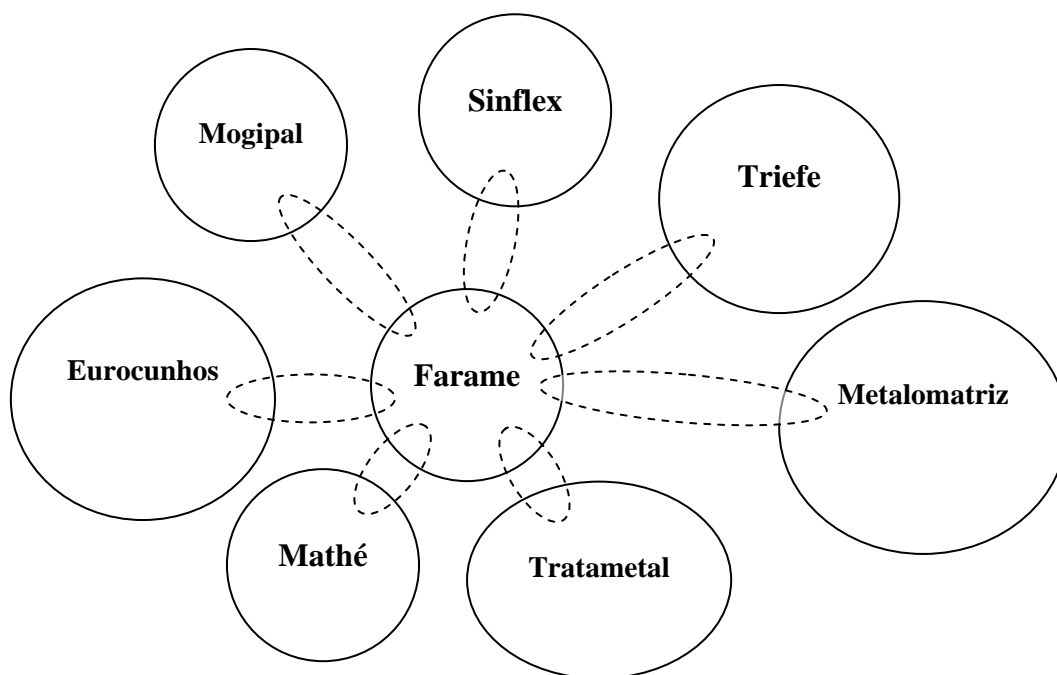
Figura 29. Principais actores envolvidos no fabrico dos contentores Renault.



Na Figura 30 representam-se os actores envolvidos no fabrico dos vários contentores fornecidos à PSA (088, 089 e 0113). Nesta Figura, verifica-se que quatro dos subcontratados são comuns à rede de aprovisionamentos anterior (i.e. Mogipal, Sinflex, Metalomatriz e Tratametal). Como novos actores temos, a Eurocunhos para o fabrico de ferramentas complexas específicas e dos componentes fabricados com estas, a Trieffe para componentes simples (trabalho de barra e chapa) e a Mathé que fornece o

contraplacado de madeira para a base. De uma maneira geral, os fornecedores de matéria prima eram comuns aos contentores da Renault e da PSA.

Figura 30. Principais actores envolvidos no fabrico dos contentores PSA.



Das Figuras anteriores, pode ainda constatar-se a evolução de um relacionamento inicial simples entre a Faramé e a Quinaço, para um relacionamento mais complexo em rede, envolvendo várias empresas. Esta evolução foi facilitada pela modularidade da arquitectura dos contentores da Renault e da PSA. O facto dos contentores Renault e PSA terem uma arquitectura similar, permitiu à Faramé utilizar no essencial a mesma rede de aprovisionamentos, i.e. as competências adquiridas no desenvolvimento e produção dos contentores da Renault puderam ser utilizadas nos contentores da PSA.

### **Novos projectos**

No final de 2002 a Renault definiu um outro contentor sem a participação da Faramé, o SLI 2000, com uma arquitectura semelhante ao SLI 1200 e dimensões

semelhantes ao PSA 088. Lançou de seguida uma consulta para fornecimento de 1 000 contentores que foi ganha pela concorrência da Farama. Desde então, a empresa focal não tem conseguido posicionar-se com preços competitivos para fornecer este contentor, uma vez que as quantidades em causa são pequenas e o investimento para aquisição das ferramentas elevado.

Em Outubro de 2003, com a constituição do grupo Renault-Nissan, definiu-se um novo contentor para o grupo que pretendia configurar as famílias dos contentores da Renault e da Nissan, com o fim de substituir, já em 2004, os contentores SLI 760 e 1200. Tinham as mesmas dimensões que estes e pretendia-se que satisfizessem as mesmas funções. Foi-lhes dada a designação de Conteneurs Monde RN, tinham menor tara que os SLI 760 e 1200 e o objectivo era que essa redução da tara fosse reflectida no preço. Face à grande quantidade de contentores que todos os anos se estraviam, a Renault-Nissan pretendia minimizar esse encargo definindo um contentor simplificado, de menor custo e comum a ambas as empresas do grupo. Dever-se-ia manter a fiabilidade ao longo do ciclo de vida dos contentores, comparativamente aos outros.

Decorreu no início de Dezembro de 2003, um concurso internacional para o fornecimento de 20 000 contentores monde RN 760 (Figura 31), com arquitectura muito semelhante ao SLI 760. A Farama minimizou o assunto e acabou por não participar no desenvolvimento do novo contentor, contribuindo por esse motivo para que os técnicos da Renault acabassem por ser ultrapassados em velocidade de desenvolvimento pelos técnicos da Nissan, tendo a produção do contentor RN 760 para 2004 sido adjudicada a uma empresa concorrente com fábricas na Turquia e na China, com mão de obra e matéria prima com custos inferiores aos praticados em Portugal. Segundo o Director de Exportação da Farama:

*“A Farama não conseguiu acompanhar desde o início o projecto com o ritmo e velocidade de desenvolvimento dos técnicos japoneses da Nissan, tendo estes liderado o*

*projecto de desenvolvimento dos contentores, adaptando-os em função dos seus conhecimentos e interesses. De certo modo, a Faramé acabou por ser penalizada por esse facto”.*

Figura 31. O contentor RN 760.



Da observação da Figura anterior é notória a grande semelhança do contentor RN 760 com o SLI 760. Contudo, a definição do produto (e.g. dimensões da matéria prima) levantou dificuldades para o seu fabrico na Faramé. Isto, em virtude de não existir na Europa a matéria prima mencionada nos desenhos de definição do contentor. Adicionalmente, o processo de fabrico obrigava também a uma maior intervenção de mão de obra directa.

#### **4.2.4 Análise do caso**

Nesta secção, pretende-se fazer a análise do caso apresentado, à luz do quadro de referência teórico adoptado.

O relacionamento da Faramé com a Renault iniciou-se, conforme já mencionado, quando do fornecimento dos contentores RVI MN-100, dos MPR e logo de seguida dos CON-S-0130 (*caisse tollé*). Ainda que dispondo ambos os contentores RVI MN-100 e CON-S-0130 de uma arquitectura fortemente integral, o primeiro em arame e o segundo em chapa, foram contudo alvo de decisões de produção diferentes. Com efeito, o primeiro foi produzido totalmente nas instalações da Faramé, incluindo o acabamento



de superfície (zincagem), enquanto que o segundo foi produzido completamente fora das fronteiras proprietárias da empresa, i.e. foi subcontratado, incluindo o acabamento (pintura). Numa primeira análise, poder-se-ia ser conduzido a dizer que se verificou o sugerido por Sanchez e Mahoney (1996), de que os produtos não modulares são melhor produzidos em organizações não modulares, i.e. a decomposição do produto correspondeu a uma estrutura organizacional similar (Henderson e Clark, 1990).

Por terem uma arquitectura (integral) completamente definida e não serem produtos complexos, cada um dos contentores foi produzido apenas numa só empresa, função das competências específicas de cada uma delas (o contentor MN-100 na Faramé e o CON-S-0130 na Quinaço). Nesta perspectiva, podemos dizer que as duas arquitecturas de produto integral conduziram a uma cadeia de aprovisionamentos integral, no sentido atribuído por Fine e Whitney (1996) e Fine (1998). Uma vez que a arquitectura do produto estava completamente definida, o que conduziu a decisão de internalizar ou não a produção dos contentores foi o facto da empresa dispor ou não de competências para poder fazê-lo. Para a concretização da decisão de subcontratação, a empresa socorreu-se da rede de relacionamentos de que dispunha e interagiu com um subcontratado que possuía as competências necessárias.

No que se refere aos contentores MPR, que proporcionaram o início do relacionamento entre a Faramé e a Quinaço, em virtude de terem uma arquitectura mais modular, acabaram por conduzir a uma arquitectura da cadeia de aprovisionamentos correspondente. No fundo, a modularidade da arquitectura do produto acabou por permitir alguma amplitude de escolha entre arquitecturas alternativas da organização. Mas, como refere Sako (2004), a escolha exacta do modelo organizacional e das fronteiras da empresa, dependeu da sua estratégia, das condições dos factores de produção e da distribuição existente das competências. Contudo, como veremos mais à

frente, não se pode desprezar o papel da conectividade dos relacionamentos entre actores. Isto porque as ligações entre a concepção do produto e o fabrico, não foram completamente baseadas em informação codificada. Os processos de produção solicitaram contactos pessoais próximos, envolvendo a transferência de conhecimento tácito entre actores (Hobday *et al.*, 2005).

Constata-se, para as situações referidas, que as fronteiras da Farama foram determinadas em função das competências necessárias para levar a cabo as actividades de produção, assim como para interagir com o cliente e com o subcontratado, tendo estabelecido com estes interfaces específicos (Araujo *et al.*, 1999). Este aspecto está de acordo com a argumentação de Araujo *et al.* (2003 a), quando notam que nem as empresas, nem as competências, podem ser vistas como entidades discretas, tornando-se central a interacção através das competências não apenas no interior, mas também através das fronteiras da empresa. A dinâmica das fronteiras da Farama tem de ser portanto analisada considerando o relacionamento com a Quinaço também como mecanismo de coordenação e um meio para usar e influenciar e não meramente de aceder, às competências que a empresa não controlava (Mota e Castro, 2004).

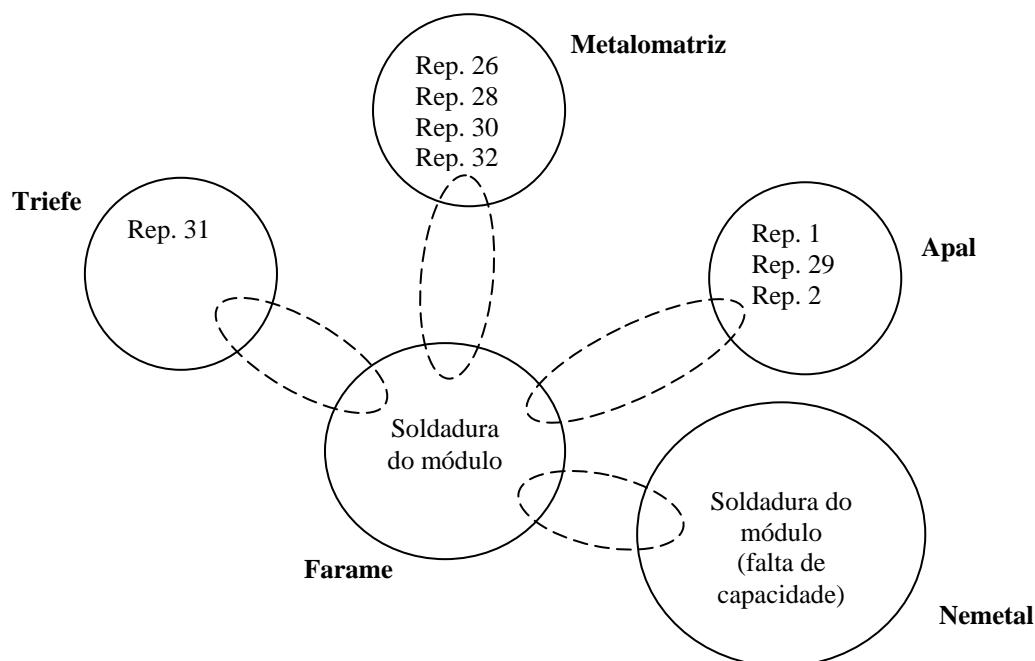
O desenvolvimento dos contentores SLI 760 e 1200 para a Renault, foi realizado com a participação da Farama, que conseguiu através da interacção com o cliente e subcontratados, ao longo do tempo (entre 1990 e 1995), ganhar competências e estabelecer uma rede de aprovisionamentos para o poder fazer. Ainda que na fase de arranque da produção dos contentores, a Farama tenha adjudicado o fabrico das bases a um subcontratado (a Metagricorte), o investimento elevado na aquisição de ferramentas específicas necessárias para a sua produção, conduziu a que a detenção desses recursos críticos para o fabrico dificultasse a entrada de concorrentes. Essa posse assegurava

também, de forma eficaz, o conhecimento arquitectural necessário para o controlo da rede de subcontratação obtida através da fragmentação vertical.

A adjudicação das ferramentas levou a Farame a estabelecer interfaces, nalguns casos específicos e noutros interactivos (Araujo *et al.*, 1999) com os respectivos fabricantes, tendo procedido simultaneamente à negociação e adjudicação dos componentes produzidos com elas aos fornecedores das ferramentas, garantindo assim a fiabilidade destas. Em virtude da maioria destes componentes ser comum aos dois contentores SLI 760 e 1200, obtiveram-se economias de escala significativas. Para além da subcontratação dos componentes dos contentores aos próprios fabricantes das ferramentas, estes ficavam também responsáveis pela sua manutenção, uma vez que a Farame não dispunha dessas competências. Ainda que os vários componentes fossem subcontratados, a sua construção soldada para formar os módulos (e.g. cantos) era realizada na Farame, de forma a manter no seio da empresa o conhecimento arquitectural. Assim, a modularidade a este nível requereu interfaces relacionais de tipos diferentes para permitir a partição do produto e facilitar a interacção do conhecimento arquitectural e do relativo ao componente (Brusoni e Prencipe, 2001).

O facto de empresas diferentes terem requisitos também diferentes tendo em conta a utilização da respectiva colecção de recursos, implicou interdependências entre elas que puderam ser tratadas no seio de relacionamentos conectados. As várias interdependências entre os componentes, os meios de produção e as empresas fornecedoras/subcontratadas, acabaram por implicar que mesmo as pequenas modificações de um componente específico do módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200 conduzissem à interacção entre vários relacionamentos diferentes (Figura 32).

Figura 32. Os cantos dos SLI 760/1200 e os relacionamentos tratados pela Farama.



Na Figura anterior, podem ver-se os vários relacionamentos entre a Farama, a Triefe, a Metalomatriz, a Apal e a Nemetal, com o fim de se obterem os componentes constituintes do módulo dos cantos. A Farama assume-se assim como integradora dos vários componentes, no que se refere à sua construção soldada.

Quando analisamos o módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200, podemos constatar que os diferentes componentes foram desenvolvidos e produzidos no contexto de diferentes relacionamentos. Assim, as interdependências que têm de ser tratadas no seio e entre diferentes relacionamentos estão relacionadas com as características específicas dos componentes. Enquanto adaptações de algumas características de componentes podem influenciar vários relacionamentos, as adaptações de outras podem influenciar apenas um relacionamento, sendo até possível algumas delas serem tratadas internamente no seio da empresa.

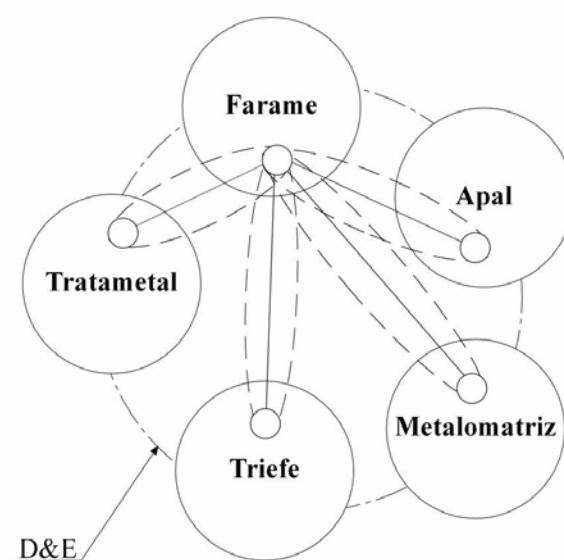
Para poder ser competitiva em preço e prazo de entrega, a Farama teve necessidade de investir em robots para a soldadura da base e dos montantes, assim como em

máquinas de soldadura eléctrica por resistência CNC específicas para o fabrico dos painéis em malha de arame. Este equipamento específico foi definido em conjunto com a empresa alemã Ideal, tendo sido necessária a interacção entre a Faram e o fabricante do equipamento durante a fase de desenvolvimento deste, o que levou ao estabelecimento de interfaces interactivos (Araujo *et al.*, 1999) entre ambas as empresas. Para poder produzir os contentores completamente nas suas instalações, a Faram desenvolveu competências internamente, tendo sido necessário para isso investir na formação dos actores de forma a criar e aumentar o conhecimento nas áreas técnicas que a empresa não dominava.

Também a necessidade de alterar os componentes constituintes do módulo do canto, para permitir o funcionamento do montante, conduziu à interacção com os subcontratados especialistas (concorrentes entre si), fornecedores das ferramentas e dos componentes, com o fim de se obter uma solução conjunta. Vários aspectos e características conflitantes tiveram de ser tratados através do D & E da Faram, envolvendo todos os actores, em ordem a obter compromissos viáveis. O trabalho em equipa, através da interacção entre fornecedores representando os diferentes componentes e o conhecimento especializado inerente, permitiu-lhes compreender e resolver um grande número de interdependências técnicas e assim, melhorar as situações de compromisso e portanto a qualidade do módulo, contribuindo também para definir as fronteiras da empresa (Araujo *et al.*, 2003 a). O D & E da Faram funcionou como coordenador entre vários relacionamentos e conhecimentos diferentes, i.e. as interdependências no seio e entre relacionamentos foram tratadas através do D & E (ver a Figura 33). Por outro lado, as actividades no âmbito do D & E aumentaram a “capacidade de absorção” (Cohen e Levinthal, 1990), ou seja, a aptidão da organização reconhecer e adquirir do exterior informação tecnológica relevante.

A Figura 33 representa as interdependências criadas entre várias empresas, relativamente ao desenvolvimento e produção dos cantos dos contentores. Os relacionamentos de cada um dos subcontratados com a Farame focalizam-se em determinados componentes específicos, assumindo o D & E o papel de integrador desses relacionamentos (competências) e impulsor da sua conectividade, em linha com o argumentado por Hobday *et al.* (2005).

Figura 33. Interdependências entre relacionamentos tratadas pelo D & E da Farame.



Para resolver os problemas técnicos, alguns dos subcontratados (e.g. Apal e Metalomatriz) tiveram de interagir com os fornecedores de matéria prima. Isto demonstra como este esforço de desenvolvimento permitiu a interacção não apenas entre os actores directamente envolvidos mas também com terceiros, i.e. os fornecedores dos fornecedores. Isto revela que a relação entre a tecnologia e a organização é menos previsível do que grande parte da literatura refere e tem de ser compreendida através do efeito recíproco dos interfaces técnicos e organizacionais ao nível da rede de relacionamentos conectados (Dubois e Araujo, 2004).

Mais tarde, devido à sobreposição de encomendas para a La Poste (CP 660 U) e para a Renault (SLI 760 e 1200), a Faramé viu-se obrigada a subcontratar a produção das bases do SLI 760 à MWT. Esta atitude valeu-lhe, só mais tarde o saberia, potenciar o desenvolvimento de um concorrente nesta família de produto. Isto porque a empresa veio a ser adquirida posteriormente por outros, tendo-se quebrado o relacionamento até então existente entre os actores. Os novos actores aproveitaram o activo do conhecimento existente, desenvolvido através da interacção com a Faramé, para concorrerem na família de produto SLI. No fundo, foi o conhecimento adquirido sobre os produtos assim como da rede de relacionamentos, enquanto representante da Faramé em França, que possibilitou a Steelplast/Evolufil de subcontratar à MWT (depois Marginal) e a outras empresas portuguesas os contentores SLI. Ou seja, o fim de alguns relacionamentos potenciou o início de outros, que retiveram o conhecimento adquirido através dos primeiros, i.e. cada relacionamento existiu no contexto de outros e afectou e foi afectado pelos desenvolvimentos noutros (Mota e Castro, 2004).

No fundo, mais do que um veículo que possibilitou apenas a troca de informação, os relacionamentos entre os actores configuraram o desenvolvimento e a troca de conhecimento, que foi gerido através de mecanismos organizacionais. A passagem da produção dos contentores SLI 760/1200 para os PSA 088/089/0113 não ofereceu dificuldades à Faramé uma vez que a arquitectura dos contentores era idêntica e a empresa já havia adquirido as competências e o conhecimento necessários para produzi-los, i.e. a Faramé adquiriu conhecimento através da experiência ganha com fornecedores noutros relacionamentos com clientes. Os relacionamentos entre actores subjacentes à rede de aprovisionamentos existente, permitiram suportar algumas diferenças da arquitectura dos contentores PSA relativamente aos da Renault. No fundo, como a tecnologia dos contentores não se alterou significativamente, a rede de

aprovisionamentos manteve-se. Pode-se considerar portanto cada uma das famílias de produto como uma “*network entity*”, das competências, dos relacionamentos e da partilha do conhecimento gerado nesses relacionamentos (Mota e Castro, 2005).

#### **4.2.5 Resumo**

Nesta subsecção pretende-se fazer um resumo do caso apresentado. O caso começa por revelar o início do relacionamento da Faramé com o cliente Renault, assim como com o fornecedor/subcontratado Quinaço. Embora este início de relacionamento tenha envolvido dois contentores com arquitecturas integrais, a produção de cada um deles foi concretizada em empresas diferentes (um na Faramé e outro na Quinaço) em virtude das diferentes competências necessárias para a sua produção. Ainda que afigurando-se ter-se seguido aqui o sugerido por Sanchez e Mahoney (1996) de que os produtos não modulares são produzidos melhor em organizações não modulares, seguindo portanto uma arquitectura organizacional correspondente, não se pode desprezar o papel desempenhado pelos relacionamentos entre actores como mecanismo de coordenação e como meio para usar e influenciar e não meramente aceder às competências de que a Faramé não dispunha. Ou seja, a não sobreposição das fronteiras do conhecimento com as fronteiras proprietárias da empresa.

As competências que a Faramé adquiriu no fabrico dos primeiros contentores, assim como a rede de aprovisionamentos entretanto constituída, permitiu-lhe avançar para o desenvolvimento e produção de outros contentores (SLI) não só para o mesmo cliente (Renault), mas também para outro (PSA). O facto das arquitecturas das famílias dos produtos serem muito similares, veio facilitar a aplicação do conhecimento adquirido.

Constata-se que os relacionamentos entre indivíduos atravessaram as fronteiras proprietárias das próprias empresas permitindo, através da mobilização de conectados, o acesso a competências para a resolução de problemas relativos a interdependências



técnicas, que de outro modo não seria possível resolver. Verifica-se ainda, que a Farame estabeleceu com os fornecedores tipos de relacionamentos (mais afastados ou mais próximos) e interfaces (mais estandardizados ou mais interactivos) diferentes para cada produto, ou mesmo para cada módulo dentro do mesmo produto (e.g. cantos dos SLI). Verifica-se também, que os relacionamentos estabelecidos no seio de uma arquitectura de produto, podem afectar e serem afectados por outros existentes noutras arquitecturas de produto da mesma empresa. Ou ainda, que o relacionamento estabelecido no âmbito de um componente/módulo de um produto pode afectar os outros tipos de relacionamentos estabelecidos com o mesmo actor, para outros componentes/módulos do mesmo produto. Com efeito, até mesmo no seio da empresa, os interfaces entre áreas de competências não são estandardizados. Por vezes, indivíduos de áreas distintas e mesmo de empresas diferentes, têm de trabalhar em conjunto e de formas não estandardizadas ou previamente detalhadas (cf. arquitecturas de processo e de conhecimento). O conhecimento adquirido através dos relacionamentos entre os actores, empresta competências a outras actividades para além das nucleares a esses relacionamentos (e.g. a concepção e construção, realizada pela Farame, dos pórticos de apoio à alimentação/extracção dos conjuntos soldados nos robots).

Com efeito, para além da conectividade dos relacionamentos com os subcontratados (alguns concorrentes entre si) e com os clientes e os fornecedores de equipamento, foram também os vínculos estabelecidos entre esses actores, o encadeamento entre as actividades desenvolvidas e as ligações entre os recursos, que possibilitaram o desenvolvimento e a troca de conhecimento. No fundo, foi a permeabilidade das fronteiras das organizações envolvidas (e.g. a Farame, os subcontratados Apal e Metalomatriz e o fornecedor Ideal), que permitiu a geração e a troca de conhecimento, configurando o produto e a sua família como uma “*network entity*”. Comprovou-se

ainda, que a interacção com o cliente na fase de desenvolvimento do produto, para além da troca e produção de conhecimento, torna propício o estabelecimento de uma dinâmica de relacionamentos próximos e interfaces interactivos entre os actores, que se sobrepõe e influencia a simples troca comercial com base apenas no preço.

Os relacionamentos não devem portanto ser simplesmente perspectivados como um meio de acesso e influência de competências e de coordenação de interdependências conhecidas e estáveis. São antes um mecanismo que permite reconfigurar as interdependências técnicas ao nível da arquitectura do produto e as organizacionais ao nível da rede de aprovisionamentos, influenciando-as, com vista a poder aceder melhor às competências dos actores da rede em contextos de desenvolvimento e/ou produção dos produtos.

### **4.3 O contentor para garrafas de vinho**

Esta secção inicia-se com a apresentação geral do caso, sendo descrita a expressão funcional da necessidade, a evolução do produto e a sua arquitectura. A seguir, na subsecção 4.3.1 procede-se à análise do caso apresentado à luz do quadro de referência teórico adoptado. Por fim, na subsecção 4.3.2 faz-se um resumo da análise.

Dentro da família de contentores para garrafas de vinho, a Faramé começou por desenvolver em 1996 um contentor rebatível e empilhável, totalmente construído em arame, seguindo a concepção dominante já utilizada pela concorrência no estrangeiro. Este contentor obedecia às normas francesas para este tipo de produtos e foi mesmo objecto de certificação segundo a norma francesa H-00-050, pelo Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE) em França. Isto, porque o mercado alvo era precisamente o mercado francês, com enfoque na região de Bordéus.

Devido à pressão para redução dos preços de venda que era imposta pela concorrência, principalmente italiana e da Europa de Leste, a Farama viu-se obrigada a reformular o contentor, simplificando-o de forma a torná-lo mais competitivo. Surgiu assim outro contentor semelhante ao primeiro, com uma tampa inferior, não certificado pelo LNE, mas com menor custo de produção, permitindo penetrar com mais facilidade nos mercados estrangeiros. Este contentor é comercializado em Portugal e França, atingindo neste último país volumes de venda da ordem dos 5 000 contentores/ano. O contentor reformulado continua a ser rebatível e empilhável em carga e em vazio, tem uma capacidade para 600 garrafas de 75 cl. e permite um empilhamento em carregamento estático de 5/1 com uma carga uniformemente distribuída de 1 000 Kg no seu interior. Não é volteável, conforme se pode constatar através da Figura 34.

No início do ano 2000, a Farama constituiu um grupo de trabalho com o fim de estudar um outro tipo de contentor, com patente de outra empresa em Espanha e França, para transporte e armazenagem de garrafas de vinho, não rebatível mas sobreponível, sendo ainda volteável. O contentor objecto da análise começava a surgir em Portugal através de fabricantes espanhóis que o vendiam às adegas através de agentes comerciais.

Figura 34. Contentor para garrafas de vinho (sobreponível e rebatível).



O produto em causa pode ser descrito como um contentor de grande volume com capacidade para 588 garrafas tipo bordaleza de 75 cl. que permite a transposição do seu conjunto (contentor mais garrafas cheias) da vertical para a horizontal. Esta necessidade de transposição da vertical para a horizontal é justificada por razões que se prendem com problemas enológicos: depois do enchimento das garrafas, estas devem permanecer aproximadamente 48 horas na posição vertical, de forma a não existir contacto directo entre o vinho e a rolha, para permitir que esta expanda e garanta uma boa selagem do conteúdo da garrafa. Findo esse tempo, as garrafas poderão então passar para uma fase de estágio na posição horizontal, que pode variar de uma semana a vários anos, dependendo das características do vinho e da estratégia comercial.

Este contentor vem então facilitar/optimizar essa operação, uma vez que a efectua em simultâneo para um grande número de garrafas, tendo ainda a capacidade de poder ser empilhado, tanto na posição vertical como na horizontal. O contentor comporta três níveis de garrafas separados por grelhas amovíveis e dispõe de uma porta para facilitar a carga e descarga das garrafas. É normalmente transportado e entregue ao cliente desmontado, sendo montado por este. O transporte do contentor dentro do armazém do cliente é feito por empilhador.

Após ter alterado e simplificado o contentor espanhol, a Farama começou a produzir e a comercializar o novo contentor em meados de 2000. Aliás, a empresa produzia apenas nas suas instalações as malhas de arame e zincava e/ou pintava os contentores. A sua construção soldada era efectuada numa pequena empresa subcontratada, a Somecar, localizada na região norte, que tinha começado alguns anos antes por produzir e vender este produto em pequenas quantidades, dispondo portanto de experiência de fabrico, mas não de uma rede comercial adequada. Segundo o Director de Desenvolvimento e Engenharia:

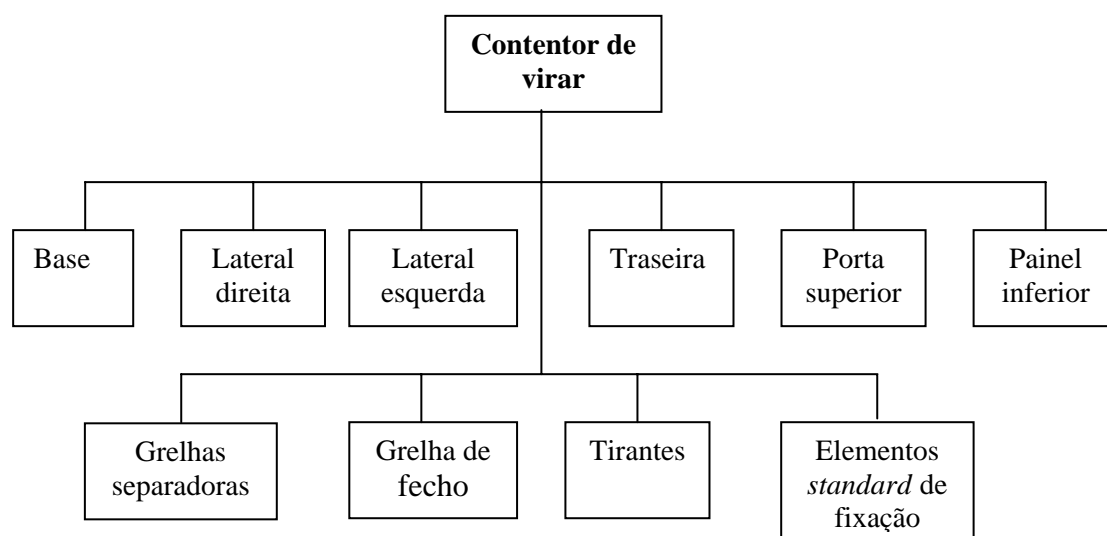
*“Sem a parceria com esta pequena empresa, dificilmente a Faramé teria conseguido produzir o contentor tão rapidamente com custos competitivos. As quantidades no início eram pequenas o que não permitia investimentos em processos de fabrico mais automatizados (e.g. jig’s para robots de soldadura). Por outro lado, a grande proximidade geográfica do subcontratado com os primeiros clientes permitiu melhorar o contentor, fruto da grande interacção que estabeleceu com esses clientes, ouvindo-os e satisfazendo as suas necessidades específicas”.*

Posteriormente, face ao aumento da procura e falta de capacidade do subcontratado, a Faramé acabou por integrar a produção do contentor na empresa, socorrendo-se mesmo assim de outro subcontratado, a Nemetel, em situações de falta de capacidade própria.

Conforme já referido, a concepção deste contentor não foi da Faramé, mas sim de uma empresa de outro País, neste caso a Espanha, tendo sido efectuado um trabalho de cópia com a introdução de algumas melhorias relativamente ao que era produzido pela concorrência. A sua construção manteve, por razões funcionais e comerciais, as mesmas dimensões dos contentores disponíveis no mercado, de forma a ser sobreponível com os já existentes nos clientes. Estes contentores metálicos têm vindo a substituir gradualmente outro tipo de acondicionamento ainda existente nas adegas, tal como tulhas no chão, contentores de madeira e caixas de cartão.

Após ter feito visitas a clientes e realizado inquéritos a utilizadores, a Faramé resolveu alterar o contentor para permitir a colocação de garrafas mais altas (Bordaleza Prestigio), o que lhe valeu a penetração no mercado nacional com mais força (e posteriormente no mercado espanhol), uma vez que se diferenciou neste aspecto, dos concorrentes. Na Figura 35 representa-se a arquitectura do contentor para garrafas de vinho (de virar). Da Figura constata-se que o contentor é constituído por uma base, uma lateral direita e outra esquerda, uma traseira, uma porta superior e um painel inferior. Como componentes suplementares tem ainda duas grelhas separadoras e uma grelha de fecho, para além dos tirantes e dos elementos de fixação.

Figura 35. Arquitectura do contentor de virar.



Na Figura 36 pode ver-se o contentor de garrafas volteável com a porta aberta (rebatida), vazio e sem grelhas separadoras das garrafas. Através desta Figura constata-se que a base e a traseira do contentor são semelhantes, já que ambas têm de desempenhar a mesma função, i.e. são a base do contentor quando as garrafas se encontram, respectivamente, na posição vertical ou na horizontal. Nas laterais do contentor podemos observar quatro chapas rectangulares furadas soldadas à malha de arame, por onde vão passar os tirantes que fixam a grelha de fecho.

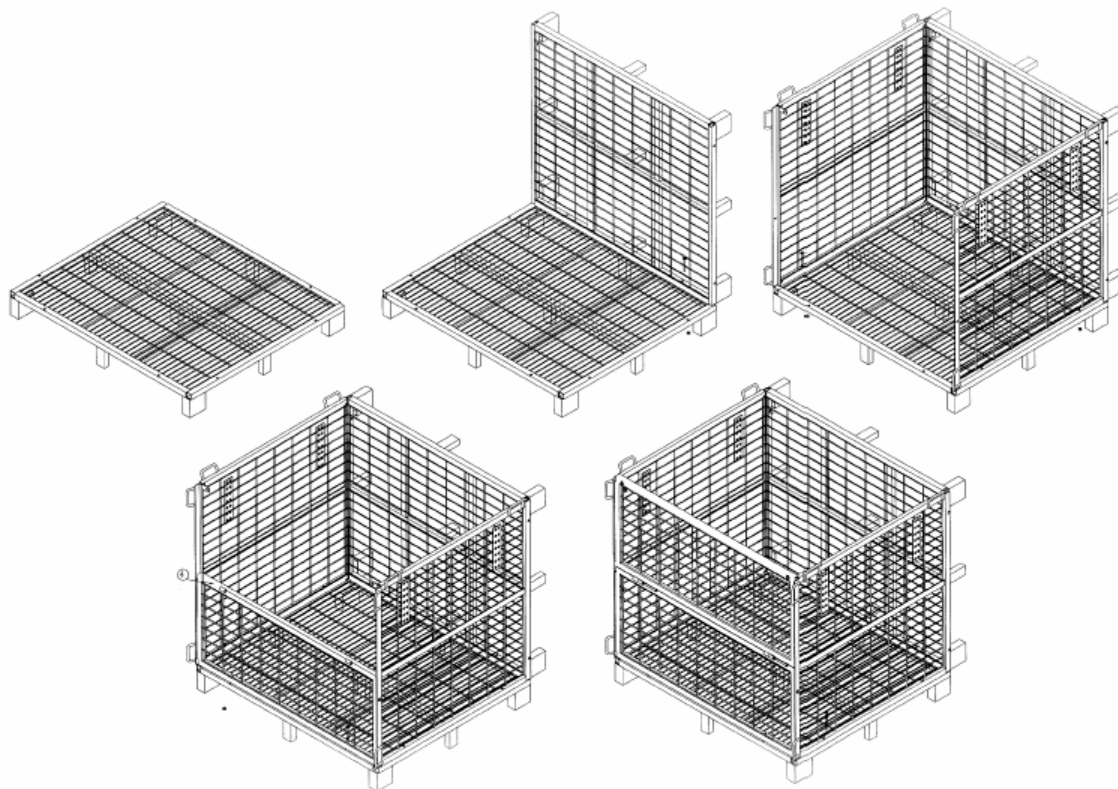
Figura 36. Contentor de garrafas volteável.



Na Figura 37 representa-se a sequência de montagem do contentor de vinhos de virar, onde são visíveis os vários módulos que constituem o contentor. Começa por ver-

se apenas a base, depois a montagem da segunda base na primeira (traseira), sendo posteriormente colocados as laterais, depois o painel inferior e por fim a porta.

Figura 37. Sequência de montagem do contentor de vinhos de virar.



Os vários módulos constituintes do contentor de vinhos de virar encontram-se representados na Figura 38.

Figura 38. Módulos do contentor de vinhos de virar.

- Módulo da base (MB), igual ao módulo da traseira (MT)

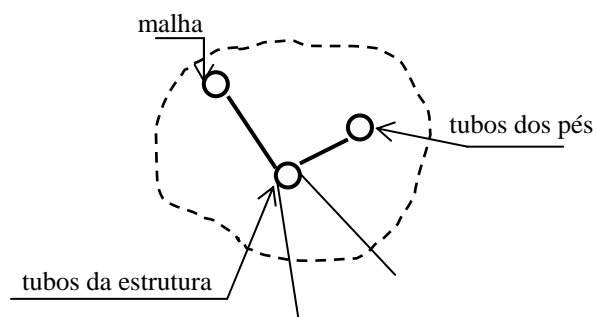
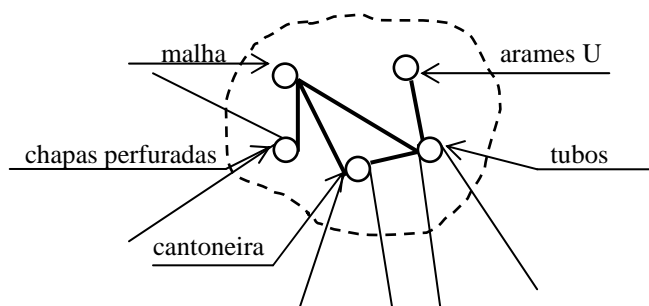
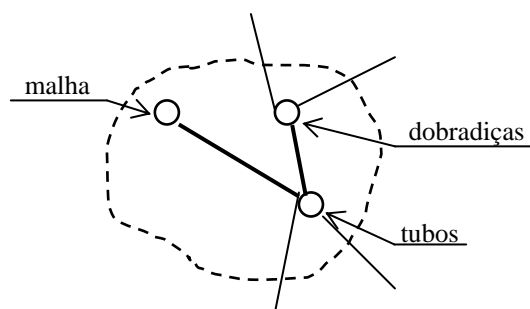


Figura 38 (continuação).

- Módulo da lateral esquerda (MLE), igual ao módulo da lateral direita (MLD)



- Módulo da porta superior (MPS), igual ao módulo do painel inferior (MPI)



Nota: Ligação forte entre elementos no interior do módulo

Ligação fraca entre elementos de módulos diferentes



Outros elementos: grelhas separadoras, grelha de fecho, tirantes e elementos de fixação *standard*.

Na Figura 39 representa-se a arquitectura do contentor de vinhos de virar, juntando-se os módulos definidos antes, com base nas dependências entre os seus componentes. Enquanto na Figura 38 as ligações fortes entre elementos no interior dos módulos são representadas a traço forte, na Figura 39 as ligações fracas entre elementos de módulos diferentes são representadas a traço fino.





resolveu estudar no início de 2001 um outro contentor que pudesse substituir ou complementar o existente, respeitando as mesmas funções principais e que pudesse ser comercializado naqueles países. Dentro dos objectivos a atingir, deliberou o grupo de trabalho que a reformulação do contentor podia ser total (toda a arquitectura do produto podia sofrer alterações), não se limitando portanto a um conjunto de componentes.

Face aos preços baixos praticados pela concorrência, definiu-se como um dos objectivos, a necessidade de se conseguir uma redução de custos de 15%. Seria importante encontrar soluções que melhorassem o desempenho, principalmente ao nível da versatilidade (uma gama de utilização mais vasta), satisfizessem as Normas (neste caso as francesas NF H-00-050) e preferencialmente pudessem vir a ser objecto de uma patente nacional. Os principais mercados seriam Portugal, Espanha, França e Itália e o retorno do investimento deveria ser realizado em ano e meio.

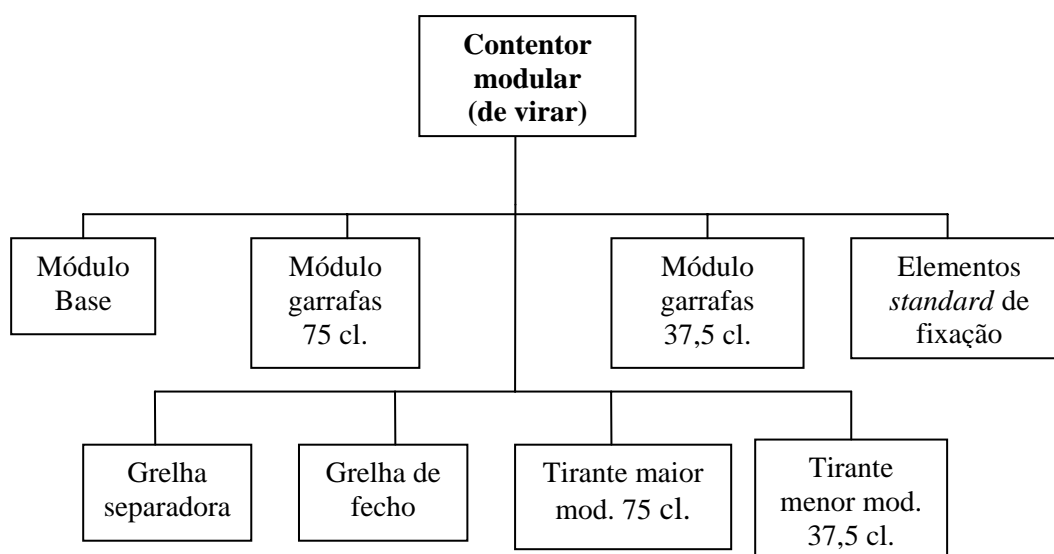
A calendarização aprovada apontava para que o projecto estivesse concluído em Setembro de 2001, o início da produção em Janeiro de 2002 e a comercialização em Maio daquele ano. O grupo constituído para trabalhar no projecto seguiu as várias fases da metodologia da Análise do Valor descritas no Apêndice III. Dos quatro projectos propostos e analisados foi seleccionado o quarto (Grupo de Ideias IV). Este grupo de ideias partia de um princípio diferente, mas que no contexto existente fazia todo o sentido: a modularidade (numa perspectiva de maior versatilidade do produto). Criaram-se módulos empilháveis, passíveis de serem ligados entre si, o que permitia ao utilizador adaptar o produto em causa às suas necessidades face ao espaço disponível. Foram depois realizados estudos sobre as possibilidades de combinações possíveis, utilizando este novo sistema modular.

## A arquitectura do produto

Podemos definir a arquitectura do produto através dos seguintes elementos principais: a) Módulo base; b) Módulos para garrafas de 75 cl; c) Módulos para garrafas de 37,5 cl; d) Grelhas separadoras; e) Grelha de fecho; f) Tirante maior; g) Tirante menor; h) Elementos de fixação *standard* (parafusos e porcas).

Na Figura 40 representa-se a arquitectura do contentor “de virar” modular para garrafas. Consta-se que o contentor é constituído por um módulo base, podendo dispor de um módulo para garrafas de 75 cl. e/ou um módulo para garrafas de 37,5 cl. e elementos de fixação. Como componentes suplementares tem ainda uma grelha separadora e uma grelha de fecho, para além dos respectivos tirantes.

Figura 40. Arquitectura do contentor de virar modular.



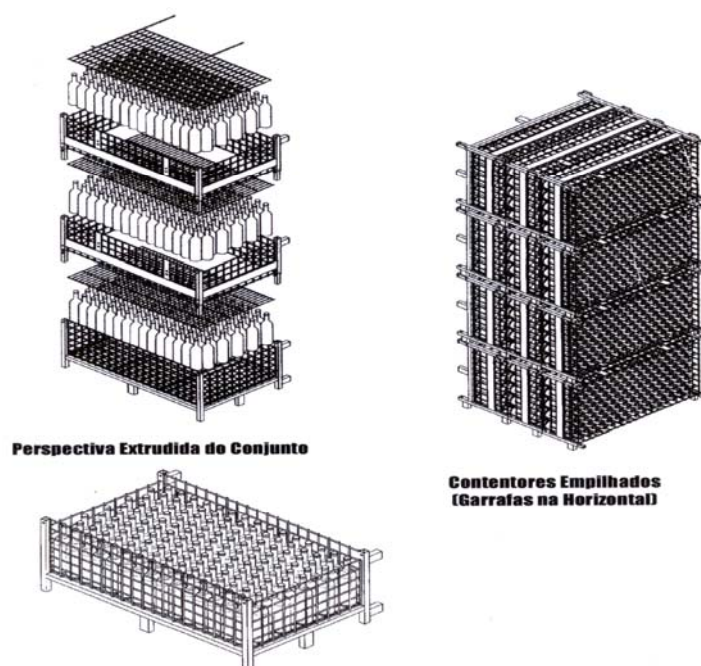
As grelhas separadoras e as de fecho podem ser fornecidas para garrafas de 75 cl. ou para garrafas de 37,5 cl.. Exemplos de conjuntos que podem ser formados:

- Conjunto 3x75 cl. (1 base e dois módulos para garrafas de 75 cl.);
- Conjunto 3x37,5 cl. (1 base e dois módulos para garrafas de 37,5 cl.);
- Conjunto 1x75 cl. + 2x37,5 cl. (1 base, 1 módulo de 75 cl., 1 módulo de 37,5 cl.);

- Conjunto 2x75 cl. + 1x37,5 cl. (1 base, 1 módulo de 75 cl., 1 módulo de 37,5 cl.).

A perspectiva representada na Figura 41 mostra uma das possíveis combinações do produto. Realizou-se também, com o desenvolvimento do produto, o custeio das várias hipóteses de combinações de níveis, com garrafas de 75 cl. e com garrafas de 37,5 cl. (Figura 42).

Figura 41. Contentor modular volteável (esquema de princípio).



A Figura 42 mostra um exemplo de níveis combinados de garrafas de 75 cl. e de 37,5 cl.. Entre os níveis é necessário colocar as grelhas de separação/fixação das garrafas de forma a possibilitar o seu volteio para a posição horizontal. Nesta Figura é visível que a base e a traseira constituídas através da combinação dos módulos (o superior e o inferior com garrafas de 75cl. e o do meio com garrafas de 37,5 cl.) são semelhantes, de forma a possibilitar o volteio do conjunto da posição vertical para a horizontal e o seu empilhamento em altura, em qualquer das duas posições. No fundo, este novo contentor “de voltar” acrescenta ao anterior a possibilidade de combinação de módulos de garrafas de 75 cl. e de 37,5 cl., em função das necessidades do utilizador.

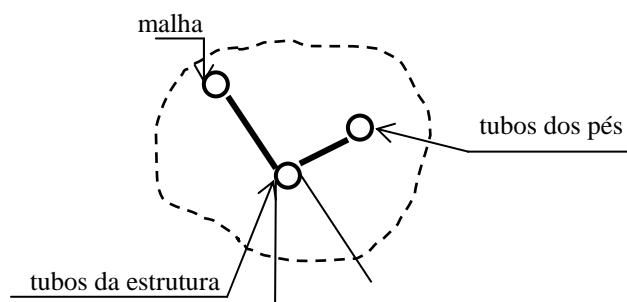
Figura 42. Contentor modular volteável.



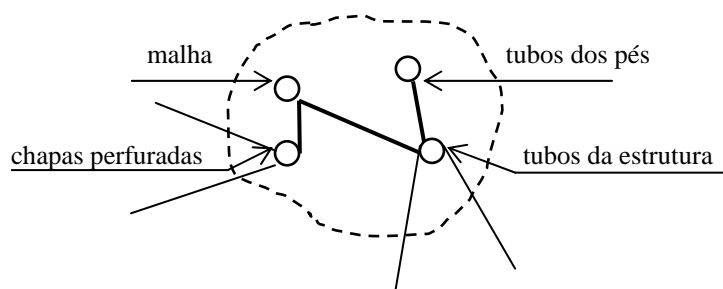
Na Figura 43 representam-se os vários módulos constituintes do contentor de vinhos de virar modular.

Figura 43. Módulos do contentor de virar modular.

- Módulo da base (MB)



- Módulo para garrafas de 75 cl. (M75) idêntico ao módulo para garrafas de 37,5 cl. (M37,5), varia apenas a altura.



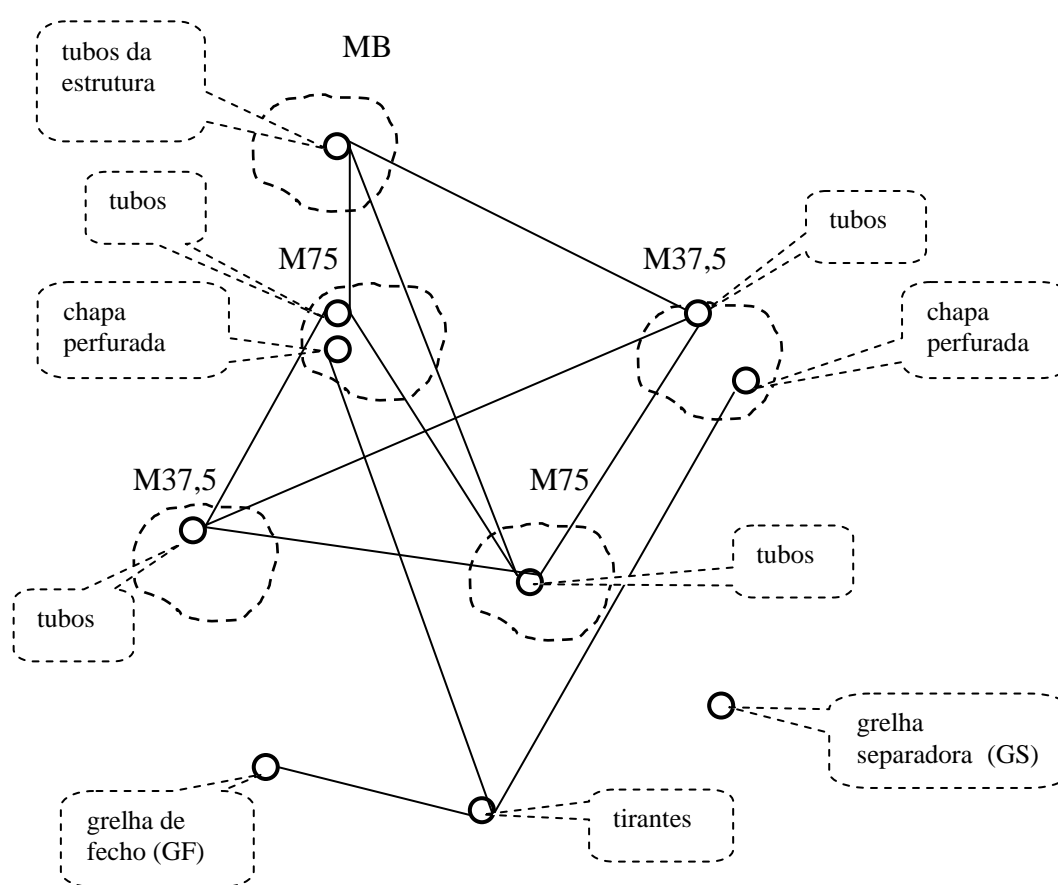
Nota: Ligação forte entre elementos no interior do módulo

Ligação fraca entre elementos de módulos diferentes



Na Figura 44 representa-se a arquitectura do contentor de virar modular, agrupando-se os módulos definidos anteriormente com base nas ligações entre os seus componentes. É patente o menor número de módulos relativamente ao primeiro modelo do contentor de virar, assim como o menor número de ligações entre os módulos, sendo estas também mais simples.

Figura 44. Arquitectura do contentor de virar modular com base nas ligações entre componentes dos módulos.



### 4.3.1 Análise do caso

#### **Introdução**

Nesta secção, pretende-se fazer a análise do caso apresentado, à luz do quadro de referência teórico adoptado.

O caso revela o caminho percorrido até se chegar ao desenvolvimento do contentor modular e como essa dependência do percurso (*path dependence*) no seio do segmento de mercado da contentorização para a vitivinicultura propiciou, através da conectividade dos relacionamentos entre actores, a aprendizagem obtida pela Farama. Assim, começou-se por desenvolver e produzir um contentor totalmente em arame, sobreponível e rebatível já existente no mercado, adaptando-o às necessidades dos clientes. Este contentor destinava-se a ser completamente produzido na Farama já que se tratava da sua actividade nuclear, o fabrico de produtos em arame. A sua fabricação era realizada em máquinas com tecnologias avançadas de produção, nomeadamente células robotizadas e máquinas CNC de soldadura eléctrica por resistência, com o fim de se poderem atingir preços competitivos.

Abriu-se depois uma janela de oportunidade com o aparecimento e desenvolvimento de um outro contentor, este também sobreponível, não rebatível, mas volteável. Esta janela de oportunidade surgiu devido ao facto do contentor se encontrar com patente registada nalguns países europeus, mas não em Portugal. A arquitectura deste contentor é também bastante diferente da do anterior assim como as funções que deve desempenhar. No início, a Farama não conseguia atingir o custo objectivo, tendo-se socorrido então de uma empresa concorrente de pequena dimensão para subcontratar a construção soldada do contentor, limitando-se apenas a fornecer as malhas de arame e a zincá-lo nas suas instalações. O contentor era depois fornecido aos clientes desmontado, sendo montado por estes, com o fim de minimizar os custos de transporte.

Foi através da interacção com este pequeno subcontratado que a Farama optimizou o contentor em termos de desempenho, assim como o seu processo de fabrico, com o fim de conseguir um custo competitivo. A aprendizagem obtida através do relacionamento com o subcontratado resultou também da interacção deste com os

clientes situados na mesma área geográfica (e.g. empresas de engarrafamento de vinho). Esta aprendizagem indirecta da Faramé relativamente às necessidades e anseios dos clientes, revelou-se fundamental para poder competir. Na fase inicial de penetração no mercado, o relacionamento com o subcontratado permitiu o fabrico de séries pequenas de contentores e dos próprios volteadores com preços competitivos, sem necessidade de investimento em meios de produção adequados.

Para poder penetrar no mesmo segmento de mercado noutros países, a Faramé resolveu desenvolver um outro contentor com arquitectura diferente do anterior e que fosse modular, de forma a permitir ao utilizador a combinação de módulos de garrafas de 75 cl. e 37,5 cl., em função das suas necessidades. Com efeito, pode-se constatar que dos três tipos de modularidade identificados por Sako e Murray (1999) e Baldwin e Clark (2000), destaca-se a modularidade no uso como principal objectivo da concepção do contentor. Ainda que modular, o objectivo era produzir este produto completamente na Faramé, tendo sido concebido precisamente com esse fim. O produto que saiu do grupo de trabalho tinha uma base comum e dois tipos de módulos que podiam ser ligados entre si e à base, com o fim de constituir um contentor sobreponível, volteável e modular.

### **A arquitectura do produto e as suas implicações**

Constata-se, neste caso, que as decisões tomadas relativamente à arquitectura do produto, possibilitaram estruturar a partição de tarefas assim como a interacção entre os actores no interior e através das fronteiras proprietárias da Faramé, suportando portanto o preconizado por Ulrich e Eppinger (2000). Tendo em consideração os elementos funcionais mencionados na “expressão funcional das necessidades” e os elementos físicos que materializam as funções no produto, pode-se constatar que o primeiro



modelo do contentor de virar exhibe uma arquitectura modular do tipo entalhe (*slot*), segundo a classificação daqueles autores.

A arquitectura exibida pelo segundo modelo do contentor de virar enquadra-se mais no tipo base comum (*bus*), segundo a classificação dos mesmos autores. Se tivermos em consideração a sugestão de Ulrich (1995), de que os produtos modulares permitem para cada elemento funcional que este seja modificado de forma independente mudando apenas o elemento correspondente e que para os produtos completamente integrais a modificação de um elemento funcional requer uma série de modificações nos elementos relacionados, pode-se dizer que ambos os modelos do contentor são modulares, apresentando o primeiro uma modularidade mais virada para a produção e o segundo uma modularidade direccionada essencialmente para a utilização. Evoluiu-se portanto, de uma arquitectura menos modular (*slot-modular*) para outra mais modular (*bus-modular*).

Este segundo modelo de contentor focaliza o papel da modularidade como propiciando o aumento da variedade do produto (Schaefer, 1999), traduzindo-se portanto numa clara modularidade na utilização (Sako, 2004). Com efeito, o uso de módulos não só providenciou um elevado número de variações, como também reduziu os custos totais de produção (Schirley, 1990), permitindo aos consumidores tirarem vantagem da intermutabilidade dos módulos, em vez de terem de aceitar o “pacote” completo pré-seleccionado do produtor (Mikkola, 2000).

No contentor modular volteável para garrafas de vinho, constata-se que os sistemas que o constituem têm um elevado grau de modularidade já que os seus módulos podem ser combinados e trocados (*mix & match*) em novas configurações, substituindo outros na configuração, aumentando/substituindo funcionalidades, o que vai ao encontro do conceito de sistemas modulares de Langlois (1992) e Sanchez (1995). Com efeito,

constata-se que a arquitectura deste contentor desenvolvido pela Faramé é composta por módulos *standard* de elevada substituibilidade, permitindo oportunidades para a sua intermutabilidade. Por outro lado, ainda que tenha ocorrido uma maior modularidade na arquitectura do produto, esta conduziu à internalização da produção na empresa, uma vez que esta dispunha das competências necessárias.

Podem-se identificar também neste caso os três tipos de arquitectura que, de acordo com Sanchez (1999), são criados explicita ou implicitamente pelas empresas: a arquitectura do produto, a do processo ou da actividade e a do conhecimento ou da competência. Já que, a arquitectura do processo seguiu a do produto decompondo as actividades e definindo a sua coordenação. A arquitectura do conhecimento da empresa teve a ver com a decomposição da base de conhecimento em activos de conhecimento específico tendo determinado o seu modo de interacção com os processos de concepção e produção do produto. Esta base ou arquitectura do conhecimento, constituiu-se fundamentalmente a partir da aprendizagem resultante da interacção entre a Faramé e o subcontratado do primeiro modelo do contentor de virar. O conhecimento adquirido permitiu melhorar o produto e o processo e foi usado mais tarde, quando por razões de competitividade a Faramé resolveu integrar o processo de produção do contentor na empresa. A interacção entre as duas empresas permitiu estabelecer um interface interactivo (Araujo *et al.*, 1999) que, suportado pelos relacionamentos, facilitou a produção e troca de conhecimento.

No último modelo de contentor, as decisões sobre a modularização do produto e a concepção dos próprios módulos, tiveram mais a ver com a definição das funções ligadas à utilização e aos custos agregados, do que às competências existentes à partida nos fornecedores. Não se constatou aqui o sugerido por Lorenzoni e Lipparini (1999), nomeadamente que na modularização de um produto deve-se ter em conta as

competências existentes nos fornecedores, uma vez que se pretendia desde o início que o novo contentor fosse completamente produzido na Faramé. Este projecto do contentor modular seguiu contudo a recomendação de Fine (1998), uma vez que as arquitecturas do produto, do processo e da cadeia de aprovisionamentos foram consideradas em simultâneo, já que a concepção do produto foi centralizada na Faramé. Isto é, ainda que existindo outros actores externos, a interacção com estes suportada pelos relacionamentos não se reflectiu simultaneamente na definição das arquitecturas do produto, do processo e da cadeia de aprovisionamentos.

### **A divisão do trabalho, a organização da rede de aprovisionamentos e as fronteiras verticais da empresa**

No que se refere ao primeiro modelo do contentor de garrafas de vinho de virar, podem identificar-se três fases no relacionamento entre os actores. Na primeira fase do relacionamento existia alguma interacção entre a Faramé e os potenciais clientes da zona norte de Portugal por um lado e entre a Somecar (subcontratado) e os seus clientes nessa zona, por outro. Não existia portanto ainda nenhum relacionamento entre a Faramé e a Somecar. Na segunda fase do relacionamento já passou a existir interacção entre a Faramé e a Somecar, sendo o relacionamento com os clientes realizado apenas pela Faramé que alargou posteriormente a zona de acção a todo o país. Por fim, na terceira fase, a produção do contentor passou a ser realizada completamente na Faramé, tendo terminado o relacionamento com o subcontratado Somecar.

Como referido antes, Langlois e Robertson (1995), Fine (1998), Pfaffman (2000) e Chesbrough e Kusunoki (2001) perspectivam as arquitecturas de produto como seguindo ciclos, com a fase emergente da evolução do sector levando a arquitecturas mais integrais e a consolidação e maturidade favorecendo a modularidade. Neste estudo de caso, a maior modularidade do contentor para garrafas (modularidade no uso) deveu-

se à inovação radical efectuada sobre a arquitectura dominante existente, com o fim último de satisfazer as necessidades dos utilizadores.

A noção de que um sistema fracamente ligado ao nível do produto (modularidade), conduz a sistemas fracamente ligados ao nível organizacional e interorganizacional, não parece ressaltar deste estudo de caso. Isto, porque a produção do contentor destinava-se, desde logo, a ser completamente internalizada pela Farame, uma vez que esta dispunha das competências necessárias para fazê-lo com custos competitivos. Desta forma, reforça-se a argumentação de Brusoni e Prencipe (2001) e Brusoni *et al.* (2001), segundo a qual a modularização dos produtos pode apelar por ligações mais interactivas e fortes não conduzindo necessariamente à adopção de uma organização modular ou à modularização da base de conhecimento da empresa (Hobday *et al.*, 2005).

Certamente por ser um produto relativamente pouco complexo e por se destinar a ser completamente produzido na Farame, também não parece confirmar-se a sugestão de Christensen *et al.* (2002) de que a evolução das arquitecturas interdependentes para modulares origina que as estruturas na indústria evoluam da integração vertical para a estratificação especializada. Efectivamente, o que o novo produto trouxe pelo facto de ser modular, foram vantagens de velocidade, baixo custo e flexibilidade tecnológica, de acordo com o que Baldwin e Clark (2000) sugerem.

Por outro lado, as melhorias introduzidas no primeiro modelo de contentor para garrafas de vinho (de vultear) podem ser consideradas como inovações autónomas, enquanto o desenvolvimento do segundo modelo de contentor se enquadra mais nas inovações sistémicas. Contudo, afigura-se transparecer do estudo deste caso, que as fronteiras verticais da Farame reflectiram não apenas os relacionamentos ao longo do tempo com os clientes e o subcontratado, mas também a forma como a empresa

integrou o conhecimento através da configuração das competências específicas, directas e indirectas, do subcontratado.

Neste caso, reconhece-se de forma explícita o impacte da aprendizagem na evolução das fronteiras da Faramé (Langlois e Robertson, 1995), desde a produção do primeiro modelo do contentor volteável, até ao desenvolvimento do segundo. É pois patente, ao longo do tempo, o desenvolvimento de competências próprias da Faramé beneficiando do processo de aprendizagem resultante do relacionamento com os clientes e o subcontratado, ou seja, comprovando que as empresas ensinam e aprendem entre si (Mota e Castro, 2005). Embora passando para uma arquitectura mais modular, a Faramé pretendeu integrar completamente a produção do novo modelo de contentor, por se tratar de competências de processo consideradas nucleares para a empresa e com o fim de poder garantir o custo objectivo.

O caso revela que os actores e o contexto (envolvente) evoluíram ao longo do tempo, função das escolhas e decisões tomadas na interacção entre actores. Por outro lado, para o contentor de vinhos de virar, os produtos já existentes no mercado fabricados pelos concorrentes, acabaram por condicionar o desenvolvimento deste produto pela Faramé (e.g. necessidade de sobreposição dos contentores com os da concorrência), assumindo-se esta condicionante, de certo modo, como um *standard* do mercado. Contudo, a permeabilidade das fronteiras organizacionais, visível através da comunicação e da coordenação, assumiu-se como uma característica importante reforçando os benefícios da modularidade.

#### **4.3.2 Resumo**

A Faramé utilizou um produto existente no mercado para, através de um concorrente e posterior subcontratado que já o produzia, competir com a concorrência

estrangeira com um custo de investimento e risco mínimos, limitando-se pouco mais do que a utilizar para o efeito a sua rede de vendas nacional. Assim, no que se refere à divisão de trabalho, apenas as malhas em arame eram produzidas pela Faramé e entregues ao subcontratado que as soldava depois à estrutura do contentor que fabricava nas suas instalações. A zincagem e a montagem dos componentes/módulos constituintes era realizada posteriormente na Faramé.

As melhorias e a diferenciação do contentor relativamente aos da concorrência, foram conseguidas através da aprendizagem obtida pela interacção com o subcontratado. Esta revelou-se fundamental já que, por produzir o contentor há algum tempo, o subcontratado conhecia bem as necessidades reais dos utilizadores através dos relacionamentos que mantinha com estes. Sobressai aqui a importância da dependência do percurso (*path dependence*) assim como o efeito da conectividade dos relacionamentos.

Foi a codificação do conhecimento tácito do subcontratado, na forma de documentação técnica para fabrico, obtido através do relacionamento com este, que possibilitou à Faramé produzir mais tarde o produto nas suas instalações. Utilizando tecnologias avançadas de produção (robots de soldadura) não existentes no subcontratado, a Faramé internalizou completamente a fabricação do contentor e diferenciou-se da concorrência alterando-o, com o fim de permitir a colocação de garrafas mais altas, como a Bordaleza Prestígio. O conhecimento mais completo deste produto e do mercado então conquistado, possibilitou o desenvolvimento de um outro contentor, que para além de desempenhar as mesmas funções do anterior, era modular, permitindo a combinação e troca (*mix & match*) dos módulos pelos utilizadores. Constata-se assim, que as decisões sobre a modularidade (e a avaliação do seu impacto potencial) resultaram de processos de interacção com o fornecedor e com os clientes.

As decisões arquitecturais relativas ao contentor modular desenvolvido, foram em última análise, decisões acerca de onde o conhecimento do componente e o arquitectural deviam residir na rede de aprovisionamentos. O caso revela contudo que a modularidade do produto não se traduziu numa organização modular, contrariamente ao preconizado por Sanchez e Mahoney (1996), reforçando a ideia de Kogut e Bowman (1995) de que não é claro o isomorfismo entre a concepção dos produtos e das organizações. Com efeito, a adopção de uma arquitectura de produto modular não conduziu a um modelo de organização modular, i.e. os interfaces do produto não se reflectiram directamente nos interfaces organizacionais, o que está de acordo com o notado também por Araujo *et al.* (2003 a). O facto da empresa ter concebido o produto (contentor de virar modular) focalizando-o nas suas competências directas, levou a que não necessitasse de relacionamentos próximos e complexos com contrapartes, para aceder a competências indirectas complementares e dissimilares. É pois patente neste caso, o modo como a interacção entre a arquitectura do produto e a concepção organizacional variou ao longo do tempo, devido à natureza permeável dos interfaces organizacionais que possibilitaram a geração e difusão de conhecimento.

#### **4.4 O semi-reboque e a caixa basculante da Galucho**

Nesta secção, começa-se por fazer a apresentação geral do caso, sendo descrita a expressão funcional da necessidade do produto. Na subsecção 4.4.1 é caracterizado o semi-reboque e na 4.4.2 a caixa basculante. A seguir, na subsecção 4.4.3 descreve-se o relacionamento da Galucho com os clientes e os fornecedores. Depois, na subsecção 4.4.4 procede-se à análise do caso apresentado, à luz do quadro de referência teórico adoptado. Por fim, na subsecção 4.4.5 faz-se um resumo da análise.

A Galucho trabalha dois grandes grupos de produtos: o equipamento de transporte e o equipamento agrícola. Trataremos neste estudo de caso, do primeiro grupo de produtos. Dentro do equipamento de transporte, podemos distinguir ainda dois subgrupos: o primeiro, que trata das caixas basculantes e o segundo, dos semi-reboques. Dentro deste último subgrupo, a Galucho produz ainda os semi-reboques cortinas e estrados, os porta-máquinas e os basculantes<sup>21</sup>.

O presente estudo de caso será focalizado nos semi-reboques basculantes e nas caixas basculantes, por serem os produtos cujas famílias apresentaram ao longo do tempo uma maior dinâmica de evolução. As caixas basculantes podem ser fabricadas individualmente para as diferentes marcas de semi-reboques, ou fazerem parte integrante dos semi-reboques basculantes produzidos pela Galucho.

### **Expressão funcional da necessidade**

Os semi-reboques basculantes, representados como exemplo na Figura 45, desempenham as seguintes funções principais:

- Permitir a colocação e transporte de uma caixa basculante, com o fim de transportar material, com bom desempenho e satisfação do condutor.
- Facilidade de manobra.
- Vibração e ruído com níveis baixos, com o fim de reduzir a fadiga do condutor e melhorar o seu conforto.
- Boa optimização do peso próprio, face à carga a transportar.
- Transporte de carga utilizando um sistema de suspensão adequado.
- Manutenção reduzida.
- Acoplamento fácil e rápido com o tractor.
- Permitir a utilização de dois ou mais eixos.

---

<sup>21</sup> Ver <http://www.galucho.pt>



Figura 45. Um semi-reboque basculante.



A Figura 45 mostra um semi-reboque basculante com dois eixos, a descarregar cascalho de pedra. É visível a haste de elevação que liga a caixa ao semi-reboque, permitindo através da inclinação da caixa, a descarga pela parte traseira do material a granel que se encontra no seu interior.

As caixas basculantes, representadas como exemplo na Figura 46, desempenham as seguintes funções principais:

- Permitir a colocação de material a granel no seu interior, sem transbordar.
- Permitir a descarga fácil do material que se encontra no seu interior através de uma saída na traseira (taipal da retaguarda), mediante inclinação e por gravidade.
- Boa resistência, face a um peso próprio mínimo.
- Facilidade de limpeza.
- Superfície adequada para publicidade.
- Boa estabilidade quando acoplada e/ou desacoplada do semi-reboque.
- Facilidade de manobra.
- Permitir o acesso ao seu interior, quando necessário, através de uma escada.
- Facilidade de acoplamento com o semi-reboque.

Figura 46. Uma caixa basculante.



Na Figura 46 pode ver-se uma das caixas basculantes da última geração da Galucho, com estabilizador e cilindro hidráulico frontal. A caixa e o semi-reboque podem ser apoiados no chão, através de duas sapatas telescópicas.

#### **4.4.1 O semi-reboque basculante**

A arquitectura do produto é constituída pelos seguintes módulos principais:

- Chassis em aço, que inclui as longarinas unidas por travessas, pivot desmontável, guarda-lamas e pára-choques traseiro.
- Equipamento rolante, que inclui a suspensão multilâminas, elevador pneumático do 1º eixo, 2 eixos de roda dupla, travões e conjunto das rodas.
- Sapatas de apoio telescópicas (ver a Figura 47).
- Iluminação e sinalização, que inclui o circuito eléctrico, farolins, luzes delimitadoras da largura, luzes de sinalização lateral e placas reflectoras.
- Caixa cónica HARD 450, que inclui o fundo, os laterais, o taipal dianteiro, o taipal da retaguarda e o estabilizador da caixa (ver a Figura 47).

- Equipamento hidráulico, que inclui o cilindro com válvula reguladora de pressão (ver a Figura 48).
- Equipamento diverso, que inclui o depósito da água, a caixa de ferramentas, o suporte da roda de reserva e o enrolador de encerado (ver a Figura 47).

Com o fim de ilustrar os componentes principais de alguns módulos, juntam-se a seguir algumas Figuras elucidativas. Assim, a Figura 47 mostra uma fotografia das sapatas de apoio e do estabilizador de ligação da caixa ao chassis. Junto às sapatas de apoio (lado esquerdo) encontra-se o depósito de água e a caixa de ferramentas. O estabilizador (lado direito) de ligação da caixa ao chassis permite uma maior segurança de basculamento.

Figura 47. Sapatas de apoio e estabilizador.



A Figura 48 mostra o cilindro frontal e a sua articulação à caixa. Com efeito, na Figura é visível o cilindro frontal que permite o levantamento com inclinação da caixa para escoamento do material que se encontra no seu interior. São ainda visíveis a escada de acesso à caixa e o pneu sobressalente do semi-reboque (parcialmente visível do lado esquerdo).

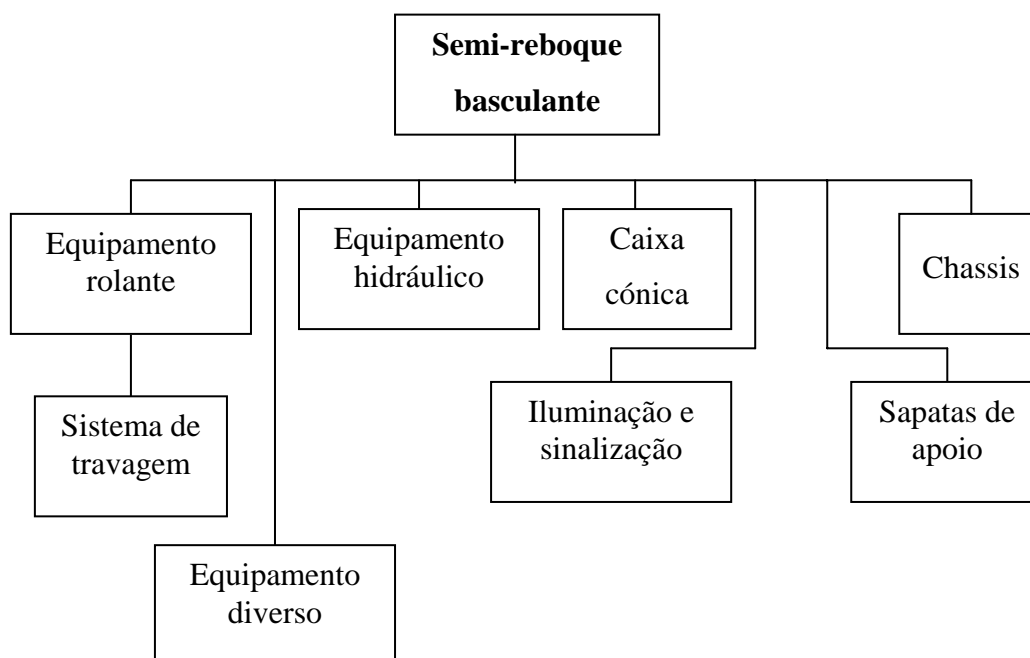
Figura 48. Cilindro frontal.



O chassis é em aço de alta resistência, obtido através da construção soldada das longarinas unidas por travessas e é concebido e fabricado completamente na Galucho, incluindo a pintura e a montagem dos sistemas hidráulico e eléctrico. No que respeita ao sistema hidráulico, que no passado era produzido na Galucho, é agora adquirido a uma empresa estrangeira, líder de mercado. Quanto aos eixos e às rodas, são também adquiridos no exterior e montados no chassis.

A produção dos semi-reboques é efectuada por encomenda, em pequenos lotes, normalmente de duas a seis unidades, obedecendo o projecto aos requisitos solicitados pelos clientes. Contudo, o projecto tem de ter em atenção as normas internacionais que definem os *standards* dimensionais do conjunto. Algumas das conexões (interfaces) que é necessário considerar para a caixa basculante e para o tractor, são também definidas por normas internacionais. A empresa procura, dentro do possível, utilizar componentes ou módulos comuns a outros projectos anteriores, com o fim de obter reduções de tempo de desenvolvimento e economias de escala. Na Figura 49 representa-se a arquitectura do semi-reboque basculante, dando-se ênfase aos módulos principais já referidos.

Figura 49. Arquitectura do semi-reboque basculante.



Cada um dos módulos representados na Figura anterior, pode ainda ser decomposto em vários componentes, de acordo com a descrição da arquitectura do produto já mencionada. Na arquitectura do produto, o sistema de travagem é considerado um subconjunto do equipamento rolante. Constata-se que o chassis tem interfaces com todos os outros módulos principais. A Galucho adquire no exterior o sistema eléctrico, o sistema hidráulico e o equipamento rolante e fabrica a caixa cónica, as sapatas e o chassis.

No seio destes módulos existem alguns componentes que são fabricados na Galucho, ainda que se revele uma tendência para a subcontratação. No fundo, a empresa tem caminhado no sentido de produzir internamente os grandes módulos que necessitam de equipamento e tecnologia específica, subcontratando no exterior o que não é considerado nuclear para a empresa.

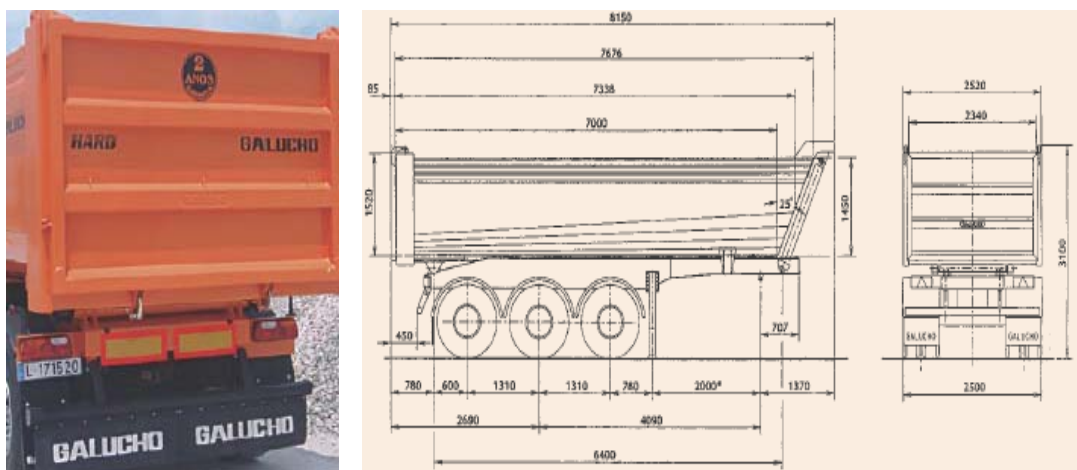
#### 4.4.2 A caixa basculante

A arquitectura do produto é constituída pelos seguintes módulos principais:

- A caixa, que inclui o fundo e os laterais (ver a Figura 50).
- O taipal traseiro (ver a Figura 50).
- O cilindro hidráulico tipo tesoura ou frontal, que inclui a bomba hidráulica, o distribuidor de descida proporcional e a válvula de segurança.
- O estabilizador de ligação da caixa ao chassis, para maior segurança de basculamento.

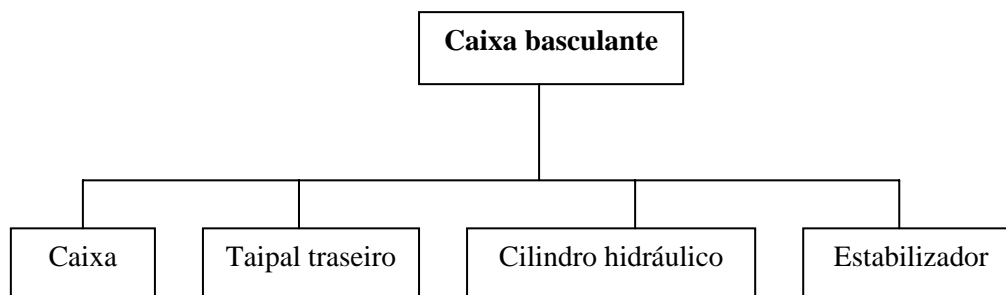
Na Figura 50 pode ver-se um desenho da caixa basculante montada no semi-reboque (à direita) e uma fotografia do taipal traseiro (à esquerda), podendo este ter accionamento mecânico ou hidráulico e destinando-se a permitir o escoamento do material que se encontra no interior da caixa, quando da inclinação dada a esta através do cilindro frontal.

Figura 50. Desenho da caixa e taipal traseiro.



Representa-se na Figura 51, a arquitectura da caixa basculante descrita em cima. O módulo específico cilindro hidráulico é adquirido no mercado a empresas da especialidade e todos os outros são desenvolvidos e produzidos na Galucho.

Figura 51. Arquitectura da caixa basculante.



Constatou-se também que a arquitectura do produto sofreu algumas alterações ao longo do tempo, sendo possível identificar essencialmente quatro tipologias de caixas basculantes. Uma primeira, representada na Figura 52, foi desenvolvida e fabricada até 1999 e era um *standard* na indústria, i.e. todas as empresas fabricavam o referido modelo. Uma segunda tipologia, representada na Figura 53, foi desenvolvida e produzida pela Galucho em 2000, notando-se já sinais de diferenciação relativamente à primeira. Uma terceira, representada na Figura 54, foi desenvolvida e produzida em 2001 onde são visíveis os aspectos inovadores, tendo-se a Galucho destacado do tipo de caixas então produzidas. E finalmente, uma quarta tipologia, representada na Figura 55, que foi desenvolvida e fabricada em 2003, a do formato Konic. Esta, em virtude de utilizar um aço especial de maior resistência, permitiu a redução da espessura da chapa e prescindiu da necessidade de reforços o que, ligado a um desenho mais moderno e adequado à utilização, potenciou no conjunto uma redução de peso considerável.

Figura 52. O primeiro modelo (*standard*).



Como pode ver-se através da Figura 52, tratava-se de um modelo *standard* no mercado, de forma rectangular, dispondo de vários reforços ao longo do seu comprimento para lhe aumentar a resistência. O próprio taipal traseiro também dispunha de reforços horizontais.

Figura 53. O segundo modelo produzido em 2000.



Na fotografia apresentada na Figura anterior pode ver-se um modelo de caixa com uma forma mais propícia ao escoamento do material que é transportado a granel. A caixa já não apresenta reforços laterais e o *design* é mais inovador.



Figura 54. O terceiro modelo desenvolvido em 2001.



O modelo representado na Figura anterior continua a mostrar um *design* inovador e uma forma que permite o escoamento mais fácil do material transportado. Neste modelo já é visível a aba lateral de protecção dos órgãos do chassis sobre as rodas.

Figura 55. O formato Konic desenvolvido em 2003.



No modelo representado na Figura de cima já é utilizado um aço especial de alta resistência para a construção soldada da caixa, possibilitando tornar o conjunto mais leve uma vez que permitiu reduzir a espessura do aço utilizado. As inovações existentes no modelo anterior mantiveram-se.

Da observação das quatro tipologias apresentadas, constata-se que as melhorias conseguidas relativamente à arquitectura inicial tiveram a ver com o desenvolvimento e

acréscimo das funções do produto. Isto quer dizer, que a arquitectura do produto numa perspectiva de utilização foi desenvolvida e melhorada. As arquitecturas da caixa basculante numa perspectiva de concepção e de produção, foram sendo ajustadas em função dos desenvolvimentos obtidos na arquitectura numa perspectiva de utilização, i.e. houve influências mútuas.

As quatro configurações diferentes relativas à evolução da arquitectura do produto, não originaram contudo alterações significativas na rede de aprovisionamentos. Os fornecedores dos módulos principais (mais específicos) mantiveram-se, tendo ocorrido apenas alterações ao nível dos fornecedores de componentes de segunda ordem.

Pode-se constatar que a arquitectura do produto é, neste caso (caixas basculantes), mais integral que na situação anterior (semi-reboques). Segundo o Director da divisão do material de transporte:

*“A necessidade de fabrico na empresa de alguns conjuntos de componentes dos produtos referidos (principalmente no que diz respeito às caixas basculantes) deve-se a duas razões principais. Uma primeira, que tem a ver com a grande dificuldade em encontrar parceiros ao nível da subcontratação que permita manter a qualidade pretendida para os produtos e uma segunda razão que tem a ver com o cumprimento do objectivo de aumentar constantemente a competitividade dos produtos desenvolvidos pela empresa. A estratégia geral ao nível da arquitectura mais ou menos modular dos produtos e consequente subcontratação, acaba por ser definida pela administração”.*

Nos últimos anos, a empresa tem seguido um caminho no sentido da integração de competências consideradas nucleares, que têm conduzido os investimentos em equipamento específico. Com efeito, a alteração da matéria prima da caixa basculante “Konic”, a última tipologia desenvolvida, obrigou a empresa a fazer investimentos em equipamentos adequados para trabalhar aquele aço de maior resistência. Por exemplo, a soldadura do fundo aos laterais da caixa basculante passou a ser realizada numa linha de soldadura robotizada, adquirida para o efeito. Dentro destes investimentos insere-se uma quinadora com capacidade até 9,5 metros para a quinagem dos laterais da caixa com formato cónico e uma célula de plasma de alta definição CNC com capacidade de corte

até 30 mm de espessura, 25 m de comprimento e 5,6 m de largura para o corte da chapa do fundo, laterais e taipal traseiro. O objectivo destes investimentos foi acompanhar a estratégia referida acima, ainda que os módulos *standard* no mercado, com tecnologias que a empresa não domina (e.g. eixos, hidráulicos e rodas) sejam adquiridos a fornecedores especialistas. Contudo, antes de ter investido em equipamento específico, a Galucho interagiu (aprendeu) com uma empresa estrangeira, com equipamento adequado, tendo adjudicado algumas caixas basculantes a essa empresa.

A nova caixa cónica basculante, adaptada aos semi-reboques basculantes de 2 e 3 eixos, oferece vantagens em termos do serviço que presta aos transportadores de cargas a granel. De acordo com o Director da Galucho:

*“ Fizemos um profundo trabalho de projecto e para validar as nossas conclusões, recorremos, uma vez mais, à colaboração de uma reputada universidade técnica, onde, através da análise de elementos finitos, foi estudada de forma exaustiva a caixa cónica, com vista à redução de peso e à melhoria do seu comportamento mecânico. Patenteámos a inovação na Europa, fabricámos e testámos protótipos, comparando o seu desempenho com os modelos anteriores. Ouvimos os utilizadores e tivemos em conta as suas opiniões”.*

Ambos os Directores das divisões do equipamento de transporte e agrícola, consideram que o aumento da subcontratação em curso permitirá a redução dos custos fixos, assim como a constituição de uma “bolsa de fornecedores” que possibilitará absorver as flutuações da procura. Com este fim, constituíram uma secção de subcontratação, com uma pessoa dedicada a tempo inteiro para o efeito. Quando questionados sobre os países onde subcontratavam, os dois entrevistados afirmaram:

*“ Subcontratamos em todo o mundo, ainda que relativamente aos componentes mais simples, estes sejam normalmente adquiridos em Portugal”.*

A estratégia da empresa passa por aumentar a subcontratação relativamente aos componentes e aos módulos ou sistemas que consideram não serem nucleares e em que existem vários fornecedores com possibilidades de os fornecer. Para o que consideram nuclear, investem em equipamento específico e produzem internamente. Referindo-se à

nova célula de corte por plasma de alta definição, uma das maiores células da Europa com este tipo de tecnologia (com uma área útil de corte de 5,60 m de largura e 25,0 m de comprimento), os Directores da Galucho consideram que:

*“Esta tecnologia de corte por plasma de alta definição tem uma qualidade próxima do laser, mas com custos de investimento e transformação menores, aspecto muito importante para que possamos manter, perante os nossos concorrentes, a competitividade dos nossos produtos”.*

No que se refere à aprendizagem, esta tem ocorrido essencialmente com os fornecedores (principalmente os das matérias primas), que realizam todos os anos demonstrações e seminários sobre novos materiais. Segundo o Director da divisão de equipamento circulante:

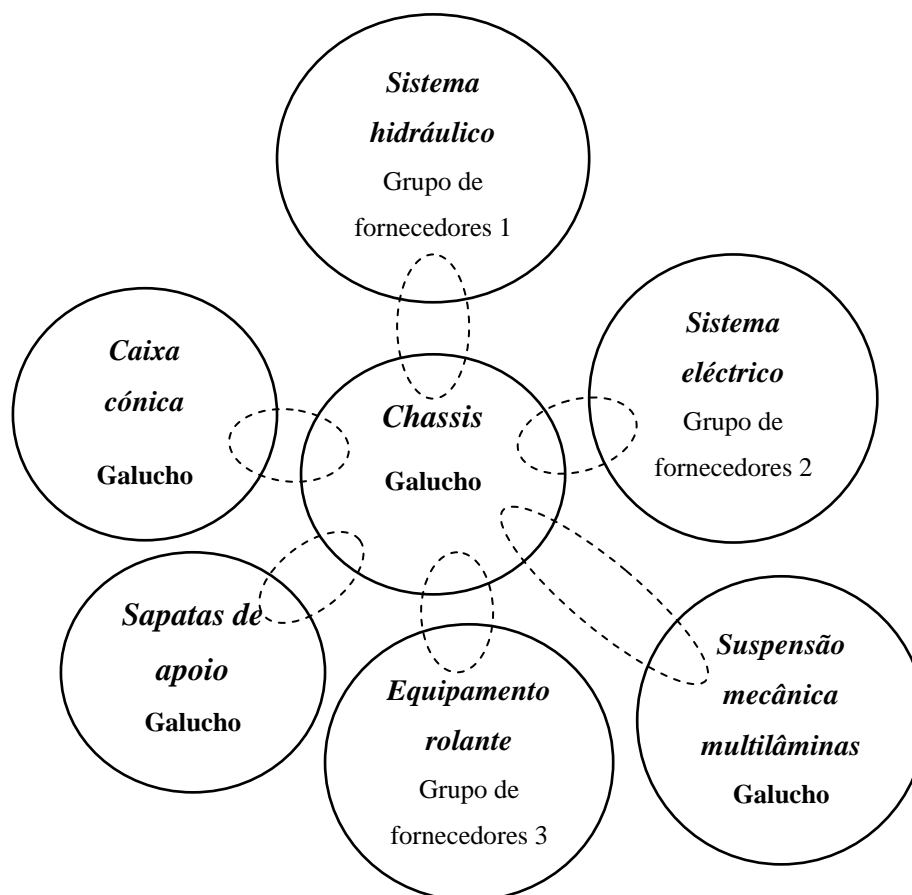
*“... também aprendemos com os clientes, com a concorrência e através dos próprios erros”.*

Para os entrevistados, a arquitectura de produto das caixas basculantes tem-se mantido, no essencial. No fundo, ocorreram algumas alterações nalguns módulos, mas não na arquitectura do produto nem nos interfaces entre os módulos, que nalguns casos obedecem mesmo a normas internacionais, i.e. são *standards* na indústria. A optimização tem ocorrido principalmente através dos materiais empregues, que são mais resistentes e de menor espessura, com o fim de se reduzir o peso. Este tem-se assumido como um dos principais objectivos, para além do *design*, i.e. a forma das caixas basculantes (e.g. caixas cónicas) com o fim de melhorar também as funções a desempenhar (e.g. escoamento do material a granel).

#### **4.4.3 A arquitectura do produto e o relacionamento com clientes e fornecedores**

Vamos passar agora a expor e a analisar, os relacionamentos da Galucho com os clientes e os fornecedores/subcontratados. Assim, na Figura 56 representa-se a interacção através dos relacionamentos entre diferentes actores para o caso do semi-reboque basculante.

Figura 56. Principais fornecedores.

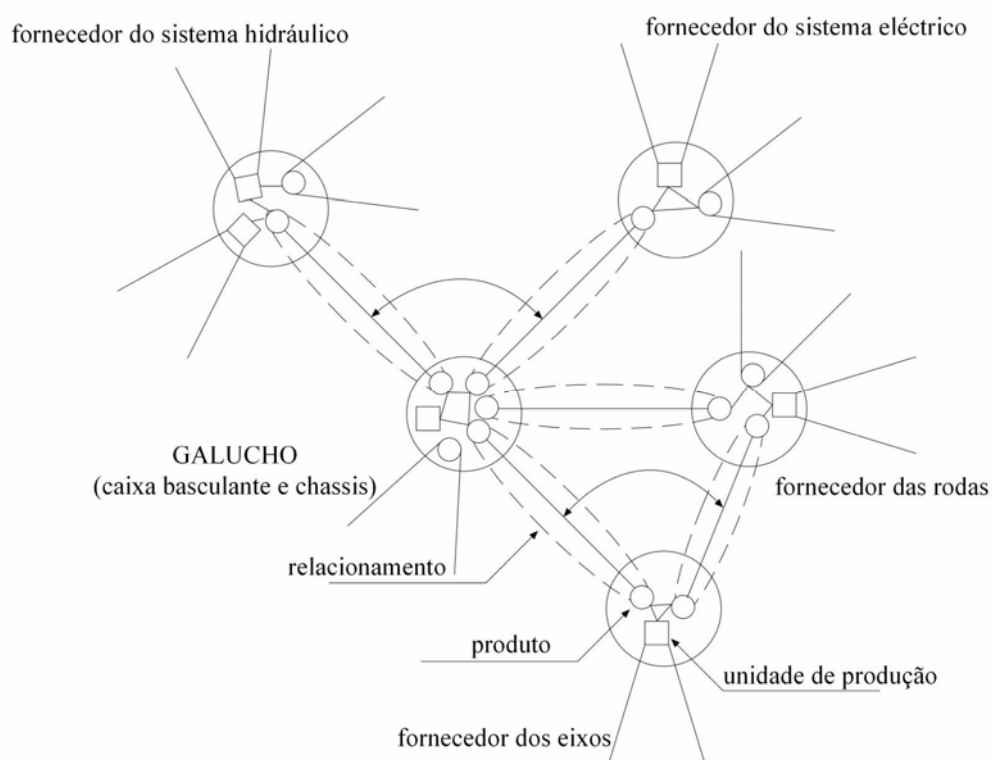


Ainda que num passado recente a Galucho produzisse internamente praticamente todos os módulos e componentes, a inovação e desenvolvimento crescentes que tem imposto aos produtos que fabrica, tem conduzido à incorporação de sistemas tecnológicos mais sofisticados e à necessidade de adquirir esses sistemas a empresas especialistas na sua produção. Assim tem acontecido com os semi-reboques, que têm conduzido a um aumento da aquisição de sistemas no exterior, assumindo-se cada vez mais a Galucho como um integrador desses sistemas. A interação entre a Galucho e os principais grupos de fornecedores representada na Figura 56, permite no fundo, conforme já referido, perspectivá-la como um integrador dos sistemas que produz e

adquire, dispondo do conhecimento e das competências necessárias para essa integração.

Encontram-se ilustradas na Figura 57, as interacções (ao nível da concepção e da produção) e dependências da Galucho com as unidades de produção dos vários fornecedores através dos relacionamentos estabelecidos, envolvendo os componentes/módulos do produto, para a arquitectura do semi-reboque.

Figura 57. Interacções e dependências envolvendo o semi-reboque da Galucho.



Os módulos específicos relativos aos sistemas hidráulico e eléctrico e também os eixos, necessitaram de coordenação assim como do estabelecimento de interfaces mais interactivos entre os actores, do que propriamente o módulo *standard* das rodas que necessitou de interfaces estandardizados entre os actores envolvidos. Através da Figura pode constatar-se que cada módulo, como recurso (incluindo as suas características

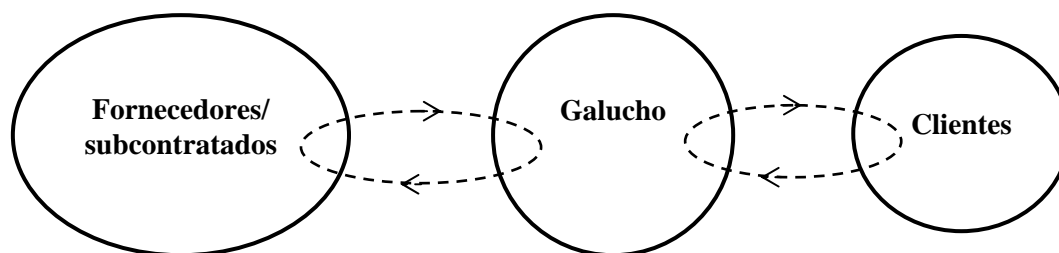
específicas), encontra-se inserido noutras colecções de recursos, pelo que apesar dos diferentes recursos necessitarem de ser confrontados, adaptados e combinados em ordem a constituírem uma arquitectura de produto específica, o desenvolvimento de um deles tem também de ser relacionado com a estrutura de recursos existente<sup>22</sup>. É ainda visível a existência de relacionamentos entre os diferentes actores, existindo interacções directas entre relacionamentos (e.g. fornecedor dos eixos com a Galucho *versus* fornecedor dos eixos com o das rodas) por via dos *standards* existentes no mercado, assim como entre os relacionamentos dos fornecedores dos sistemas eléctrico e hidráulico com a Galucho.

A caixa cónica é completamente produzida na empresa, que se tem equipado de forma a poder realizar completamente a sua produção, incluindo a pintura final. A inovação que tem sido levada a cabo desde 1999 até ao momento presente, expressa nas Figuras 52, 53, 54 e 55, tem envolvido a Thyssen, como fornecedor de matéria prima. Esta empresa tem-se mantido como fornecedora há vários anos, assumindo uma postura de cooperação contínua com a Galucho. É vista como tendo sabido acompanhar o desenvolvimento que a empresa tem imprimido ao produto, levando a efeito todos os anos um seminário sobre os novos desenvolvimentos das matérias primas que comercializa. Neste ciclo de desenvolvimento da arquitectura do produto, a empresa foi sempre interagindo com os clientes no sentido de recolher pareceres e poder adequar o produto ao pretendido. Neste sentido, tem havido portanto uma forte interacção entre a Galucho, os fornecedores/subcontratados incluindo um instituto técnico português e os clientes, com o fim último de adequar o produto aos anseios manifestados por estes. Esta interacção em ambos os sentidos, encontra-se esquematicamente representada na Figura 58.

---

<sup>22</sup> Constelação de recursos (Håkansson e Snehota, 1995).

Figura 58. Interação entre a Galucho, os fornecedores/subcontratados e os clientes.



A permeabilidade entre as fronteiras das várias empresas intervenientes, tem permitido a melhoria contínua do produto com diversas variantes dentro da própria família, de forma a adequa-lo às necessidades do mercado. A interação propiciada pelos relacionamentos tem conduzido a inovação incremental, tanto no semi-reboque como na caixa basculante, ainda que nesta a inovação se tenha assumido um pouco mais radical.

#### **4.4.4 Análise do caso**

Nesta secção, pretende-se fazer a análise do caso apresentado, à luz do quadro de referência teórico adoptado.

As arquitecturas do semi-reboque e da caixa basculante têm obedecido, no fundo, a uma concepção dominante assente em *standards* internacionais. A alteração que a arquitectura do conjunto do semi-reboque e caixa basculante sofreu, foi originada principalmente por alterações no módulo caixa basculante, tendo-se mantido contudo os interfaces físicos (modularidade). As inovações do conjunto têm sido de natureza mais incremental, envolvendo outros actores. A empresa tem integrado as actividades consideradas nucleares, assumindo-se essa decisão como estratégica e tomada ao mais elevado nível da hierarquia. Este esforço incluiu investimentos em equipamento específico, subcontratando apenas o que considera não ser nuclear para a empresa.



Aqui, distinguem-se essencialmente duas situações, uma que tem a ver com os módulos muito específicos que são adquiridos a empresas especialistas no estrangeiro (e.g. eixos das rodas e sistema de iluminação e sinalização) e a outra que tem a ver com pequenos componentes, ainda que específicos, que são subcontratados a empresas nacionais e nalguns casos produzidos mesmo internamente.

Constata-se assim, neste caso, que os recursos internos não são portanto todos independentes mas fazem antes parte de uma ampla constelação de recursos (Håkansson e Snehota, 1995), o que conduz a que o estabelecimento dos interfaces entre os recursos internos e externos seja fundamental para o aprovisionamento. Os interfaces estabelecidos entre a Galucho e os vários fornecedores/subcontratados assumem naturezas diferenciadas, desde os mais *standard* (e.g. relativos a componentes *standard* no mercado), aos mais interactivos (e.g. com os fornecedores de matéria prima), acabando por definir assim as próprias fronteiras da empresa, em linha com o preconizado por Araujo *et al.* (1999, 2003 a).

Até mesmo as competências de cálculo avançado em engenharia, como seja o cálculo por elementos finitos para o dimensionamento e optimização da caixa basculante, foram adquiridas através da interacção da Galucho com um centro de investigação ligado a uma universidade, permanecendo a empresa detentora das simulações feitas e dos resultados obtidos. Assim, ao tratar problemas técnicos específicos, os actores das equipas necessitaram desenvolver o seu conhecimento através da interacção com outros, para além das fronteiras dessas equipas. Deste modo, a equipa acabou também por desenvolver o seu conhecimento idiossincrático como se de uma unidade de conhecimento se tratasse. A empresa tende assim a assumir-se não apenas como integradora dos módulos físicos constituintes dos produtos que fabrica, mas também do próprio conhecimento arquitectural que vai desenvolvendo através da

interacção com outros actores, o que está em linha com a definição de integrador de sistemas de Brusoni e Prencipe (2001) e de Hobday *et al.* (2005). Os módulos que são produzidos na empresa são completamente acabados, incluindo a pintura, sendo depois montados nestes os componentes/módulos que são subcontratados.

Quando um dos entrevistados reporta a necessidade de internalização da produção de módulos no seio da empresa, à dificuldade em conseguir parceiros que permitam fabricar com a qualidade pretendida, está a considerar os custos de transacção dinâmicos (Langlois e Robertson, 1995) específicos à Galucho e associados ao tipo de relacionamentos que tem com os seus fornecedores. Por outro lado, quando refere como segunda razão dessa internalização, o objectivo de aumentar a competitividade dos produtos desenvolvidos pela empresa, está a considerar o potencial que pode advir para a inovação arquitectural, o facto de liderar o processo de interacção entre os actores internos e externos à empresa. Com efeito, a Galucho não pode ser perspectivada como uma entidade discreta, uma vez que está integrada no contexto de outras empresas e portanto noutros conjuntos de competências directas e indirectas (Araujo *et al.*, 2003 a). A conectividade entre relacionamentos sugere a interdependência entre as competências directas e indirectas, assim como a necessidade que a empresa tem de repartir com outras os efeitos derivados da diversidade a este nível, com repercussões na competitividade dos produtos que desenvolve e fabrica (Mota e Castro, 2004).

Quando o entrevistado refere que as decisões ao nível da modularidade da arquitectura de produto e eventual subcontratação são tomadas pela administração, está a sugerir que essas decisões são estratégicas. Ou seja, podem ocorrer situações em que percepções e intenções sobre quais as tecnologias e as competências a reter pela empresa, se sobreponham a relações lineares e deterministas entre tipos de arquitectura e a divisão do trabalho (Sako, 2004), i.e. subcontratar *versus* produzir no seio das

fronteiras da empresa. Note-se que as interdependências entre actores (e.g. equipas) relacionadas com o desenvolvimento e produção dos produtos, foram parcialmente estruturadas pelas arquitecturas de produto já anteriormente definidas, assim como pelas competências disponíveis na rede de aprovisionamentos. Consta-se que a empresa teve necessidade de desenvolver as suas competências tecnológicas (e.g. adquirindo equipamento específico), investindo em relacionamentos com fornecedores (e.g. da matéria prima) e outros actores (e.g. centro de cálculo), para poder tratar com interdependências que envolveram interfaces técnicos e organizacionais (Araujo *et al.*, 2003 a).

Neste caso, constata-se que o grau de modularidade do produto não conduziu, só por si, a uma rede de aprovisionamentos mais ou menos modular conforme defendido por Sanchez e Mahoney (1996). A constituição da rede de aprovisionamentos teve a ver com a definição das competências que a empresa considerou ou não como nucleares, subcontratando apenas estas e integrando e investindo nas primeiras. Contudo, é notória a permeabilidade das fronteiras organizacionais (Kogut e Bowman, 1995), através do fluxo de informação e coordenação das actividades que atravessa as fronteiras das diversas unidades organizacionais envolvidas na interacção com a Galucho. O semi-reboque e a caixa basculante assumem-se como entidades da rede, onde o conhecimento adquirido pela empresa focal, através da interacção com outros actores e as competências desenvolvidas e acedidas, são os resultados mais visíveis.

#### **4.4.5 Resumo**

Nesta subsecção pretende-se fazer um resumo do caso estudado. O caso começa por apresentar a arquitectura do semi-reboque e posteriormente a da caixa basculante que pode ser montada neste. Esta apresenta uma arquitectura menos modular que a do semi-

reboque, tendo sofrido alterações de concepção/forma ao longo do tempo, em particular entre 1999 e 2003, onde assumiu quatro configurações diferentes. Estas quatro configurações não conduziram a alterações significativas na rede de aprovisionamentos, ou seja, a interacção entre a arquitectura do produto e a concepção organizacional não se alterou significativamente ao longo do tempo, apesar da natureza permeável dos interfaces organizacionais (incluindo os relacionamentos com outras empresas).

A arquitectura do produto também não se alterou no essencial, ainda que tenham ocorrido alterações de forma, de material e também de substância (funções) nas várias configurações. Isto conduz-nos às três perspectivas de modularidade de Sako e Murray (1999) e às correspondentes arquitecturas, i.e. de concepção, de produção e de uso. Neste caso, a alteração da arquitectura numa perspectiva de utilização, provocou ajustamentos nas outras perspectivas de arquitectura (de concepção e produção). Ou seja, ainda que possam ser consideradas três perspectivas diferentes de arquitectura de produto, alterações numa delas podem originar alterações nas outras. A inovação introduzida pela Galucho na última configuração da caixa basculante, foi o resultado da interacção através de relacionamentos conectados, com os clientes, com o fornecedor de matéria prima e com uma universidade portuguesa.

A rede de relacionamentos (competências) e a interacção constante com os clientes, envolvendo-os nos testes/ensaios dos produtos novos antes de ser lançada a produção, contribuiu para a inovação/desenvolvimento dos produtos, minimizando os riscos inerentes. A internalização da produção dos módulos no seio da empresa (e.g. chassis e caixa basculante), tem seguido a estratégia interna ao considerá-los como nucleares, pressupondo assim uma certa dependência do percurso (*path dependence*). Sempre que os módulos são considerados nucleares, a empresa tem investido em equipamentos específicos adequados para o exercício das respectivas actividades de concepção e de

produção, vindo a assumir-se cada vez mais como um integrador de sistemas (Brusoni e Prencipe, 2001). Isto é, assume cada vez mais um papel de coordenação no seio da rede de fornecedores especializados de componentes e de conhecimento (e.g. sistemas hidráulico e de travagem), mantendo contudo o conhecimento arquitectural assim como amplas competências tecnológicas na maior parte da sua cadeia de valor (Hobday *et al.* 2005). A falta de competências adequadas no exterior, tem sido outra razão que tem conduzido a empresa à integração de algumas actividades de produção de componentes/módulos. Isto sugere, claramente, a importância de se considerar a natureza dos relacionamentos com outros actores e, em particular, o seu eventual papel na transferência de conhecimento e obtenção de cooperação (competências indirectas).

## CAPÍTULO V

### **Análise dos casos e questões de pesquisa**

#### **5.0 Introdução**

Neste capítulo, pretende-se ligar a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo II a uma análise comparativa dos casos empíricos apresentados no Capítulo IV. Pode-se desde já notar, que a análise dos quatro casos estudados suporta a noção de que o desenvolvimento e a produção dos diferentes módulos dos produtos entre as empresas, implicou que várias interdependências fossem lidadas para além das respectivas fronteiras proprietárias. Estes processos de integração de competências similares e/ou dissimilares mas complementares entre as empresas foram de algum modo selectivos, no sentido em que envolveram relacionamentos, nalguns casos duradouros, entre empresas específicas.

Conforme pode também ser constatado nos casos empíricos estudados, a análise entre a arquitectura do produto e as redes de aprovisionamento não se limitou apenas a relacionamentos singulares ou isolados (díades), tendo sido necessário considerar a sua inserção em múltiplos relacionamentos. Esta perspectiva é consistente com o quadro de referência de base, que assenta na premissa fundamental da possibilidade de existirem relacionamentos directamente e indirectamente conectados entre si. No âmbito destes relacionamentos, os actores<sup>23</sup> adaptam e combinam os recursos disponíveis, obtendo desse modo novos produtos ou a melhoria dos existentes. Esta noção decorre do pressuposto de que os recursos poderem estar mais ou menos estreitamente ligados entre si e, nessa medida, restringindo as possibilidades para a sua adaptação ou

---

<sup>23</sup> Recorde-se que o termo actores envolve delimitações de unidades organizacionais com vários níveis de agregação, como empresas, departamentos ou indivíduos, dependendo do propósito da análise que se pretende conduzir (Håkansson, 1987).

desenvolvimento de forma isolada. Em geral, assume-se que podem existir interdependências, nem sempre evidentes, com outros recursos, actividades e actores que necessitam de ser consideradas. Neste quadro, interfaces estandardizados ao nível do produto podem não se traduzir necessariamente no “*mix & match*” simples e não problemático ao nível dos relacionamentos e competências dos actores envolvidos e subjacentes à concepção, desenvolvimento e produção desses produtos.

Neste capítulo, na secção 5.2, faz-se uma referência aos casos, salientando algumas das suas similaridades e contrastes no âmbito das questões de pesquisa levantadas anteriormente. Começa-se primeiro, na secção 5.1, por fazer-se uma breve referência aos casos no sentido de resumir o seu papel neste estudo.

### **5.1 Breve referência aos casos**

As empresas industriais escolhidas e as famílias de produto seleccionadas, revelaram-se particularmente interessantes e úteis na abordagem do tema da tese. Tratam-se de empresas activas na concepção e produção dos seus produtos e a arquitectura destes tem sofrido alterações ao longo do tempo, nalguns casos mais graduais mas noutros com alterações mais substanciais. Também o grau de participação dos fornecedores na definição e redefinição da arquitectura do produto varia dentro de cada caso e entre casos, nalgumas situações com períodos caracterizados por interacções intensas entre cliente e subcontratados e/ou entre estes com pequena intervenção do cliente; noutras situações, as necessidades de coordenação entre empresas foram substancialmente menores.

Os casos permitiram, no âmbito da tese, testar e explorar os conceitos teóricos expostos no Capítulo II, focando a interacção entre a arquitectura dos produtos e a rede de aprovisionamentos, para quatro famílias de produto diferentes. Recorde-se que o uso

de vários casos não resultou de considerações de representatividade estatística, como se referiu no Capítulo III, mas antes da procura de uma “amostragem teórica” com o intuito de possibilitar a “replicação ou extensão da teoria emergente” (Eisenhardt, 1989: 537).

De forma resumida, o caso da família CP 660 permitiu, face às mudanças nas configurações da arquitectura do produto (CP 660 R, U e S), centrar a nossa atenção não só nos interfaces físicos, mas também na distribuição de competências na rede de fornecedores, incluindo aqui as suas actuações para lidarem com desafios que foram enfrentando na concepção, desenvolvimento e produção dos produtos. O caso da família dos contentores Renault e PSA enfatiza sobretudo a reutilização de competências dos actores ao longo do tempo em arquitecturas de produto similares, facilitada pela capacidade de absorção de conhecimento entretanto adquirida, que permitiu a sua utilização posterior em novas arquitecturas de produto. Este caso permite também evidenciar a possibilidade da não sobreposição das fronteiras do conhecimento com as fronteiras proprietárias das empresas, em parte devido ao papel dos relacionamentos como mecanismos que permitem reconfigurar as interdependências da arquitectura do produto e aceder às competências dos actores em contextos de desenvolvimento e/ou produção de produtos.

O caso da família dos contentores de vinho permitiu constatar também que as decisões sobre a modularidade (e a avaliação do seu impacte potencial) resultaram de processos de interacção com fornecedores e clientes; dependência do percurso e conectividade entre relacionamentos são aspectos centrais na análise deste caso, em particular a sua relevância para a variação da interacção entre as arquitecturas de produto e a organizacional ao longo do tempo, em virtude da natureza permeável dos interfaces organizacionais em termos de geração e difusão do conhecimento.



O caso do semi-reboque e caixa basculante ajuda a reforçar a importância da consideração da dimensão temporal na análise das interações entre os níveis de produto e organizacional, contribuindo para a compreensão das relações entre estabilidade e mudança a esses dois níveis. Torna-se fundamental reconhecer assim, a dependência do percurso das empresas envolvidas. O caso revela que as várias configurações da arquitectura de produto acabaram também por influenciar a estrutura de competências e modos de organização, influenciando assim os novos desenvolvimentos de produto aos níveis técnico e organizacional.

## **5.2 Questões de pesquisa e análise dos casos**

A análise individual dos casos foi focalizada no modo como, face a uma determinada arquitectura de produto, a rede de aprovisionamentos foi organizada em ordem a tratar com interdependências entre os actores, os recursos e as actividades. Estas interdependências foram tratadas, nalgumas situações, no seio dos relacionamentos e estenderam-se para além do relacionamento simples (díade), já que a arquitectura de produto requereu a interacção entre várias empresas. Os relacionamentos entre estas empresas, que foram, em muitas situações, desenvolvidos ao longo de um período alargado de tempo, contribuíram para a definição/redefinição das arquitecturas de produto ao combinarem competências estreitamente complementares e criarem um contexto para o seu desenvolvimento e reutilização em novos produtos.

Os casos revelam que, durante o processo de definição dos módulos numa arquitectura de produto, os actores podem ter de considerar interdependências técnicas ao nível do produto e meios de produção e organizacionais dentro e entre empresas. Este conjunto complexo de interdependências pode originar a necessidade de vários compromissos aquando da definição dos módulos numa arquitectura de produto. Assim,

enquanto algumas interdependências podem ser tratadas no seio da empresa individual, outras requerem interacção através das fronteiras proprietárias das empresas. Estas interacções podem dizer respeito tanto à concepção e coordenação das actividades sequenciais de produção, como a mudanças da rede de aprovisionamentos em termos da mobilização de empresas específicas e da natureza dos relacionamentos com esses actores. Por outro lado, o uso de uma arquitectura de produto bem definida ou estabilizada, pode conduzir a que alguns dos interfaces conhecidos dos módulos possam ser usados novamente, possibilitando a inovação incremental e a utilização desses módulos noutros produtos da mesma família, reduzindo a variação das actividades de produção.

Do referido, pode concluir-se que, tendo em conta os casos individuais, a definição/redefinição de uma arquitectura de produto pode tornar necessário considerar-se a dinâmica, nalguma extensão imprevisível, que caracteriza o conjunto das várias interacções e interdependências. A dispersão de recursos e competências por várias empresas e a sua integração, manifestada por uma determinada arquitectura de produto, traduz-se na necessidade de abordar essas interacções e interdependências no plano organizacional, em particular na rede de aprovisionamentos envolvida nos vários casos.

Vamos aprofundar a análise dessa necessidade no âmbito das questões de pesquisa inter-relacionadas que emergiram da revisão da literatura no Capítulo II, que têm a ver com:

I) a relevância para a relação modularidade/organização do facto das empresas poderem estar inseridas em redes de relacionamentos conectados (em vez de entidades atomísticas no mercado). De acordo com o que vimos, as decisões arquitecturais do produto são em última análise decisões acerca de onde o conhecimento do componente e o arquitectural devem residir numa rede de aprovisionamentos. Contudo, a empresa

está inserida num contexto de outras empresas e portanto noutros conjuntos de competências directas e indirectas onde a própria matriz de ligações que se estabelece conduz o desenvolvimento de competências que reproduzem e transformam essas ligações ao longo do tempo. Os actores e os relacionamentos entre eles geram um grau de estabilidade essencial para conceber, produzir e usar novos produtos cujas arquitecturas podem ser mais ou menos integrais ou modulares. Nessa medida, através desta questão geral de pesquisa, procura-se avaliar a relevância ao longo do tempo da rede de relacionamentos entre várias empresas para a arquitectura dos produtos e vice-versa;

II) a possibilidade das decisões sobre a modularidade (e a avaliação do seu impacte potencial) poderem ser tomadas em vários pontos da rede e nas interacções entre actores, com competências, percursos e interesses diversos. Note-se, a este respeito, que a literatura tradicional sobre modularidade assenta grandemente na dicotomia mercado (atomístico) *versus* empresa, o que leva a remeter para a penumbra a existência de relacionamentos parcialmente específicos às contrapartes;

III) o modo como as empresas alinham as estratégias de produto e da organização (incluindo as redes de aprovisionamento) e porquê. Com esta questão, pretende-se avaliar e compreender melhor as inter-relações entre a modularidade e a organização da rede de relacionamentos ao longo do tempo, i.e. a dependência do percurso (*path dependence*) resultante dos investimentos realizados pelos actores ao longo do tempo em infra-estruturas de produção, equipamentos, competências e relacionamentos. Assume-se, basicamente, que a dinâmica da rede de relacionamentos e as interdependências específicas entre estes, incluindo ligações entre actividades e entre recursos, podem influenciar e ser influenciadas pelas decisões sobre a arquitectura de

produto referidas na questão de pesquisa anterior. A noção de produtos como “*network entities*”, deve recordar-se, enfatiza a existência de conectividade entre relacionamentos. Esta pode traduzir-se, não só na propagação de efeitos além dos relacionamentos directos entre uma empresa e cada um dos seus fornecedores (e/ou clientes), mas também nos relacionamentos entre fornecedores e na divisão de trabalho entre estes;

IV) o modo como a interacção entre a arquitectura de produto e a concepção organizacional pode variar ao longo do tempo e em que medida é que essas mudanças decorrem da natureza mais permeável dos interfaces organizacionais (incluindo os relacionamentos com outras empresas), relativamente aos interfaces físicos entre produtos. Pretende-se saber se é possível, neste quadro, detectar se existe ou não uma direcção causal mais forte num período particular de tempo, no sentido em que as escolhas sobre a arquitectura de produtos tenham determinado a concepção organizacional ou vice-versa.

Recorde-se, a este respeito, o argumento de que a modularidade não é apenas uma característica dos produtos mas é também uma característica do conhecimento subjacente aos produtos e às organizações que os concebem e produzem. Faz sentido, por isso, procurar analisar durante um particular período de tempo se alterações de uma arquitectura de produto para uma maior ou menor modularidade conduziram, só por si, a alterações similares nas exigências de coordenação entre unidades organizacionais, ou se foram sobretudo desenvolvimentos ao nível dos relacionamentos e competências dessas unidades, nomeadamente devido à natureza mais permeável e dinâmica dos interfaces organizacionais, que condicionaram de forma relevante particulares soluções em termos da concepção da arquitectura de produtos.

Vamos tratar a seguir os quatro aspectos referidos acima, recorrendo-se aos casos empíricos apresentados. Começaremos por aprofundar primeiro as três questões mais específicas (II, III e IV) para voltarmos no fim à questão geral (I).

## II) Decisões sobre a arquitectura de produto

Na resposta a esta questão, enfatiza-se a tomada de decisões em conjunto por várias empresas e o grau em que a rede de competências existente foi relevante para essas decisões, que, deve notar-se, envolve empresas, com os seus próprios percursos e se estende além das fronteiras proprietárias de cada empresa. Inicialmente vai-se abordar o primeiro aspecto, em seguida, o grau de relevância da rede de competências existente e por fim, o trabalho conjunto entre actores, para além das fronteiras de cada empresa.

As decisões sobre a arquitectura de produto podem ser tomadas em vários pontos da rede e nas interacções entre actores. Os casos ilustram alguma variedade a este respeito e no grau em que a rede de competências existente é relevante para essas decisões.

O caso da família CP 660 difere dos outros no sentido em que houve uma definição inicial da arquitectura do produto (CP 660 R) por parte do cliente, antes do início do relacionamento com a Faramé. Essa definição inicial (arquitectura mais integral) foi sendo alterada ao longo do tempo (CP 660 U e S), com a Faramé a assumir o papel de liderar o processo acedendo a empresas específicas no sentido de alterar práticas (e.g. com a Quinaço) e promover uma reorganização na divisão do trabalho (e.g. com a Metagricorte). Este desenvolvimento residiu, em parte, na experiência obtida aquando da avaliação das competências necessárias para a produção da primeira arquitectura do produto (CP 660 R), face aos interfaces físicos previamente definidos entre os componentes/módulos.

De facto, ainda que as decisões relativamente à concepção da arquitectura do CP 660 R tenham sido tomadas sem envolver a Faramé, a variedade ao nível das competências necessárias para a produção permitiu identificar diferentes tipos de interfaces nos relacionamentos entre actores (e.g. específicos com a Quinaço e a Metagricorte e estandardizados com o fornecedor das rodas). A dinâmica gerada à volta da arquitectura inicial, através do confronto de perspectivas, interesses e competências no âmbito dos relacionamentos existentes (e.g. com a Quinaço, a Nemetál e a Metalomatríz), possibilitou o desenvolvimento de novas competências na rede (e.g. com a Metagricorte, a Triefer e a Lisforja). Estas, na perspectiva da Faramé, foram essenciais para as novas configurações de produto que se seguiram (CP 660 U e S), um processo que envolveu a tomada de decisões no âmbito do trabalho conjunto entre actores em vários pontos da rede.

Com efeito, o desenvolvimento do CP 660 U levado a cabo pela Faramé com o cliente e alguns subcontratados, como a Quinaço e a Lisforja, conduziu à tomada de decisões através da interacção entre actores directamente e indirectamente relacionados e posicionados em diferentes pontos da rede de relacionamentos/competências. Por exemplo, a maior modularidade da arquitectura do CP 660 U levou à necessidade de execução, por parte de alguns dos actores directamente relacionados (e.g. Quinaço e Faramé), de uma estrutura de suporte do fundo em chapa quinada, que obrigou à utilização de ferramentas específicas, executadas por outros actores especialistas indirectamente relacionados (e.g. Metalomatríz) e à execução de várias versões que tiveram de ser testadas e sujeitas à aprovação do cliente. O trabalho conjunto dos actores intervenientes (Faramé, Quinaço, Metalomatríz e SRTP), conduziu por vezes à necessidade de tomada de decisões individuais sobre actividades específicas, que

envolveram/afectaram os outros intervenientes no processo e exigiram a aprovação conjunta das soluções encontradas.

Também a nova lança do CP 660 U envolveu o trabalho conjunto entre a Faramé, a Quinaço, a Lisforja e o SRTP. A utilização de um olhal em aço forjado (fornecido pela Lisforja) para substituir o conjunto de componentes até então utilizados, conduziu à necessidade de alterações nos outros componentes em chapa e tubo do módulo da lança (fornecidos pela Quinaço), obrigando ao fabrico e ensaio de vários protótipos e à sua aprovação final pelo cliente. Esta interacção sustentada pelos relacionamentos que foram sendo estabelecidos, permitiu conciliar os interesses por vezes conflituosos, entre as funções pretendidas pelo cliente para os módulos do produto e a possibilidade da sua concretização através das competências dos actores intervenientes no processo.

A necessidade de algum trabalho conjunto de equipas de várias empresas e reutilizações de aprendizagens nas decisões sobre modularidade, também está presente nos outros casos. Ao considerar-se que cada um dos fornecedores (e.g. Triefe e Lisforja) trabalha para diversos clientes e o produto como uma “*network entity*”, tornou-se particularmente evidente, além da necessidade de coordenação entre as actividades de uma variedade de empresas, a ocorrência de processos de reutilização de aprendizagens nos vários relacionamentos. Basta notar que o acesso a fornecedores de componentes estandardizados dentro de uma família de produto (e.g. contentores SLI 760/1200) permitiu tirar partido de economias de escala e, tal como ilustrado no caso dos contentores Renault e PSA, a existência de interfaces estandardizados entre os diferentes componentes/módulos (e.g. componentes do módulo dos cantos) contribuiu para reduzir as necessidades de coordenação e trabalho conjunto futuro entre as empresas fornecedoras/subcontratadas. Mas estas necessidades mantiveram-se, ainda que em diferentes graus, no âmbito dos relacionamentos entre o cliente e cada um dos

seus fornecedores, na medida em que a aprendizagem conseguida a partir de outros relacionamentos com clientes e fornecedores (e.g. os contentores 088; 089 e 0113 para a PSA, *versus* os contentores SLI 760/1200 para a Renault) foi relevante para a tomada de decisões sobre a arquitectura de produto e actuações visando melhorias ao nível do sistema de produção (e.g. na utilização de equipamentos de produção) e ao nível relacional (e.g. rotinas e métodos de trabalho).

Com efeito, aquando do desenvolvimento do contentor PSA 0113 e no que se refere especificamente ao módulo dos cantos, foi necessária a interacção entre a Farama, a PSA e os subcontratados intervenientes no processo (Eurocunhos, Metalomatriz e Triefe) para se produzirem componentes que, após soldados em conjunto, permitissem a obtenção do módulo do canto com as características pretendidas. Este trabalho conjunto entre actores, beneficiou da experiência já adquirida com a produção do módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200 e da rede de competências existente e conduziu à tomada de decisões em conjunto pelos vários actores posicionados em diferentes pontos da rede de relacionamentos/competências. Também a decisão do cliente relativamente ao requisito da utilização de uma placa de madeira específica no fundo do contentor, levou à necessidade de interacção da Farama com fornecedores de madeira, à definição das características desta e ao trabalho conjunto com fornecedores de equipamento para a fixação da placa de madeira aos tubos de aço da base do contentor. A tomada de decisões sobre as características deste componente específico e da sua fixação, envolveu os vários actores da rede de competências que participaram no processo e incluiu o próprio cliente.

Constata-se portanto dos casos que, aquando da tomada de decisões sobre a arquitectura do produto, os actores levaram em consideração a possibilidade de utilizarem os seus relacionamentos existentes com fornecedores de



componentes/módulos estandardizados no seio da família de produto. Trata-se afinal de benefícios da modularidade aqui visíveis na reutilização das competências desses fornecedores, permitido assim perspectivar os produtos como “*network entities*” (Dubois e Pedersen, 2002). Verifica-se assim, que as decisões sobre a arquitectura de produto/modularidade podem ser tomadas em vários pontos da rede e nas interacções entre actores.

As decisões sobre a arquitectura do produto em termos do grau de modularidade/integralidade parecem ser fortemente condicionadas pelo percurso passado de cada empresa, em particular as competências e recursos que foi construindo ao longo do tempo e pela rede de relacionamentos em que está inserida. Estas decisões envolveram frequentemente considerações sobre as competências da rede de relacionamentos existente.

Todos os casos são particularmente reveladores desta situação. No caso da família CP 660, as competências existentes na rede de relacionamentos, construídas ao longo do tempo, permitiram a evolução da arquitectura do produto no sentido de uma maior ou menor modularidade e possibilitaram a tomada de várias decisões. Como se viu, para tratar com a produção do CP 660 R, em virtude de não dispor de competências internas, a Farame teve de promover o desenvolvimento de competências nalguns dos seus fornecedores (e.g. a Quinaço), desenvolvendo mesmo relacionamentos novos com outros (e.g. a FAQ). Assim, apesar da arquitectura do produto ser quase-integral, a Farame teve de assumir um papel de coordenação da rede de fornecedores entretanto constituída.

As competências a que foi acedendo e construindo ao longo do tempo e a rede de relacionamentos em que se inseriu, vieram revelar-se particularmente importantes e

úteis quando da tomada de decisões sobre o grau de modularidade das arquitecturas seguintes (CP 660 U e S). O caso revela como a decomposição de uma arquitectura de produto em componentes/módulos está interrelacionada com a organização da rede de aprovisionamentos e com o percurso passado das empresas, envolvendo frequentemente considerações sobre as competências da rede de relacionamentos existente (ver a Tabela 9: 136). Em virtude dos vários actores estarem inseridos numa rede de relacionamentos conectados, onde houve produção e difusão de conhecimento ao longo do tempo, ocorreram influências mútuas entre esta rede e as arquitecturas de produto/modularidade, com repercussões na organização da rede de aprovisionamentos (ver as Figuras 7: 121; 13: 129; 14: 130 e 16: 132).

No caso da família dos contentores Renault SLI 760/1200, observa-se que as competências e o conhecimento adquiridos pelos actores na rede de relacionamentos ao longo do tempo (e.g. no que se refere ao módulo dos cantos), assim como os investimentos em sistemas de produção entretanto realizados (e.g. robots de soldadura), possibilitaram e influenciaram a tomada de decisões relativamente ao grau de modularidade/integralidade das arquitecturas de novos produtos (numa perspectiva de produção) para a PSA (e.g. o contentor 0113). Em determinado momento, a ausência de competências nos fornecedores para produzirem as bases dos contentores tornou mesmo necessário o treino de um deles (Metagricorte), no sentido de poder produzir esses módulos de acordo com as especificações do cliente. Ao permitirem reconfigurar e portanto influenciar as interdependências técnicas ao nível da arquitectura de produto e as organizacionais ao nível da rede de aprovisionamentos, os relacionamentos entre os vários actores envolvidos (ver as Figuras 29: 185 e 30: 186) facilitaram o acesso a competências distribuídas, definindo assim direcções para a tomada de decisões,

nomeadamente no sentido da maior ou menor modularidade/integralidade das novas arquitecturas de produto.

No caso dos contentores para vinhos, constata-se que as decisões sobre as novas configurações de produto no sentido de uma maior ou menor modularidade, foram influenciadas pelo trabalho em conjunto, ao longo do tempo, com um subcontratado (a Somecar). Este relacionamento propiciou a geração e difusão de conhecimento através de interfaces organizacionais que foram sendo estabelecidos ao longo do tempo, também com clientes e acabou por propiciar a inovação do produto no sentido de uma maior modularidade (no uso). Deve notar-se que a concretização da colaboração com fornecedores numa primeira fase e com clientes e unidades organizacionais internas numa fase seguinte, conduziu, em períodos posteriores, à necessidade de se efectuarem vários ajustamentos tanto ao nível do produto como ao nível organizacional.

Já no caso do semi-reboque e caixa basculante, não houve uma participação tão activa de fornecedores e/ou clientes. Ainda assim, as decisões sobre a arquitectura do produto que conduziram à alteração da matéria prima da caixa basculante, envolveram o fornecedor (a Thyssen) e foram fortemente condicionadas pelo percurso passado comum de ambas as empresas, em particular as competências que foram construindo ao longo do tempo. O processo de redefinição da arquitectura foi conduzido sobretudo dentro da empresa, assim como as mudanças nos sistemas de produção. As alterações ou adaptações nos processos de outras empresas ou as necessidades de trabalho conjunto com elas foram consideradas marginais. Com efeito, neste caso, a estrutura de fornecedores e subcontratados (ver a Figura 56: 233) e os relacionamentos com estes (ver a Figura 57: 234), não foram substancialmente alterados com as mudanças na arquitectura de produto. Isto significa que, de algum modo, a rede de relacionamentos e

as competências existentes acomodaram essas mudanças, incluindo o facto de não conduzirem a alterações na divisão do trabalho entre empresas.

Do exposto, pode concluir-se que o facto das decisões sobre a arquitectura do produto terem envolvido considerações sobre as competências da rede de relacionamentos existente, com intensidade de participação variável entre actores ao longo do tempo, conduz a que não se deva desprezar na análise o confronto de competências no âmbito dos relacionamentos parcialmente específicos às contrapartes. Ou seja, como referido acima, decisões relativamente a novos desenvolvimentos ao nível do produto assentaram em grande medida na intenção de reutilizar não apenas a infra-estrutura de produção existente, mas também experiências e competências desenvolvidas com produtos anteriores (no passado). Na medida em que estas se encontravam distribuídas por várias empresas, esse processo de desenvolvimento ao nível do produto requereu a mobilização dessas competências através de relacionamentos específicos e não face a um mercado constituído por empresas anónimas e totalmente autónomas.

As decisões sobre a arquitectura de produto podem ser condicionadas não apenas pelas tecnologias a que a empresa pode aceder, mas também pela disponibilidade dos fornecedores em efectuarem adaptações específicas às tecnologias necessárias face à arquitectura de produto que se pretende implementar, através do trabalho conjunto entre as partes envolvidas. Nalguns casos, o processo de combinar e desenvolver competências complementares pode envolver apenas um fornecedor e um cliente e noutros casos podem ter de ser envolvidas várias empresas.

Por exemplo, alguns dos equipamentos usados na produção de componentes/módulos tiveram que ser desenvolvidos e/ou adaptados para esse fim

específico através de trabalho conjunto entre o fornecedor e o cliente. De facto, no caso da soldadura eléctrica por resistência dos painéis dos contentores SLI 760/1200, o fornecedor desse equipamento, a empresa alemã Ideal, definiu em conjunto com os técnicos da Farame as especificações para o equipamento, combinando diferentes competências, conhecimento e experiências. Nenhuma das duas empresas (Ideal e Farame) isoladamente, teria sido capaz de desenvolver só por si o equipamento. Por outro lado, as decisões sobre as arquitecturas de produtos que se seguiram (e.g. os painéis do contentor PSA 0113), acabaram por ser condicionadas pelas adaptações das tecnologias realizadas neste equipamento específico utilizado na soldadura dos painéis dos contentores.

Situação similar ocorreu também ao nível das ferramentas necessárias para a produção dos componentes constituintes do módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200. Assim, quando se constatou que a necessidade de alterações nos cantos das bases dos contentores não podia ser levada a cabo devido a dependências com ferramentas específicas, tiveram de ser encontradas soluções alternativas ao nível das tecnologias utilizadas pelas duas empresas envolvidas (Apal e Farame), através de um interface relacional interactivo. No âmbito deste relacionamento, as decisões sobre a arquitectura do produto envolveram a consideração de vários compromissos entre componentes (incluindo a selecção da matéria prima) e entre estes e as competências tecnológicas utilizadas no seio das respectivas empresas.

Assim, em vez de empresas independentes entre si no que respeita a decisões sobre a arquitectura de produto, os casos sugerem que essas decisões podem envolver, além da avaliação das tecnologias existentes numa empresa, a avaliação daquelas a que pode aceder através da interacção com outras. Nalguns casos, podem ser necessárias

adaptações ao nível das tecnologias e o desenvolvimento, por essa via, de complementaridades e interdependências entre as competências detidas pelas empresas.

No que respeita à questão II, a análise assumiu como preocupação a identificação de decisões sobre a arquitectura do produto/modularidade (e a avaliação do seu impacte potencial), reconhecendo que estas resultam de processos de interacção com fornecedores e/ou clientes. Ainda que nenhum dos produtos seja totalmente modular, verifica-se contudo que as decisões referidas afectaram o seu grau de modularidade (e.g. ver a Tabela 9: 136).

Os casos estudados ilustram que o desenvolvimento do produto e as decisões relativas à definição da sua arquitectura ou que a afectam, no sentido de uma maior ou menor modularidade, podem surgir através de um processo altamente interactivo, sendo a arquitectura influenciada pelas competências dos actores e influenciando-as ao mesmo tempo. Através dos relacionamentos, são confrontadas, adaptadas e combinadas diferentes competências das empresas e quando algumas condições mudam, são necessárias novas adaptações e combinações de competências no seio e entre os relacionamentos. Na medida em que as competências se encontram distribuídas por várias empresas, a definição da arquitectura do produto, mais ou menos integral ou modular, requer a mobilização dessas competências através de relacionamentos específicos e não de um mercado formado por empresas totalmente autónomas e anónimas.

### III) Efeito da conectividade dos relacionamentos

Na resposta a esta questão, destaca-se a dependência do percurso e a sua influência na inter-relação entre arquitectura de produto e organização e o reforço da sua importância face à necessidade de conhecimento específico da contraparte, permitindo

notar que nem sempre os interfaces do produto se traduzem em interfaces similares ao nível organizacional. Vai-se abordar inicialmente o primeiro tópico, destacando-se a seguir a necessidade do conhecimento sobre as competências dos fornecedores, notando-se, posteriormente, que nem sempre os interfaces do produto se reflectem directamente nos interfaces organizacionais.

A dependência de percurso, associada aos investimentos realizados pelas empresas ao longo do tempo, em infra-estruturas de produção, equipamentos, competências e relacionamentos, pode influenciar a inter-relação entre a arquitectura de produto/modularidade e a estabilidade/mudança da organização da rede de aprovisionamentos.

Relativamente a este aspecto, os casos fornecem várias ilustrações. Por exemplo, o caso da família CP 660 revela que quando do fabrico do CP 660 R, a empresa não detinha todas as competências directas requeridas para a produção do produto. Teve portanto de utilizar e desenvolver relacionamentos na sua rede de fornecedores /subcontratados (e.g. Quinaço, com quem já trabalhara em contentores para a Renault), com vista a aceder e nalguns casos influenciar, as suas competências. Mais tarde, quando o projecto do CP 660 U se iniciou, existiam já vários relacionamentos de natureza diferente que tinham começado há algum tempo (com o CP 660 R) e que podiam ser utilizados, i.e. havia uma estrutura já formada de relacionamentos. Ao mesmo tempo, foram sendo estabelecidos vários outros novos para o fornecimento de componentes/módulos (e.g. olhal forjado da lança) ou realização de actividades específicas (e.g. corte e quinagem de chapa para o fundo). Nalguns casos, esses novos relacionamentos permitiram a complementaridade de competências existentes (e.g. zincagem na FAQ) assegurando estabilidade na organização e noutros, foram

conflituosos com a estrutura de relacionamentos já estabelecida conduzindo a mudanças na organização da rede de aprovisionamentos (e.g. o relacionamento com a Quinaço *versus* os relacionamentos com pequenos subcontratados, que acabaram por se desvanecer com o tempo). Os investimentos entretanto realizados em equipamentos, competências e relacionamentos, foram posteriormente utilizados no desenvolvimento do CP 660 S, permitindo preservar alguma estabilidade na organização da rede de aprovisionamentos (ver as Figuras 14: 130 e 16: 132), apesar da arquitectura mais integral desta configuração do produto.

Também o caso dos contentores Renault e PSA revela que os actores envolvidos nos relacionamentos para a produção dos contentores PSA (088/089/0113) já tinham trabalhado em conjunto antes, durante algum tempo, para a produção dos contentores para a Renault (SLI 760/1200). Isto significa que ainda que o desenvolvimento e a produção dos produtos referidos (PSA 088/089/0113) tenham sido novos no seio dos relacionamentos então existentes, havia já alguma experiência de colaboração em arquitecturas de produto similares que pôde ser reutilizada no novo projecto. Assim, a organização da rede de aprovisionamentos manteve-se estável neste processo (ver as Figuras 29: 185 e 30: 186), que envolveu arquitecturas de produto/modularidade idênticas (ver a Figura 27: 183).

No caso da família dos contentores de vinho, a arquitectura do produto e a sua consequente evolução no sentido da modularidade no uso (ver as Figuras 35: 202; 39: 205; 40: 207 e 44: 210) resultaram da interacção ao longo do tempo da empresa focal com fornecedores e clientes. A evolução da arquitectura do produto no sentido de uma maior modularidade e o conhecimento adquirido, foram fortemente dependentes do percurso percorrido e dos relacionamentos estabelecidos, que permitiram reconfigurar, ao longo do tempo, as interdependências entre a arquitectura do produto/modularidade e



a organização da rede de aprovisionamentos. A evolução da arquitectura do produto no sentido de uma maior modularidade (na utilização) conduziu a mudanças na organização da rede de aprovisionamentos, neste caso, no sentido de uma maior integração das actividades de produção no seio da empresa focal.

Já no que se refere ao caso do semi-reboque e caixa basculante, existe uma maior estabilidade relativamente aos outros casos, quer no que respeita à arquitectura de produto (ver as Figuras 49: 225 e 51: 227), apesar da evolução dos vários modelos da caixa basculante, quer no que se refere à estrutura dos relacionamentos da empresa com os fornecedores ao longo do tempo (ver a Figura 56: 233). Com efeito, a natureza dos vários interfaces estabelecidos com os diferentes fornecedores não foi significativamente alterada ao longo do tempo. Em particular, no caso da família CP 660, foi possível identificar uma dinâmica mais forte nos interfaces dos relacionamentos entre actores, em parte associada à variedade de competências na rede de fornecedores a que a Farama teve de aceder ao longo do tempo e em parte a alterações no sentido de uma maior ou menor modularidade da arquitectura.

O alinhamento das estratégias de produto e das redes de aprovisionamento, afigura-se ser dependente do percurso resultante dos investimentos realizados ao longo do tempo, em meios de produção, competências e relacionamentos. Com efeito, os casos revelam a existência de uma estrutura prévia de investimentos, quer ao nível dos sistemas de produção (equipamentos), quer ao nível das competências directas e indirectas (relacionamentos). Esta similaridade entre todos os casos, não nos deve fazer esquecer ou menosprezar os processos de desenvolvimento (mudança e estabilidade) que são parcialmente únicos a cada caso, em termos da natureza que esses relacionamentos tomam (interfaces mais interactivos ou estandardizados) e da conectividade a esse nível (e.g. propagação de efeitos envolvendo mais do que um

relacionamento e processos de combinação e difusão de conhecimento tácito ou codificado associados a relacionamentos específicos).

O conhecimento sobre as competências dos fornecedores (conhecimento específico da contraparte), reforça a importância da dependência do percurso ao longo do tempo na inter-relação entre arquitectura de produto e organização.

Há dois casos particularmente reveladores desta situação. Por exemplo, no caso da família CP 660, a fase de desenvolvimento do produto e definição da sua arquitectura envolveu contributos de várias empresas. Este trabalho em conjunto, requerido para desenvolver e/ou fabricar um componente/módulo específico, implicou de cada empresa investimentos nos relacionamentos traduzidos na necessidade de desenvolverem o seu conhecimento acerca das competências da contraparte. Este capital pôde ser utilizado também no desenvolvimento e/ou fabricação de produtos futuros (e.g. família do CP 660 *versus* família dos contentores Renault e PSA).

Estes investimentos no desenvolvimento dos produtos e na definição das suas arquitecturas (e.g. CP 660 U e CP 660 S), influenciaram naturalmente os relacionamentos entre actores (e.g. entre a Faram e a Quinaço) e, eventualmente, propagaram-se a outros relacionamentos. O caso da família CP 660 ilustra como mudanças num relacionamento específico podem ter consequências na utilização de investimentos previamente feitos noutros relacionamentos (e.g. ruptura do relacionamento com a Quinaço e reinício de outro com a Metagricorte), reforçando a importância da dependência do percurso na inter-relação entre arquitectura do produto e organização.

No caso dos contentores Renault e PSA, podemos incluir na natureza dos relacionamentos a emergência de rotinas e vínculos pessoais. Por exemplo, muitos dos

fornecedores/subcontratados produziram componentes/módulos, primeiro para os contentores Renault durante vários anos e posteriormente para os contentores PSA, pelo que foram sendo estabelecidas rotinas, nomeadamente para a embalagem/acondicionamento e transporte de componentes/módulos. Deve notar-se que a existência destas rotinas exigiu, da Faram, a geração de conhecimento prévio sobre a competência técnica desses fornecedores/subcontratados, incluindo a capacidade dos equipamentos utilizados, níveis de qualidade e disponibilidade. Ao longo dos anos, desenvolveram-se também vínculos pessoais entre indivíduos da empresa focal e dos respectivos fornecedores/subcontratados (conhecem-se bem uns aos outros), que facilitaram posteriormente a definição da arquitectura dos contentores PSA, em virtude do conhecimento específico da contraparte entretanto adquirido (e.g. com a Metalomatriz).

Ou seja, como referido acima, nalgumas situações (e.g. compra de componentes simples e standardizados) é aceitável um nível mínimo de conhecimento sobre as competências dos fornecedores, manifesto na presença de interfaces standardizados. Mas noutras situações (e.g. aquisição/adaptação de um componente ou actuações direccionadas para a organização de sequências de actividades), podem ocorrer mudanças, por vezes temporárias, no tipo de interface e portanto na estratégia de aprovisionamento, envolvendo um maior conhecimento da empresa focal sobre o contexto e competências das contrapartes. Este capital desenvolvido ao longo do tempo e parcialmente específico a cada contraparte, constituiu, nos casos analisados, um factor importante na inter-relação entre arquitectura de produto e organização, ao condicionar as possibilidades de estabilidade e mudança em ambos os níveis.

Nem sempre os interfaces do produto correspondem a interfaces similares ao nível dos relacionamentos.

De facto, por exemplo no caso da família CP 660, as adaptações de um componente (e.g. olhal forjado da lança do CP 660 U) influenciaram vários relacionamentos, na medida em que a realização daquelas adaptações se traduziram na necessidade de acesso e utilização de competências de outras empresas. Neste caso, o arranque da produção do CP 660 R, em particular a construção soldada do conjunto do corpo (e.g. malhas fornecidas pela Farama que eram soldadas na Quinaço à estrutura do corpo do carro-contentor) envolveu uma forte participação da Quinaço. Ao mesmo tempo, a Farama acedeu e influenciou (investiu e formou) as competências da FAQ necessárias para a zincagem do conjunto do corpo do carro-contentor que esta recebia da Quinaço, sendo este conjunto de relacionamentos por sua vez influenciado pela qualidade do estado da superfície dos materiais empregues (obtidos dos fornecedores de matéria prima) na construção dos módulos do produto. À medida que as competências das várias empresas foram confrontadas, adaptadas e combinadas, também as interdependências entre esses relacionamentos foram sendo alteradas (ver a Figura 17: 156). Assim, apesar da existência de interfaces estandardizados entre os componentes/módulos do produto, foi muitas vezes necessário estabelecer interfaces interactivos ao nível dos relacionamentos entre actores, para lidar com situações, por vezes imprevistas, que surgiram.

A conectividade entre relacionamentos é também ilustrada no caso dos contentores Renault e PSA. Neste caso, ocorreram por vezes alterações na concepção dos contentores que influenciaram os componentes/módulos desenvolvidos no seio de outros relacionamentos (e.g. componentes do módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200). Constata-se ainda, que a modularidade na arquitectura do produto permitiu uma partição mais fácil dos componentes/módulos, através de interfaces

estandardizados, facilitando a definição das actividades objecto de subcontratação. A partilha de componentes entre vários modelos da família de produto, conduziu também a dependências com os meios de produção dos vários fornecedores/subcontratados, i.e. a uma eventual relação entre modularidade ao nível do produto e modularidade organizacional, através das actividades subcontratadas. Verificou-se contudo, que os interfaces das actividades são geralmente fluidos e permeáveis em vez de estandardizados e rígidos, como nos produtos.

Colocou-se por vezes a necessidade de utilizar componentes estandardizados, produzidos com ferramentas de custo elevado, numa gama alargada de produtos (e.g. os cantos e copelas produzidos pela Apal e utilizados nos contentores SLI 760/1200). Estes componentes foram considerados como um “dado adquirido”, dentro da família de produto, com o fim de permitir economias de escala. A procura deste benefício, traduz-se na presença de variedade na arquitectura de produto em termos do grau de estabilidade/mudança nos módulos e eventualmente, nos respectivos interfaces entre módulos (Ulrich, 1995). Decisões sobre a manutenção ou estabilização de certas soluções ao nível de módulos ou componentes e seus interfaces, traduziram de facto a intenção de reutilizar conhecimentos e experiências e processos subjacentes à sua concepção e produção. Mas, apesar dos interfaces físicos entre módulos ou componentes do produto se manterem estáveis, pode ocorrer uma dinâmica traduzida em alterações ao nível da natureza dos interfaces dos relacionamentos ao longo do tempo.

A este respeito, recorde-se, por exemplo, que no que se refere ao fornecimento dos componentes constituintes do módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200, o relacionamento entre a Faram e a Apal evoluiu ao longo do tempo no sentido de uma natureza mais interactiva do que o verificado com a Metalomatrix. Ainda que os

interfaces físicos entre componentes se tenham mantido estáveis, a maior complexidade dos sistemas de produção para o fabrico dos componentes fornecidos pela Apal e a sua maior dependência da especificidade da matéria prima, conduziu à necessidade de resolução de problemas técnicos que foram surgindo, levando à evolução do interface específico entre actores, para outro de natureza mais interactiva. A relação entre a tecnologia e a natureza dos relacionamentos entre actores revelou-se pouco previsível, necessitando de ser compreendida através do efeito recíproco dos interfaces técnicos e organizacionais ao nível da rede de relacionamentos conectados.

Já o caso do semi-reboque e caixa basculante revela, por outro lado, que na utilização de uma nova matéria prima num dos componentes (e.g. matéria prima da caixa basculante do semi-reboque) e apesar do interface ao nível do produto não se ter alterado, houve necessidade de trabalho conjunto com o fornecedor desse material e uma empresa de projecto. A manutenção dos interfaces claramente definidos entre os componentes/módulos da arquitectura do produto, também contribuiu para manter ou mesmo reduzir as interdependências entre os diferentes relacionamentos. Nesta situação, poder-se-á de certo modo dizer que os interfaces estandardizados entre os componentes/módulos físicos, facilitaram o estabelecimento dos interfaces organizacionais de natureza similar entre os actores (cf. Araujo *et al.*, 1999). Apesar disto, no caso apresentado, foram utilizados pela empresa focal vários relacionamentos com interfaces de natureza diferente para o desenvolvimento e/ou produção dos módulos dos produtos, mesmo quando estes apresentavam interfaces estandardizados entre si.

A análise anterior sugere que os interfaces do produto não se reflectiram directamente nos interfaces organizacionais (cf. Araujo *et al.*, 2003 b). A arquitectura de produto/modularidade (e.g. módulo dos cantos dos contentores Renault) foi solicitadora

de relacionamentos de natureza diferente entre empresas, para permitir a partição do produto e facilitar a interacção do conhecimento arquitectural e do relativo ao componente, apelando nalguns casos por interfaces organizacionais mais interactivos e fortes que noutros (cf. Brusoni e Prencipe, 2001). Ocorreu mesmo, nalguns casos, uma dinâmica, i.e. alterações na arquitectura da organização e seus interfaces ao longo do tempo, apesar da arquitectura dos produtos se ter mantido estável.

Constata-se assim, que a dinâmica da rede de relacionamentos e as interdependências específicas entre estes, incluindo ligações entre actividades e entre recursos, podem influenciar e ser influenciadas pela arquitectura do produto. A dependência do percurso face a investimentos realizados ao longo do tempo em infra-estruturas de produção, equipamentos, competências e relacionamentos, assume assim particular importância neste contexto de influências. Esta importância é enfatizada pela natureza dos relacionamentos que envolvem geralmente o desenvolvimento de conhecimento específico da contraparte, mesmo nas situações mais simples de aquisição de componentes estandardizados.

Esta variedade ao nível dos interfaces entre actores, reflecte parcialmente a mudança ou estabilidade na arquitectura do produto, mas também constitui um recurso para enquadrar que componentes e/ou interfaces devem ser retidos ou estabilizados e quais mudar ao longo do tempo. Neste sentido, pode afirmar-se que a análise dos casos sugere a importância da dependência do percurso na inter-relação entre modularidade e organização, permitindo também notar que nem sempre os interfaces do produto correspondem a interfaces similares ao nível organizacional.

IV) A permeabilidade potencia o tratamento de interdependências complexas

Na resposta a esta questão, sublinha-se a relevância dos componentes e/ou regras da indústria considerados *standards* não apenas porque influenciam o espaço de decisão sobre a modularidade do produto, como porque permitem destacar a importância da permeabilidade das fronteiras organizacionais no tratamento de problemas complexos. Inicialmente vai-se abordar o primeiro aspecto e em seguida, o tópico da permeabilidade das fronteiras organizacionais.

Como referido antes, alguns componentes e/ou regras da indústria são considerados como “dados”, ou internamente ou porque são *standards* na indústria. Assumem assim relevância para a divisão e coordenação do trabalho de concepção, que pode ser realizado através das fronteiras das unidades organizacionais.

Em todos os casos este aspecto foi particularmente relevante. Por exemplo, em qualquer das configurações do produto no caso da família CP 660, utilizaram-se componentes, como por exemplo a chapa de escorregamento ou as rodas do CP 660 U, que foram desenhados especificamente para a função pretendida. Mas nestes casos, a espessura da chapa de escorregamento e da chapa de aço dos suportes das rodas, ou mesmo o diâmetro destas, foram especificados com base em dimensões *standard* existentes na indústria. Ou seja, também no que respeita a estes componentes, existiram parâmetros de concepção visível que tiveram de ser respeitados porque fundamentaram-se em especificações/normas *standard* na indústria (não havendo outras). No entanto, deve notar-se, quer a chapa quer as rodas podem assumir configurações geométricas variadas.

Neste caso, deve recordar-se também que a arquitectura do CP 660 U dispõe de vários módulos móveis. Esta característica (um interface “espacial”, de acordo com



Sanchez, 1999), por poder originar interferências entre os componentes/módulos, levou a adoptar componentes (e.g. elementos de ligação *standard*) e regras considerados como “dados” e a especificar o “espaço” no qual esses componentes/módulos se podem mover. Contudo e como será referido mais à frente, quando da definição da arquitectura do produto, face a problemas inesperados que surgiram, houve por vezes necessidade de adaptar esses “dados”, num processo que envolveu várias unidades organizacionais.

Os interfaces standardizados estabelecidos inicialmente entre os actores, evoluíram posteriormente num sentido mais interactivo, traduzindo a necessidade de combinar conhecimento sobre os contextos respectivos e permitir desenvolver soluções para os problemas imprevistos que foram surgindo. Ocorreram, por exemplo, alterações na arquitectura da organização e na natureza dos interfaces entre actores, devido a alterações nos interfaces físicos “dados” de componentes (e.g. alteração dos furos da chapa de escorregamento do CP 660 R, de circulares para ovais). Estes desenvolvimentos e efeitos nos relacionamentos, foram diferenciados e parcialmente específicos a cada empresa e não a todos os fornecedores em geral.

O caso da família dos contentores Renault e PSA, revela que a arquitectura dos produtos permitiu estabelecer ligações com outros modelos da mesma família que partilham os mesmos componentes/módulos (e.g. cantos dos contentores SLI 760/1200), considerados como “dados” dentro da família de produto em causa. Assim, a partilha de componentes/módulos (“dados”) entre vários modelos da mesma família de produto, pode conduzir também a interdependências entre actividades e meios de produção utilizados no seu fabrico. Este conjunto complexo de interdependências teve que ser considerado quando da definição da arquitectura de produto, de forma a possibilitar uma utilização adequada das competências de produção e teve de ser tratado através da interacção entre actores. Configura-se assim a não sobreposição das

fronteiras do conhecimento com as fronteiras proprietárias das empresas, face à utilização de competências e conhecimento adquiridos por uma rede de relacionamentos em várias arquitecturas de produto similares, que por isso mesmo, permitiram a utilização ao longo do tempo de vários componentes e regras da indústria considerados como “dados”.

O caso dos contentores para garrafas de vinho, revela também que a modularização gradual do produto conduziu à adopção de componentes e regras da indústria considerados como “dados” e apelou por ligações mais interactivas e fortes entre actores, envolvendo clientes e fornecedores, não tendo conduzido contudo à adopção de uma organização modular ou à modularização da base de conhecimento da empresa. Este caso revela a importância da permeabilidade das fronteiras organizacionais, visível através da comunicação e da coordenação entre actores, que se assumiu como uma característica importante na concepção de soluções para problemas específicos (e.g. concepção do contentor de virar modular). É patente o modo como a interacção entre a arquitectura de produto e a concepção organizacional variou ao longo do tempo, devido à própria natureza dos interfaces organizacionais que possibilitaram a geração e a difusão do conhecimento.

Já o caso do semi-reboque e caixa basculante, revela claramente a relevância dos componentes e regras da indústria (regras de concepção visível) considerados como “dados”, para a divisão e coordenação do trabalho de concepção, realizado através das fronteiras organizacionais. Contudo, para a resolução de problemas nem sempre antecipados (e.g. ao nível dos interfaces entre os módulos/sistemas), foi necessário lidar com conhecimento muitas vezes não codificado, visível através do fluxo de informação e coordenação de actividades que atravessou as fronteiras das unidades organizacionais (ver a Figura 57: 234). Com efeito, o conhecimento não foi totalmente desenvolvido

internamente. De facto, antes de ter investido na aquisição de equipamento específico (e.g. quinadora CNC e unidade de corte de chapa por plasma), a empresa interagiu com uma empresa estrangeira com equipamento e conhecimento adequados para o fabrico da caixa basculante. Foi através da aprendizagem conjunta, da mobilização dos actores envolvidos e das influências mútuas possibilitadas por este relacionamento com outro actor externo, que a Galucho adquiriu o conhecimento que lhe permitiu realizar essas actividades internamente.

Noutras palavras, certas características dos componentes podem ser consideradas como “dados” enquanto outras podem ser modificadas. A inserção destes “dados” no produto pode conduzir a alterações noutros componentes com os quais se ligam. Por exemplo, a espessura “dada” da chapa de escorregamento do CP 660 U pode também implicar que certas características (e.g. a espessura e a matéria prima) dos componentes adjacentes soldados à chapa tenham também de ser considerados como “dados”. Por outro lado, as características específicas dos componentes e das próprias regras (de concepção visível) da indústria considerados como “dados”, assumem relevância para a divisão e coordenação das actividades de concepção e produção realizadas através das fronteiras organizacionais. Quer isto dizer, que existem interdependências entre características específicas dos componentes que se encontram ligados, qualquer que seja o tipo de interfaces, que podem influenciar a modularidade do produto, podendo requerer a troca de conhecimento entre actores dentro e entre empresas. Os relacionamentos manifestaram-se claramente como soluções não modulares de problemas imprevistos e assumiram-se como um mecanismo que permitiu reconfigurar as interdependências entre a arquitectura do produto e a rede de aprovisionamentos.

Constata-se que a permeabilidade nas fronteiras das unidades organizacionais (internas e externas à empresa) assume-se com importância acrescida, como forma de lidar com influências/interdependências complexas entre recursos/competências distribuídos por vários actores (dentro e fora da empresa).

Como vimos, de um modo geral os casos revelam que quando do desenvolvimento de novos produtos, os actores procuram utilizar componentes *standard* já em uso noutros, uma vez que através da utilização destes, os meios de produção e o conhecimento existente podem ser reutilizados. Assim, a utilização de componentes *standard* nas empresas, pode considerar-se como sendo uma adaptação da concepção do componente/módulo de uma determinada arquitectura de produto aos meios de produção existentes e também, em certa medida, à organização existente. Por exemplo, no caso da família CP 660, para além dos componentes mais ou menos *standard* utilizados nas várias configurações do produto produzidos nos equipamentos de produção disponíveis, foram também necessárias ferramentas de prensa e gabaritos de soldadura específicos, que requereram a necessidade de trabalho conjunto entre actores de diferentes empresas. Isto significa, que quando a arquitectura do produto está definida e estabilizada e as ferramentas concluídas, pode tornar-se dispendioso alterar a concepção dos componentes/módulos. Ou seja, as ferramentas e os gabaritos necessários para a execução das actividades, podem considerar-se recursos mais ou menos “fixos” em futuros desenvolvimentos de produto, não necessitando de trabalho conjunto adicional entre actores através das fronteiras das unidades organizacionais.

Contudo, os requisitos próprios do produto podem conduzir a que o desenvolvimento de componentes/módulos específicos obrigue a investimentos adicionais no sistema de produção, nomeadamente o desenvolvimento e produção de ferramentas específicas (e.g. as ferramentas para o anel forjado da lança do CP 660 U).

Nalguns casos, o desenvolvimento e produção destas ferramentas pode envolver a mobilização de empresas especializadas detentoras de tecnologias específicas (e.g. Apal) que as produzem para serem usadas pelos fornecedores desses componentes (e.g. Forjaço) que, por sua vez, os entregam posteriormente na Faramé. Também nestes casos, os interfaces relacionais entre as empresas envolvidas podem assumir uma natureza mais interactiva, pelo menos durante o processo de desenvolvimento e produção de ferramentas específicas.

Situação similar ocorreu no caso dos contentores Renault e PSA. Além da utilização de equipamentos standardizados (e.g. prensas), algumas ferramentas foram concebidas especificamente para a produção dos componentes em causa (e.g. copelas dos SLI 760/1200), envolvendo igualmente o trabalho conjunto entre equipas de cliente e de fornecedores. Um aspecto relevante na concepção destas ferramentas, prende-se com as suas interdependências com a prensa onde vão ser utilizadas. Por exemplo, características como a forma e a geometria do componente que vai ser produzido, dependem em parte das capacidades das prensas disponíveis, uma vez que a obtenção daquelas características está relacionada, entre outras coisas, com a força necessária e com as propriedades mecânicas da própria matéria prima.

Por sua vez, todos estes aspectos podem, até certo ponto, implicar restrições à concepção do componente, mesmo tendo em consideração que a utilização de equipamento de produção *standard* (e.g. prensas) providencia alguma flexibilidade uma vez que podem ser produzidos componentes diferentes (com ferramentas diferentes). Ainda assim, os requisitos específicos relacionados com a prensa e o material utilizado, necessitaram de ser considerados quando do desenvolvimento de componentes da arquitectura de produto e requereram a mobilização dos actores em processos de aprendizagem conjunta para lidar com a estabilidade ou mudança ao nível dos

componentes dessa arquitectura. Por exemplo, cada um dos componentes que constituem o módulo dos cantos dos contentores SLI 760/1200 (ver as Figuras 23: 172 e 24: 173), conduziu, função da sua maior ou menor complexidade de execução, a processos diferenciados de interacção e aprendizagem entre actores através de interfaces de natureza diferente. Dito de outro modo, a modularidade a este nível, requereu interfaces relacionais de tipos diferentes, para permitir a partição do produto e facilitar a interacção do conhecimento arquitectural e do relativo ao componente/módulo.

Já o caso do semi-reboque e caixa basculante, revela que os interfaces físicos entre componentes (numa perspectiva de arquitectura de produção) criaram interdependências entre diferentes equipamentos, influenciando a sequência das actividades de produção dos componentes individuais (e dos interfaces físicos entre eles). Por esta razão, as actividades de concepção de componentes e os respectivos interfaces, reflectiram as competências existentes no seio da empresa e na rede de aprovisionamentos. Embora a ocorrência de alguma mudança da tecnologia de produção não tenha provocado mudanças nas interdependências entre os componentes, originou contudo alterações na sequência das diferentes actividades de produção, assim como a eventual necessidade de algumas delas. Tal como noutros casos, estas interdependências foram tratadas através da mobilização dos actores envolvidos no processo, muitas vezes para além das fronteiras proprietárias das próprias unidades organizacionais.

Ainda no que respeita à Galucho, recorde-se que esta empresa subcontrata a concepção e o fabrico de alguns módulos (e.g. eixos) a outras empresas. Contudo, outras actividades, tais como o teste ou ensaio final, o controlo de qualidade e a substituição dos componentes/módulos, também são asseguradas pela empresa. Para o poder fazer, a Galucho desenvolveu e manteve competências específicas sobre os módulos, apesar de não os conceber ou produzir internamente. Há portanto actividades

que têm a ver com todo o produto ou sistema, não se sobrepondo exactamente o conhecimento desenvolvido e detido pela empresa, no âmbito dessas actividades, com as fronteiras físicas dos módulos (cf. Brusoni *et al.*, 2001; Brusoni e Prencipe, 2006).

Assim, a maior permeabilidade ao nível das fronteiras organizacionais, relativamente às fronteiras entre componentes físicos, pode ser um requisito para combinar conhecimentos e experiências dispersas por várias unidades organizacionais. Este aspecto é visível, quando os actores são confrontados com a necessidade de lidar com problemas inesperados nas actividades de concepção ou produção de produtos com arquitecturas estabilizadas, ou quando pretendem promover a alteração dessas arquitecturas. Este fenómeno foi particularmente evidente no caso da família CP 660 onde, face às mudanças nas configurações da arquitectura do produto, as empresas tiveram de lidar com vários problemas inesperados que surgiram na concepção e produção do produto; no da família dos contentores Renault e PSA, onde foi notória a reutilização das competências dos actores, combinando conhecimentos e experiências dispersas por várias unidades organizacionais; e no semi-reboque e caixa basculante, onde as várias configurações da arquitectura da caixa basculante influenciaram a estrutura de competências e modos de organização entre actores.

Ou seja, como se viu, a interacção entre a arquitectura do produto e a concepção organizacional pode variar ao longo do tempo, nomeadamente devido à natureza mais permeável dos interfaces organizacionais (cf. Kogut e Bowman, 1995) possibilitada pelos relacionamentos entre actores, sendo a predominância da influência de uma sobre a outra variável com o tempo. Existem portanto influências mútuas entre a arquitectura do produto e a concepção organizacional correspondente, fundamentada nas competências acedidas e desenvolvidas através de relacionamentos conectados.

Conforme referido, a permeabilidade conduz a uma dinâmica nos interfaces organizacionais não necessariamente em linha com a que ocorre ao nível dos módulos físicos. Isto decorre em parte, do facto dos relacionamentos permitirem lidar com influências/interdependências complexas entre competências distribuídas por vários actores (dentro e fora das fronteiras proprietárias da empresa). Esta dinâmica contribui para a co-evolução (diferente entre casos diferentes) entre as arquitecturas de produto e organizacional, podendo conduzir ao desenvolvimento de novos interfaces (físicos e/ou organizacionais), permitindo ultrapassar os constrangimentos face a investimentos tangíveis e intangíveis passados e configurando mecanismos de estabilidade e mudança ao longo do tempo.

Como se referiu antes, achou-se por bem percorrer algumas questões parciais antes de se voltar à questão mais geral. Estão agora reunidas as condições para se poder dar resposta a esta questão:

I) Relacionamentos na relação modularidade/organização

Uma vez que quando das decisões sobre a arquitectura do produto este é decomposto em componentes/módulos, há várias interdependências técnicas relacionadas com os componentes físicos assim como com as competências que podem ter de ser tratadas no seio dos relacionamentos entre actores. Os componentes/módulos objecto de subcontratação (se for o caso) podem ser adaptados e integrados numa estrutura de competências já existente (e.g. competências directas e indirectas dos fornecedores), mesmo mantendo a arquitectura e os interfaces do produto. Com efeito, relativamente a qualquer dos produtos estudados nos casos, a interacção e a coordenação entre as empresas parece ter sido crucial para se obter a integração entre a arquitectura de produto e a estrutura de produção/competências existente.



Na resposta a esta questão, focalizam-se as implicações da arquitectura do produto nas adaptações ou mudança das competências dos actores, assim como o resultado da interacção entre estes para a arquitectura do produto, constatando-se que as regras de decomposição dos produtos não são facilmente transferíveis para a organização das redes de aprovisionamento. Vai-se começar por abordar o primeiro aspecto, notando-se em seguida, que as regras de decomposição dos sistemas técnicos não são imediatamente transferíveis para a organização.

Alterações na arquitectura do produto podem implicar a necessidade de adaptações das competências dos vários actores envolvidos, podendo ser também o resultado da interacção estabelecida entre eles. Essas adaptações podem contudo conduzir a problemas/resistências mais ou menos inesperados entre os actores, devido a dificuldades de utilização de competências da estrutura existente.

Com efeito, por exemplo, relativamente ao caso da família do CP 660, constatou-se que para lidar com a produção do CP 660 R, a Farame viu-se obrigada a promover o desenvolvimento de competências nalguns dos seus fornecedores/subcontratados, num processo que envolveu o estabelecimento de interfaces mais interactivos ao nível dos relacionamentos. Para isso, foi necessário considerar a arquitectura do produto ao nível dos componentes/módulos e seus interfaces no seio dos relacionamentos, não de uma forma isolada, mas envolvendo outros fornecedores. No caso deste produto e apesar de ter uma arquitectura mais integral face à outra configuração que se seguiu, a distribuição da sua produção por vários fornecedores/subcontratados criou maiores exigências de coordenação da rede de aprovisionamentos por parte da Farame.

Os investimentos realizados nos relacionamentos (e.g. com a Quinaço) facilitaram a adaptação de competências de cada empresa e traduziram-se numa maior dependência

entre as partes. Posteriormente, esta experiência com o CP 660 R veio revelar-se importante para a inovação da arquitectura (ou módulos) nos modelos seguintes, i.e. no CP 660 U e no CP 660 S. As ligações entre actores que conduziram inicialmente (CP 660 R) ao estabelecimento de competências directas e indirectas, propiciaram a reprodução e transformação posteriormente dessas competências, permitindo assim influenciar as decisões sobre as arquitecturas das novas configurações de produto (CP 660 U e S). Com efeito, quando a Farama desenvolveu com o cliente (SRTP) os CP 660 U e S, teve necessidade de considerar não apenas os interfaces físicos entre os componentes/módulos, mas também o tipo e a distribuição de competências na sua rede de aprovisionamentos, o que acabou por conduzir a diferentes tipos de interfaces no relacionamento com fornecedores. As decisões sobre a arquitectura do produto/modularidade, acabaram assim por ser tomadas em vários pontos da rede e nas interacções entre actores.

Apesar da maior modularidade do CP 660 U, o que poderia conduzir a uma maior subcontratação (tal como sugerido por alguns autores), a Farama teve de integrar algumas das actividades mais críticas da produção, reduzindo as interdependências com outros actores. De facto, a empresa internalizou a produção e fez investimentos nesse sentido, sempre que não encontrou competências adequadas no exterior. Mais tarde, a empresa acabou por subcontratar apenas a produção de componentes/módulos do CP 660 U que requeriam tecnologias específicas consideradas não nucleares, restringindo-se às actividades de integração dos componentes/módulos. O conhecimento entretanto adquirido e a especificação mais clara dos interfaces físicos e organizacionais, permitiu estabilizar as interdependências já criadas com alguns actores (resposta não modular através da sua mobilização).

No seio dos relacionamentos, a Faramé acabou por desenvolver conhecimento específico às contrapartes, rotinas de trabalho e vínculos com os actores envolvidos. Deste modo, pode afirmar-se que as interdependências entre os componentes/módulos dos produtos, manifestadas quando da tomada de decisões sobre as suas arquitecturas, foram parcialmente tratadas no seio dos vários relacionamentos conectados. Assim, o modo como esses relacionamentos foram utilizados para lidar com interdependências ao nível dos módulos físicos, esteve intimamente associado com os investimentos que foram sendo feitos nos relacionamentos, assim como com as competências desenvolvidas no seu seio. Por outro lado, constata-se do caso, que ligações fracas nos módulos conduziram a relacionamentos da Faramé fracos (afastados) com alguns actores (e.g. fornecedor de rodas), mas a necessidade de deter conhecimento para a coordenação e integração dos módulos exigiu relacionamentos mais próximos e interdependências mais fortes com outros (e.g. Quinaço), tendo conduzido por vezes à necessidade de ajustamentos nos interfaces relacionais.

Já o caso dos contentores Renault e PSA, revela que as competências que a Faramé adquiriu no fabrico dos contentores Renault permitiu-lhe avançar para o desenvolvimento e produção dos contentores PSA, utilizando praticamente a mesma rede de aprovisionamentos, em termos da sua composição e natureza dos relacionamentos. O facto das arquitecturas das famílias dos produtos serem similares, veio facilitar a utilização do conhecimento entretanto adquirido e das mesmas competências. Assim, ainda que algumas características novas de alguns componentes precisassem de ser tratadas no âmbito de novos relacionamentos, em virtude das interdependências criadas, verificou-se que grande parte das outras continuaram a ser tratadas no seio de relacionamentos já existentes.

Em contraste com o anterior, no caso dos contentores de virar para garrafas de vinho, a concepção inicial de uma solução não modular envolveu uma grande dependência inicial da Farama das competências da Somecar. Posteriormente, a evolução da arquitectura do contentor de virar para uma maior modularidade, envolveu não apenas a reutilização de conhecimento adquirido com o desenvolvimento e produção do primeiro contentor, mas também a internalização da sua produção, reduzindo desse modo também a necessidade de interacção com outros actores da rede de aprovisionamentos.

Relativamente ao caso do semi-reboque e caixa basculante, cuja modularidade/integralidade da arquitectura do produto manteve-se estacionária, constata-se que mesmo alterações menores de um componente/módulo específico podem requerer o trabalho conjunto de vários actores e relacionamentos de natureza diferente. De facto, adaptações de algumas características de componentes (e.g. alteração da matéria prima da caixa basculante) influenciaram várias interdependências tanto ao nível do produto e processos como ao nível dos relacionamentos, tendo conduzido nalgumas situações a ajustamentos nos interfaces relacionais e que incluíram, para além dos fornecedores, também os clientes.

Constata-se assim, que a definição e evolução da arquitectura do produto pode envolver necessidades de adaptações das competências dos vários actores envolvidos e ajustamentos nos interfaces relacionais, podendo também, por outro lado, a arquitectura reflectir o trabalho conjunto anterior realizado entre eles.

As regras que se aplicam à decomposição dos sistemas técnicos, não são imediatamente transferíveis para o domínio organizacional. Aqui, quando se fala em regras de decomposição de sistemas técnicos, numa perspectiva de modularidade,

pretende-se dizer que assentam no princípio geral de se procurar conter dentro de cada módulo todas as interdependências fortes. Contudo, nem sempre isso é possível ou desejável em sistemas organizacionais; considere-se, por exemplo, o caso CP 660 referido no âmbito da questão III.

Da análise do caso da família CP 660, constata-se que as empresas podem necessitar de saber mais do que fazem e que os interfaces ou fronteiras organizacionais têm uma permeabilidade à troca de conhecimento que os sistemas físicos não têm. Com efeito, a sobreposição das fronteiras do conhecimento com as correspondentes das contrapartes através de interfaces interactivos, permitiu à Farama a oportunidade de desenvolver novo conhecimento. De facto, a empresa deslocou-se ao longo do tempo, da dependência de conhecimento para a dependência de capacidade (ver as Tabelas 11: 149 e 12: 150), o que sugere a não coincidência da divisão do trabalho com a divisão do conhecimento. Observa-se também, que a relação entre a evolução da arquitectura do produto (CP 660 R, U e S) no sentido de uma maior ou menor modularidade/integralidade e a divisão do trabalho na rede, afectou e foi afectada por uma variedade de aspectos técnicos, económicos e organizacionais. A troca de conhecimento (codificado ou não), assim como a coordenação entre actores, assumiram-se como características importantes, configurando uma resposta não modular na mobilização de actores com competências complementares e dissemelhantes. Isto sugere que a interacção entre as arquitecturas de produto e da organização variou ao longo do tempo, função da natureza mais ou menos permeável dos interfaces organizacionais que se foram estabelecendo e ajustando.

No caso dos contentores Renault e PSA, é de igual modo possível constatar que os interfaces relacionais entre actores, necessários para a produção dos componentes/módulos, revelaram-se fluidos e permeáveis em vez de standardizados e

rígidos (como nos produtos). Com efeito, a arquitectura algo modular destes produtos, apelou nalguns casos (e.g. resolução de problemas imprevistos no arranque do fabrico) por interfaces organizacionais mais interactivos e fortes e não o contrário. Os actores e os relacionamentos entre eles, geraram um grau de estabilidade essencial não só para conceber, mas também para produzir e usar os novos produtos, no seio da mesma família, com arquitecturas mais ou menos integrais ou modulares. Foram sobretudo os desenvolvimentos ao nível dos relacionamentos e das competências dos actores, nomeadamente devido à natureza mais permeável e dinâmica dos interfaces organizacionais, que permitiram encontrar soluções relativas à concepção e produção dos produtos, permitindo notar que a divisão do trabalho e do conhecimento entre empresas nem sempre é coincidente.

Tanto a Faramé como a Galucho, desenvolveram e mantiveram internamente o conhecimento relativo a competências de concepção, em paralelo com o desenvolvimento de competências específicas para o fabrico de alguns módulos. Isto é, acabou por existir um *mix* entre situações de produção de módulos que não foram concebidos no seio das empresas e a concepção de outros que acabaram por ser produzidos fora das fronteiras proprietárias dessas mesmas empresas. Em ambas as empresas e em cada um dos casos, constatou-se que a sobreposição das fronteiras do conhecimento desenvolvido e detido pelas empresas com os contornos físicos dos módulos, pode não ocorrer.

Como foi sugerido antes, a falta de simetria entre os dois níveis decorre, em parte, da presença de uma estrutura de relacionamentos desenvolvida ao longo do tempo e cujos interfaces são mais fluidos e permeáveis do que os existentes ao nível dos módulos físicos. Dito de outro modo, os casos revelam que face à natureza mais permeável e dinâmica dos relacionamentos entre actores, relativamente aos interfaces

físicos ao nível das arquitecturas de produto, dificilmente se pode esperar a existência de uma interacção simples e estável entre as arquitecturas de produto e da organização. Os actores, não os produtos, desenvolvem o seu conhecimento não apenas sobre particulares arquitecturas de produto mas também sobre as competências de outros actores directamente e indirectamente relacionados, nalguns casos procurando preservar algumas soluções e noutros procurando gerar novas soluções, quer no que respeita a processos de fabrico e produtos, quer no que respeita a arranjos organizacionais, incluindo a rede de aprovisionamentos. Função da natureza dos interfaces que vão sendo criados, a presença de relacionamentos conectados entre si, traduz-se, como se viu, tanto na promoção da mudança, através da geração e difusão do conhecimento ao longo do tempo, como na geração de estabilidade, ao envolver um grau de comprometimento dos actores ao combinarem diferentes sistemas de produção através de relacionamentos ou competências indirectas parcialmente específicas às contrapartes. Neste quadro, princípios de concepção visando o *mix & match* não problemático ao nível de produtos e componentes, dificilmente se podem transferir para o domínio organizacional e, em particular, para as redes de aprovisionamento.

Em síntese, tanto as questões técnicas ao nível do produto e sistema de produção, como as questões organizacionais (e.g. selecção de fornecedores, liderança do desenvolvimento, mudanças na composição da base de fornecedores), surgiram frequentemente intimamente associadas e nem sempre de forma directa, simples ou estável como habitualmente sugerido pela literatura tradicional sobre modularidade. Recorde-se, por exemplo, que a intenção de uma das empresas em passar a utilizar um novo material num módulo (caixa basculante) numa arquitectura estabilizada de um produto (semi-reboque basculante) desencadeou a procura de parceiros além da rede de

relacionamentos existente e processos longos de testes com alguns clientes. Ao considerarmos a dimensão temporal destes processos, tornou-se também evidente que muito dificilmente se pode aprofundar a compreensão das relações entre a estabilidade e mudança ao nível da arquitectura de produto e ao nível das redes de aprovisionamento, sem se reconhecer a dependência do percurso das empresas envolvidas. Esta está associada não apenas a investimentos tangíveis nas infra-estruturas de produção (e.g. equipamentos e linhas de montagem), como também a particulares competências e relacionamentos com clientes e fornecedores.

Da análise dos casos, emergiu também a noção central de que as regras de concepção dos produtos em termos de modularidade e interfaces standardizados, não são facilmente transferíveis para a organização das redes de aprovisionamento. As interacções entre empresas, em todos os casos, parecem ter sido críticas para a confrontação, adaptação e combinação de diferentes competências, tendo-se revelado também importantes para a inovação ao nível dos produtos.

Neste capítulo, a análise comparativa dos casos complementar à realizada no Capítulo IV, procurou contrastar semelhanças e dissemelhanças com o fim de responder às questões de pesquisa levantadas no Capítulo II. As questões das decisões sobre a arquitectura do produto, do efeito da conectividade dos relacionamentos e da permeabilidade das fronteiras organizacionais, foram abordadas inicialmente comparando os quatro casos. Posteriormente, pretendeu-se dar resposta à questão mais geral, analisando-se em que medida o facto das empresas estarem inseridas em redes de relacionamentos conectados influencia a arquitectura dos produtos/modularidade e a organização e também o inverso. As principais conclusões do estudo serão resumidas no capítulo seguinte.



## **CAPÍTULO VI**

### **Conclusões e direcções de pesquisa futura**

#### **6.0 Introdução**

No Capítulo V foram discutidas as quatro questões de pesquisa e analisaram-se as interacções entre os actores, os recursos e as actividades consideradas quando do desenvolvimento de um produto e definição da sua arquitectura. Ou seja, como é que as interdependências entre os componentes/módulos de um produto afectaram e foram afectados pelas interdependências entre os actores, os recursos e as actividades, quando da definição da arquitectura do produto.

O estudo foi direccionado também no sentido de determinar como as redes de aprovisionamento foram organizadas tendo em linha de conta as interacções e interdependências entre os actores, os recursos e as actividades originadas por uma dada arquitectura de produto e também o inverso, i.e. como é que a organização previamente existente das redes de aprovisionamento influenciou a definição dessa arquitectura de produto.

Neste capítulo, após uma síntese das principais conclusões, resumem-se os contributos do estudo para a investigação sobre a interacção entre a arquitectura de produto e as redes de aprovisionamento e sugerem-se direcções de pesquisa futura.

#### **6.1 Síntese das conclusões**

Ao abordarmos o tema da interacção entre a arquitectura de produto e as redes de aprovisionamento, adoptámos como quadro de referência teórico a abordagem de redes industriais com enfoque no papel dos relacionamentos entre actores e a sua conectividade. Os relacionamentos acabam por conduzir o desenvolvimento de

competências subjacentes às decisões sobre a arquitectura de produto que ocorrem, no fundo, no âmbito de uma rede complexa de partes que interagem. A investigação fundamentou-se assim, no interesse em ampliar o conhecimento sobre as interacções entre a arquitectura de produto e as redes de aprovisionamento, tirando partido do quadro conceptual das redes industriais (e.g. Axelsson e Easton, 1992). A abordagem de redes industriais permitiu ultrapassar algumas das insuficiências de abordagens anteriores, pelo seu foco no papel dos relacionamentos entre empresas numa perspectiva de competências, onde se considera o acesso e integração de conhecimento e a dinâmica das fronteiras da empresa. Isto possibilita-nos abordar o produto como manifestação de competências dispersas e em evolução e as empresas como inseridas em redes dinâmicas de relações. No que se refere ao papel dos relacionamentos na relação modularidade/organização, o presente estudo revelou também a existência de influências mútuas entre as arquitecturas de produto e da organização, em particular considerando os seus efeitos na coordenação (divisão de trabalho) das actividades de concepção dos produtos, nas de produção e em menor grau, no uso.

Os casos empíricos permitem responder às questões de pesquisa que emergiram da revisão de literatura sobre o tópico. No que se refere ao papel dos relacionamentos na relação modularidade/organização, os casos permitem retirar várias conclusões. Assim, nos casos estudados, os vários produtos foram sujeitos a um processo de partição em componentes e módulos que não foram desenvolvidos e produzidos no seio de empresas isoladas; o desenvolvimento do produto e a definição da sua arquitectura foram levados a cabo frequentemente através da interacção entre várias empresas. Constatou-se que ligações fracas nos módulos conduziram a relacionamentos fracos (afastados) com alguns actores, sugerindo uma simetria entre os dois níveis. Contudo, a necessidade de deter conhecimento para a coordenação e integração dos módulos, exigiu

relacionamentos mais próximos e interdependências mais fortes com outras empresas. Isto sugere que a partição de um produto em módulos tem efeitos na organização da rede de aprovisionamentos, mas a extracção de benefícios da utilização de eventuais especializações não conduz necessariamente a relacionamentos distantes ou mais próximos com os fornecedores; os efeitos a este nível parecem ser assim diferenciados e, como veremos mais à frente, isto pode dever-se, em parte, à exigência de investimentos na estrutura de relacionamentos ou competências indirectas das empresas.

De facto, vários autores consideram que a modularização potencia a especialização (e.g. Ulrich e Tung, 1991; Sanchez e Mahoney, 1996), que ocorre frequentemente no seio de uma unidade organizacional específica - a empresa. Mas se o desenvolvimento e a produção de um módulo no seio de uma empresa específica se pode traduzir nalguma especialização, a inovação ao nível dos módulos pode implicar a necessidade de combinar e adaptar essas competências para assegurar a sua integração em diferentes contextos. Uma forma de assegurar esta integração, pode envolver o desenvolvimento de relacionamentos próximos entre algumas das empresas que coexistem com relacionamentos mais distantes com outras empresas.

No presente estudo, recorde-se, constatou-se que a partição de um produto em componentes/módulos “quase-decomponíveis” possibilitou uma maior especialização no seu desenvolvimento e produção. Contudo, apesar de vários componentes estarem reunidos num módulo, o seu desenvolvimento e produção envolveu trabalho conjunto entre várias empresas. Dito de outro modo, o módulo físico resultou da interacção entre actores possibilitando compromissos entre competências diferentes de várias empresas. Os casos ilustram igualmente, que grande parte do processo de inovação técnica ao nível dos módulos, é também, até certo ponto, um processo de redefinição de relacionamentos, na medida em que a interacção e a coordenação entre as empresas

foram vistas como cruciais para se obter a integração não só entre a arquitectura de produto e a estrutura de produção existente, como também a desenvolver no futuro.

Da análise dos casos, pode concluir-se também, que o conhecimento desenvolvido e detido pelas empresas no âmbito das actividades relativas aos produtos, não se sobrepõe com os contornos físicos dos módulos. Esta constatação está em linha com a argumentação e estudos empíricos de Brusoni *et al.* (2001), Hobday *et al.* (2005) e Brusoni e Prencipe (2006). Mas, ao considerar-se o papel dos relacionamentos na análise dos casos, pode concluir-se que a permeabilidade à troca de conhecimento, característica dos interfaces organizacionais e a existência de relacionamentos conectados entre actores, se traduziu, função da natureza dos interfaces criados, na geração e difusão de conhecimento ao longo do tempo, por actores específicos. A mobilização e reutilização de experiências passadas, além das fronteiras proprietárias das empresas, por exemplo na resolução de problemas com módulos, interfaces ou produtos, sugerem a existência de influências mútuas ao longo do tempo entre as arquitecturas de produto e organizacional (incluindo as redes de aprovisionamento), mas não necessariamente, a existência de simetria entre a divisão do trabalho entre empresas em termos de actividades de concepção e produção e a divisão do conhecimento subjacente à sua execução.

Neste quadro, as decisões que foram sendo tomadas sobre a arquitectura de produto, podem ter uma natureza distribuída, no sentido de poderem envolver várias empresas. Conforme referido anteriormente, uma concepção modular implica que um produto possa ser decomposto de tal forma que as dependências fortes permaneçam no seio dos módulos e as dependências fracas entre os módulos. De acordo com Sanchez e Mahoney (1996), estas decisões reflectem-se ao nível organizacional, pois a estrutura dos interfaces estandardizados dos módulos físicos conduz a “estrutura de informação”

que “coordena as actividades fracamente ligadas dos desenvolvedores dos componentes” (*ibid.*: 66). Ao reconhecer-se que um produto possa ser “quase-decomposto” e que as dependências entre os módulos sejam fracas, isso não significa que elas sejam desprezáveis (Simon, 1962). O presente estudo mostra que, por vezes, mesmo que os interfaces sejam estandardizados, nem sempre é possível capturar todas as interdependências no seio dos módulos. Uma implicação destas dificuldades, por vezes inesperadas, é a necessidade de alguma interacção entre actores para tratar com interdependências, por vezes aparentemente desprezáveis, entre os módulos, mas relevantes para o desempenho final do produto.

Assim, em consonância com Brusoni e Prencipe (2001), pode argumentar-se que a estrutura de informação que foi providenciada pelos interfaces estandardizados (i.e. a arquitectura de produto) não foi suficiente para tratar com as ligações fracas entre módulos e, deste modo, insuficiente para coordenar as actividades de desenvolvimento e de produção. As ligações entre a concepção do produto e o fabrico não são, nem podem ser, baseadas totalmente em informação codificada. Os casos ilustram, que os processos de produção requereram contactos pessoais próximos para a resolução em conjunto de problemas, envolvendo a partilha de informação e conhecimento tácito entre actores.

Na literatura, os módulos são perspectivados como blocos de construção mais ou menos desligados. Contudo, da análise dos casos, pode constatar-se que raramente todos os componentes podem ser agrupados para formar uma arquitectura de produto completamente modular. Num produto com alguma complexidade, onde é requerida a interacção entre vários componentes para providenciar um grande número de funções diferentes (e.g. semi-reboque e caixa basculante da Galucho), pode ser mesmo difícil definir módulos “quase-desligados” (Ulrich e Tung, 1991). No entanto, mesmo quando se consideram componentes em produtos menos complexos (e.g. os casos empíricos

estudados na Faramé), encontram-se por vezes várias interdependências (fortes) com outros componentes, que necessitam de ser consideradas.

Com base no presente estudo, pode também concluir-se, não se ter encontrado o princípio da relação um-para-um entre a função e o módulo físico; os padrões das dependências físicas e funcionais entre componentes são diferentes e apenas parcialmente sobreponíveis, i.e. cada componente físico implementa mais do que uma função (Gadde e Jellbo, 2002) e vice-versa. Assim, os módulos podem ser definidos com base apenas nas interdependências físicas (Ulrich e Tung, 1991; Baldwin e Clark, 2000: 63 nota de pé de página) e, noutros casos, nas interdependências funcionais (i.e. um sistema), ou certas combinações de interdependências físicas e funcionais. Parece ser assim muito difícil, conseguir-se na prática, uma arquitectura de produto totalmente modular, i.e. uma definição de módulos de acordo com o princípio da relação um-para-um entre a função e o módulo físico (Sako, 2004). Com efeito, comprova-se através deste estudo o sugerido por Ulrich (1995), de que a maioria dos produtos incorpora arquitecturas modulares-integrais híbridas.

Além desta dificuldade técnica e talvez mais importante ainda, a definição dos módulos dificilmente pode ser baseada apenas nas interdependências físicas e/ou funcionais entre componentes, uma vez que pode ser necessário considerar as interdependências relacionadas com as competências existentes, nomeadamente, a relação entre estas e a definição dos módulos. De facto, os casos revelam que o desenvolvimento de módulos pode requerer a interacção entre diferentes empresas, sendo necessário considerar tanto os relacionamentos entre elas, como as suas próprias competências. O estudo empírico revela, que através da adaptação da definição dos módulos ao conhecimento e sistema de produção (rotinas, equipamentos e outros) existente nas diferentes empresas (e.g. fornecedores/subcontratados), se criam

condições para que elas possam beneficiar de economias de aprendizagem e de escala acrescidas. Isto mostra como as interdependências podem não estar circunscritas no seio dos módulos físicos (quase) decomponíveis já que, independentemente de como um módulo é definido, poderão existir interdependências, nem sempre evidentes, com outros ou com outras competências que permanecem fora do módulo.

Outra questão, prende-se com a separação entre o desenvolvimento ao nível da arquitectura e ao nível dos módulos. Como se viu antes, vários autores defendem que a arquitectura de produto, por definir as regras de concepção para os módulos individuais, deve ser especificada antes de se iniciar o desenvolvimento desses módulos (Sanchez e Mahoney, 1996; Baldwin e Clark, 1997). Contudo, no presente estudo, também se verificou que pode ser particularmente difícil separar os dois níveis através da antecipação e eliminação de todas as interdependências. Com efeito, à medida que os módulos individuais foram sendo desenvolvidos/definidos, foram criadas e/ou descobertas novas interdependências (por vezes acidentalmente), certas características foram alteradas e, nalguns casos, algumas dessas interdependências foram mesmo eliminadas. Dito de outro modo, a arquitectura de produto, nos casos estudados, não pôde ser completamente definida antes do desenvolvimento se iniciar e não pôde ser considerada portanto como um dado adquirido, uma condição essencial para separar as actividades de desenvolvimento ao nível arquitectural das de desenvolvimento ao nível dos módulos individuais.

Nos casos empíricos estudados, foram desenvolvidos e utilizados vários relacionamentos de natureza diferente entre as empresas. Alguns destes relacionamentos, constituíram um meio importante para tratar com várias interdependências relacionadas com a concepção e produção. O desenvolvimento do produto e a definição da sua arquitectura envolveu um processo altamente interactivo,

tendo por base as competências e recursos dos actores e influenciando, ao mesmo tempo, o seu desenvolvimento. A aprendizagem gerada nestes processos, permitiu posteriormente, a definição de direcções para a tomada de decisões sobre desenvolvimentos na arquitectura do produto e a reconfiguração das interdependências entre a arquitectura de produto e a rede de aprovisionamentos. Na medida em que estes processos envolveram relacionamentos parcialmente específicos a clientes e fornecedores/subcontratados, únicos nos seus percursos e competências, também os impactes ao nível da arquitectura do produto e da rede de aprovisionamentos foram diferenciados. De facto, os casos ilustram, que decisões sobre a definição de módulos na arquitectura do produto, podem suscitar a adaptação e a combinação de competências distribuídas por diferentes empresas e influenciar as necessidades de interacção entre elas. Dito de outro modo, à medida que a arquitectura do produto (como “*network entity*”) se altera face às decisões que se vão tomando em vários pontos da rede, também os relacionamentos entre actores têm de ser adaptados, face às competências que estão representadas em cada relacionamento.

Os casos estudados, sugerem claramente uma resposta “não modular”, propiciada pela presença de relacionamentos entre empresas específicas, a problemas na definição e desenvolvimento dos produtos. Como referido antes e ao contrário do sugerido por Sanchez e Mahoney (1996), nem sempre o desenvolvimento de cada um dos módulos pode ser realizado por uma unidade organizacional dedicada (e.g. fornecedor/subcontratado), o qual integra todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento e produção do módulo. O presente estudo, mostra que os módulos são muitas vezes desenvolvidos e produzidos através da interacção entre as empresas, pelo que o conhecimento necessário para desenvolver e produzir um módulo específico, se encontra para além da fronteira proprietária da empresa. Por outro lado, o grau de



envolvimento nesse processo não é uma escolha unilateral de cada uma das empresas, mas antes algo que emerge através da interacção entre elas e pode requerer conhecimento sobre outros módulos. Esta constatação está em linha com a noção de que o conhecimento não coincide, ou seja, não se sobrepõe, com a fronteira física do módulo (Brusoni e Prencipe, 2001; Hobday *et al.*, 2005; Brusoni e Prencipe, 2006).

Esta falta de simetria entre os dois níveis, é consistente com a noção de Langlois (2002) de que a organização acaba por surgir como uma resposta não modular às interdependências entre os módulos, em linha com o princípio básico de agrupar dependências fortes e recíprocas no seio da mesma unidade organizacional. O estudo suporta em parte esta perspectiva, mas também se verifica que nem sempre as unidades organizacionais apresentam uma configuração modular correspondente à arquitectura modular do produto. Em particular, face a problemas inesperados, assistiu-se a uma resposta “não modular” para gerar soluções envolvendo outros corpos de conhecimento e actores, i.e. combinações de competências directas e indirectas além das fronteiras proprietárias de cada empresa. Mas estes arranjos organizacionais não se traduziram num *mix & match* de competências disponíveis no mercado, mas sim na combinação selectiva de competências e relacionamentos existentes.

Isto não significa, que a partição de um produto em módulos (a sua arquitectura), seja irrelevante para o seu desenvolvimento interactivo, entre actores, ao longo do tempo. Significa apenas que, como os casos mostram, o desenvolvimento e a produção dos componentes/módulos foram levados a cabo no âmbito de uma rede de competências existente, que permitiu lidar com problemas inesperados e conciliar perspectivas, nalguns casos distintas, entre as funções a desempenhar pelos componentes e a sua possibilidade de execução pelo sistema de produção existente.

Adicionalmente e na medida em que exista conectividade entre relacionamentos, é difícil esperar que as actuações dos actores no âmbito das díades não se repercutam a outros actores através de relacionamentos directos e indirectos e de forma diferenciada. De facto, o presente estudo confirma que o desenvolvimento do produto e a definição da sua arquitectura foi um processo altamente interactivo entre alguns actores específicos, sendo influenciado pelas (e tendo influenciado as) suas competências directas e indirectas. Dito de outro modo, esta selectividade, manifestada nas interdependências específicas entre relacionamentos, decorre da natureza única de cada empresa, assente no seu particular percurso de desenvolvimento ao longo do tempo e no particular conjunto de relacionamentos em que tem estado inserida (Mota e Castro, 2005).

Esta perspectiva, ajuda a explicar a reconfiguração ao longo do tempo das interdependências entre a arquitectura de produto e a rede de aprovisionamentos. Como os casos ilustram, os interfaces no produto não se reflectem de forma simples nos interfaces organizacionais (Araujo, 2003 b). Constata-se que a modularidade pode ser solicitadora de esforços diferentes de coordenação nos níveis organizacional e de conhecimento, apelando nalguns casos por ligações mais interactivas ou fortes que noutros (cf. Richardson, 1972; Brusoni e Prencipe, 2001). O estudo revela, que na fase de desenvolvimento e definição da arquitectura do produto, os actores estão envolvidos em actividades estreitamente complementares, contribuindo com conhecimento e experiências adquiridos no âmbito de uma variedade de relacionamentos parcialmente únicos a cada empresa. Mas a interacção requerida para desenvolver e/ou fabricar um componente/módulo específico, conduziu à necessidade de cada empresa desenvolver o seu conhecimento acerca das aptidões da contraparte (competências indirectas). Nalguns casos, como o estudo empírico mostrou, à medida que as competências são confrontadas, adaptadas e combinadas no seio de relacionamentos parcialmente

específicos, são criadas novas interdependências quer ao nível do sistema de produção quer ao nível dos relacionamentos entre unidades organizacionais. A este nível, esses desenvolvimentos nas competências indirectas, manifestaram-se em mudanças na natureza dos interfaces relacionais num sentido mais interactivo com algumas empresas e mais estandardizado com outras (cf. Araujo *et al.*, 1999).

No que se refere à variação da interacção entre a arquitectura de produto e a concepção organizacional, devido à natureza mais permeável e dinâmica dos interfaces organizacionais face aos interfaces físicos dos produtos, podem retirar-se várias conclusões. Assim, o presente estudo revela, que as competências combinadas no seio das unidades organizacionais que desenvolvem o produto e definem a sua arquitectura, são continuamente influenciadas pela rede de competências existente. Neste trabalho, constata-se que os relacionamentos entre actores assumem-se como distintos da “estrutura de informação” que, de acordo com Sanchez e Mahoney (1996), pode ser obtida com uma arquitectura de produto estável onde os interfaces dos módulos foram completamente especificados antes do desenvolvimento dos módulos individuais. Enquanto o desenvolvimento e definição da arquitectura do produto baseados em tal estrutura estática (cf. Brusoni e Prencipe, 2001), não considera a necessidade de interacção entre actores que desenvolvem e produzem módulos diferentes, o presente estudo revela que os relacionamentos permitem uma confrontação contínua e adaptação dos componente/módulos desenvolvidos no seu seio. Assim, ao se relacionarem continuamente várias competências, o processo de desenvolvimento do produto e a definição da sua arquitectura podem não ser estáticos e pré-determinados, mas fazerem antes parte de um processo em evolução. Num sentido importante, esses relacionamentos podem ser críticos para a geração de conhecimento e experiência, reutilizáveis em futuros desenvolvimentos de produto.

A preservação da arquitectura de produto pode permitir benefícios, tais como economias decorrentes da utilização de componentes e equipamentos comuns a famílias de produto (e.g. Ulrich, 1995) e a possibilidade de mudança, caso a necessidade surja, de fornecedores/subcontratados (Sanchez e Mahoney, 1996; Fine, 1998), para o acesso a componentes estandardizados. O presente estudo ilustra contudo, que o potencial de *mix & match* de fornecedores raramente é explorado, em parte porque uma contínua reestruturação ao nível organizacional, pela mudança da composição da rede de fornecedores, pode limitar substancialmente as possibilidades futuras de explorar benefícios ao nível técnico, em termos de geração de novo conhecimento sobre componentes.

No fundo, a concepção dos componentes individuais de um produto e a definição dos seus interfaces, configura as adaptações e os investimentos necessários tendo em conta o equipamento específico de produção, frequentemente com um ciclo de vida superior ao dos produtos desenvolvidos (e.g. máquina Ideal para os painéis dos contentores SLI 760/1200) e a sequência em que pode ser utilizado, assim como as conexões entre os diferentes meios de produção. Por outro lado, um meio de produção específico produz frequentemente vários produtos diferentes, que acabam assim por ser influenciados indirectamente pelos produtos desenvolvidos antes. Deste modo, a concepção e o desenvolvimento de componentes individuais, levados a cabo através de interfaces interactivos entre actores, muda e influencia as competências de produção que se encontram muitas vezes para além da amplitude de tempo da arquitectura do produto inicialmente desenvolvido.

Como já foi sugerido antes, quando se desenvolve um produto através da interacção entre empresas e se define a sua arquitectura, atribui-se a esta um papel central, podendo ser utilizados os relacionamentos existentes (e.g. Håkansson, 1987; Axelsson e Easton,

1992; Håkansson e Snehota,1995). Contudo, a arquitectura de produto e a necessidade de conhecimento e de tecnologias específicas de produção, podem implicar também o estabelecimento de novos relacionamentos com outras empresas, nalguns casos envolvendo a adaptação de várias actividades e meios de produção.

O que foi dito acima, suporta a noção de que a rede de competências existente não pode ser perspectivada como um “dado adquirido”, na definição das arquitecturas de produto ao longo do tempo. De facto, como salientado antes, o presente estudo revela que os efeitos nos relacionamentos são diferenciados e parcialmente específicos a cada empresa e não a todos os fornecedores/subcontratados em geral (cf. Araujo *et al.*, 2003 b; Mota e Castro, 2005). Em qualquer dos casos, é relativamente evidente o papel da permeabilidade dos interfaces organizacionais para tratar com conhecimento codificado ou não, visível através da coordenação de actividades e fluxos de informação, no interior e através das fronteiras proprietárias das empresas.

Assim, à medida que as competências vão sendo combinadas através dos interfaces organizacionais (ainda que com diferentes graus de permeabilidade), a rede de competências existente vai sendo modificada. Contudo, alguma estabilidade existe, associada em parte à utilização da mesma arquitectura de produto (ou pelo menos de certos interfaces físicos entre módulos) ao permitir o uso de componentes comuns, implicando que os investimentos feitos ao nível dos relacionamentos e ao nível do sistema de produção (e.g. em meios de produção específicos) possam ser reutilizados. Isto significa, que há módulos e conexões quer ao nível organizacional, em particular nos interfaces relacionais, quer ao nível de produto e processos de produção, que são perspectivados como “dados adquiridos” em novos desenvolvimentos de produto. Este investimento em ambos os níveis, traduz-se em restrições fortes às possibilidades de inovações arquitecturais ou substanciais. O estudo empírico ilustrou, a este respeito, a

necessidade de se efectuarem compromissos técnicos para o novo produto, envolvendo mudanças na arquitectura estabelecida por um lado e económicos (e.g. economias de escala) por outro, ao pretender em simultâneo alterar a concepção do produto e querer que os interfaces físicos permaneçam os mesmos.

Em síntese, pode afirmar-se com base no presente estudo, que as influências mútuas entre a arquitectura de produto e a concepção organizacional podem variar ao longo do tempo, nomeadamente devido à natureza mais permeável dos interfaces organizacionais (por oposição aos interfaces entre componentes físicos) (Kogut e Bowman, 1995) dentro e entre empresas. A existência de dinâmicas diferentes em ambos os níveis é evidente, quando se reconhece ao nível organizacional a geração de soluções “não modulares”, manifesta na presença de relacionamentos inter-organizacionais que acomodam a concepção, a produção e o uso de produtos com arquitecturas distintas, em termos da sua maior ou menor integralidade/ modularidade.

Essas influências mútuas, entre as arquitecturas de produto e organizacional, variam ao longo do tempo e têm por base necessidades dinâmicas em termos de acesso e/ou desenvolvimento de competências dispersas por vários actores, ligados entre si através de relacionamentos conectados. Com efeito, pode concluir-se que a permeabilidade nos interfaces organizacionais, permite que empresas especializadas e limitadas no seu conhecimento lidem em conjunto com interdependências complexas, promovendo a co-evolução entre as arquitecturas de produto e organizacional. Estes processos de trabalho em conjunto, permitem ultrapassar constrangimentos face a investimentos tangíveis e intangíveis passados, configurando mecanismos de estabilidade e mudança ao longo do tempo.

## 6.2 Resumo da contribuição teórica

Face à relevância que a arquitectura dos produtos tem adquirido, não apenas no âmbito da sua concepção mas também pelas suas eventuais implicações organizacionais (e.g. Langlois, 2002), a tese teve como objectivo principal explorar a existência de influências mútuas entre a arquitectura do produto/modularidade e a cadeia de aprovisionamentos (Araujo, 2003 a, b). Com esta finalidade, tomaram-se em consideração os diferentes contributos de várias linhas de investigação sobre o tópico. Começou por considerar-se um conjunto de autores, que tem sugerido a existência de influências pré-determinadas que ligam as decisões da arquitectura do produto à organização das empresas/redes de aprovisionamento. Alguns dos autores, argumentam mesmo que “os produtos concebem as organizações”, sugerindo que arquitecturas de produto modulares ou integrais conduzem a arquitecturas organizacionais e redes de aprovisionamento do mesmo tipo (Sanchez e Mahoney, 1996; Arora *et al.*, 1998). Como notado antes, esta perspectiva assenta numa visão dicotómica da indústria, ao enfatizar o mercado e a empresa como os únicos mecanismos de coordenação de competências; as arquitecturas modulares traduzem-se na coordenação de actividades de concepção e produção através de mecanismos de mercado e as arquitecturas integrais geralmente na integração vertical dessas actividades pelas empresas.

Esta relação determinista entre as arquitecturas de produto e as organizacionais/redes de aprovisionamento, levanta alguns problemas quando se considera a possibilidade dos interfaces organizacionais poderem ser mais permeáveis que os interfaces físicos standardizados entre componentes ao nível do produto. Parte do problema, reside na maior dificuldade em especificar e estabilizar os interfaces organizacionais, quando comparados com os da arquitectura física dos produtos (e.g.

Kogut e Bowman, 1995; Sako e Murray, 1999; Langlois, 2002; Sako, 2004). Com efeito, verificou-se que um aspecto particularmente relevante quando se consideram os processos de concepção e desenvolvimento de produtos, é que ao contrário dos componentes físicos, os sistemas humanos têm o potencial de aprenderem e de se adaptarem e os respectivos interfaces organizacionais podem ser fluidos e permeáveis em vez de standardizados e rígidos (Kogut e Bowman, 1995).

Por outro lado, existe evidência empírica da coexistência de trajectórias distintas de empresas do sector automóvel, em termos das suas fronteiras proprietárias, mesmo quando os produtos apresentam graus similares de modularidade (Sako e Murray, 1999; Sako, 2004). Adicionalmente, no âmbito da literatura sobre modularidade de produtos complexos, tem sido argumentado e suportado, que as fronteiras de conhecimento das empresas podem não coincidir com a divisão de trabalho entre elas (e.g. Brusoni e Prencipe, 2001; Brusoni *et al.*, 2001; Brusoni e Prencipe, 2006).

Estes contributos foram recuperados no âmbito desta tese, mas adicionando uma visão mais relacional do sistema industrial (Axelsson e Easton, 1992; Håkansson e Snehota, 1995), em particular a ênfase que é dada à natureza dos variados interfaces relacionais usados pelas empresas para desenvolverem e acederem a recursos e que podem afectar a sua capacidade de inovação e de eficiência (cf. Araujo *et al.*, 1999). Neste quadro, a estabilidade e mudança ao nível do produto (e.g. arquitectura de produto) e organizacional (e.g. coordenação e desenvolvimento de competências), pode ser melhor entendida abandonando a dicotomia empresas *versus* mercado (cf. Richardson, 1972) e focando também a rede de relacionamentos em que cada empresa está inserida (e.g. Araujo *et al.*, 2003 b; Mota e Castro, 2004).



No âmbito da abordagem de redes (e.g. Håkansson, 1987; Axelsson e Easton, 1992; Håkansson e Snehota, 1995), a noção de isomorfismo entre arquiteturas de produto e redes de fornecedores não tem sido objecto de estudo. Contudo, os contributos desta literatura permitem acomodar a existência no sistema industrial de uma variedade de interfaces relacionais entre contextos de produção e uso. Neste quadro, tanto a emergência de uma particular arquitectura de produto, como a sua evolução ao longo do tempo, são processos que podem ser vistos considerando a sua inter-relação com as configurações únicas de competências directas e indirectas de cada empresa (Penrose, 1959; Loasby, 1998; Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro, 2004)<sup>24</sup>. Algumas dessas competências, são orientadas ou conectadas a uma contraparte específica e a matriz resultante das conexões providencia um grau de estrutura e inércia para os sistemas industriais (Axelsson e Easton, 1992; Potts, 2001), conduzindo o desenvolvimento de competências que por sua vez reproduzem e transformam essas ligações. Neste cenário, empresas, competências e nalguns casos, processos e produtos, podem ser vistos como manifestações de redes dinâmicas (“*network entities*”, segundo Dubois e Pedersen, 2002), em vez de entidades estáticas e discretas passíveis de serem combinadas e recombinaadas de forma não problemática, através de interfaces estáveis e claramente definidos (Araujo *et al.*, 2003 a).

Contrariamente ao pressuposto por alguns autores da existência de influências pré-determinadas que ligam as decisões da arquitectura do produto à organização das empresas, incluindo as redes de aprovisionamento, verificou-se que as decisões sobre a arquitectura dos produtos ocorreram no âmbito de uma rede complexa de actores. O recurso a conceitos como interfaces relacionais e conectividade, permitem sugerir que a

---

<sup>24</sup> Esta perspectiva é consistente com a abordagem de competências da empresa (Dosi e Marengo, 2000), mas adiciona a noção de que as competências de uma empresa são parcialmente determinadas pela rede de relacionamentos em que está inserida e pelas interpretações desse contexto (Araujo *et al.*, 2003 a).

estabilidade e mudança na cadeia de aprovisionamentos mobilizada naqueles processos, depende não apenas das condições e intenções de cada uma das empresas que a integram, ou de uma particular arquitectura de produto, mas também dos modos pelos quais as suas actividades, recursos e competências, foram sendo relacionados com os de outros actores e cadeias de aprovisionamento ao longo do tempo (cf. Gadde e Håkansson, 2001). Constatou-se ser portanto necessário, transpor as fronteiras proprietárias de cada uma das empresas estudadas, para entender a diversidade de motivações e impactes (variados e distribuídos) da evolução das arquitecturas de produto. Ao adoptar-se uma perspectiva relacional da indústria, por oposição a uma perspectiva dicotómica de mercados e hierarquias, reconhece-se a possibilidade das decisões sobre a arquitectura de produto ocorrerem no contexto de relacionamentos conectados e parcialmente específicos entre actores.

A utilidade desta perspectiva, manifestou-se neste estudo, através da análise da evolução da arquitectura dentro de famílias de produto ao longo do tempo. Isso permitiu abandonar a visão tradicional de uma elevada estabilidade associada a produtos modulares, quer na execução de actividades isoladas (e.g. concepção), quer na sua coordenação (através do mercado e *mix & match* de fornecedores), prestando mais atenção aos problemas imprevistos enfrentados pelos actores e às suas intenções de mudança da arquitectura existente. Estes episódios evidenciaram o papel das empresas e dos relacionamentos como soluções não modulares, i.e. restringindo por um lado as possibilidades do *mix & match* instantâneo e sem fricções entre unidades organizacionais, mas também criando as condições para que novos desenvolvimentos fossem ocorrendo. Bastará recordar a este respeito, que mesmo face ao acesso a componentes standardizados e aparentemente não problemáticos em termos da sua

inserção no contexto de uso do cliente, algum conhecimento específico de quem os fornece pode revelar-se relevante em momentos futuros.

Em resumo, nesta tese, sugere-se o interesse em reconhecer-se que as decisões sobre a arquitectura dos produtos e a sua evolução ao longo do tempo podem ocorrer no âmbito de uma rede complexa de partes que interagem entre si, envolvendo aspectos técnicos, económicos e organizacionais. Esta visão é consistente com a abordagem de redes industriais (Axelsson e Easton, 1992; Håkansson e Snehota, 1995) e a noção de produtos como “*network entities*” (Dubois e Pedersen, 2002), i.e. como manifestação de particulares combinações de competências de vários actores através de relacionamentos inter-organizacionais. A existência destes relacionamentos, sugere não só a presença de alguma permeabilidade nas fronteiras das organizações no que respeita a acesso e geração de conhecimento, como a existência de restrições ao *mix & match* não problemático de fornecedores. Nesta medida, o contributo da investigação insere-se numa linha de trabalho de estudos recentes sobre a evolução das fronteiras das empresas, encarando-as como actores encastrados em redes dinâmicas de relacionamentos, que podem permitir o acesso, aprendizagem e difusão de conhecimentos no sistema industrial (e.g. Araujo *et al.*, 2003 a; Mota e Castro, 2004).

Vários aspectos podem ser destacados no âmbito deste trabalho. O primeiro, prende-se com a aparente transferência não problemática para o domínio organizacional de regras aplicáveis à concepção de artefactos físicos. Assim, ainda que reconhecendo a interacção entre as questões técnicas ao nível da arquitectura do produto e as organizacionais ao nível da arquitectura da rede de aprovisionamentos, face aos argumentos teóricos expostos validados pelos resultados empíricos obtidos, constata-se que as regras de concepção modular que se aplicam à partição dos sistemas técnicos,

não são imediatamente transferíveis para o domínio organizacional. A nossa abordagem, ao acomodar a existência de fronteiras permeáveis entre organizações (Kogut e Bowman, 1995), foi sensível à possibilidade dos actores acederem e influenciarem as actividades e recursos controlados por outros. Verificou-se que as empresas se envolvem activamente no desenvolvimento de novo conhecimento, em cooperação com outros, influenciando também o desenvolvimento das competências desses outros. Estas influências mutuas, podem ter repercussões no tipo de arquitecturas de produto (mais ou menos modulares) e da organização. As interacções entre empresas, estudadas neste trabalho, foram críticas para a confrontação, adaptação e combinação de diferentes competências, tendo-se revelado também importantes para a inovação ao nível dos produtos. A decomposição de uma arquitectura de produto, pode conduzir assim, à necessidade de integração de conhecimento (muitas vezes tácito) e de competências necessárias ao domínio do conhecimento arquitectural do produto.

Um segundo aspecto a salientar, tem a ver com o facto de que a partição de um produto (e.g. o carro-contentor CP 660 U ou o semi-reboque) em pequenos blocos de construção (e.g. módulos) pode ser importante para a divisão das actividades de desenvolvimento/produção entre as unidades organizacionais. Contudo, devido à necessidade de gerar e trocar conhecimento, pode não ser possível nem desejável, internalizar o desenvolvimento de módulos específicos no seio das empresas individuais. A partição de um produto em módulos, nos casos estudados, envolveu compromissos tendo em atenção quais as interdependências que podiam ser resolvidas no seio de cada uma das empresas e aquelas que tinham de ser tratadas entre elas. Ao estudar-se o papel dos actores no âmbito de relacionamentos conectados, foi possível analisar-se melhor os aspectos relacionados com a criação e difusão do conhecimento, permitindo questionar as sugestões de alguma literatura recente (e.g. Hsuan, 1998;

Mikkola, 2000) que apontam para a subcontratação do desenvolvimento completo de módulos tipo “caixa preta” a fornecedores “independentes”.

Do presente estudo, pode concluir-se também, que os relacionamentos desenvolvidos conduzem a que a arquitectura de produto possa não ser assumida numa perspectiva estacionária (i.e. que os interfaces do produto sejam olhados como um dado). Em particular, no que se refere à coordenação de tarefas de desenvolvimento fracamente ligadas, a confrontação e a interacção de competências pode ser útil para a introdução de inovações. O facto de se manterem relacionamentos importantes na estrutura organizacional, permite manter proximidade com situações ou contextos específicos e a eventual reutilização desse conhecimento em futuros desenvolvimentos de produto. Isto sugere, que estratégias ou práticas dirigidas à gestão da estrutura técnica, dificilmente poderão ser dissociadas de actuações visando a estrutura organizacional, incluindo a rede de fornecedores e subcontratados.

Como se viu, decisões relativas à arquitectura dos produtos podem ocorrer no âmbito de uma rede de entidades que interagem entre si, envolvendo questões técnicas, económicas e organizacionais. Os produtos analisados, mesmo que pouco complexos, são uma manifestação de competências dispersas e em evolução (perspectiva do produto como “*network entity*”), na medida em que os relacionamentos existentes podem ser críticos para aceder e influenciar as competências dos fornecedores. Assim, a evolução da própria rede de aprovisionamentos, depende não apenas das empresas que a integram num determinado momento, mas também do modo como as respectivas actividades e recursos são relacionados com os de outras redes de aprovisionamento (Gadde e Håkansson, 2001).

O presente estudo revela, em síntese, a existência ao longo do tempo de influências mútuas e complexas entre as arquitecturas de produto e organizacional, sobretudo se tivermos em consideração questões de acesso e desenvolvimento de competências e o papel dos relacionamentos entre actores neste contexto. A dinâmica nos interfaces organizacionais (permeáveis), surge intimamente associada à necessidade enfrentada pelos actores de lidarem com interdependências complexas, tanto técnicas como organizacionais, nem sempre envolvendo uma relação directa entre as duas dimensões. De facto, a estabilidade (mudança) em termos de arquitectura de produto, não se traduz na ausência de mudanças (estabilidade) nos arranjos ao nível de relacionamentos organizacionais. Em ambos os níveis, alguma dependência do percurso das empresas envolvidas configura a presença de mecanismos de estabilidade, mas que também constituem uma base para que a mudança ao longo do tempo possa ocorrer, possibilitando a ultrapassagem de eventuais constrangimentos face a investimentos tangíveis nas infra-estruturas de produção e em particulares competências e relacionamentos com clientes e fornecedores.

Algumas das contribuições teóricas acabadas de referir, são perspectivadas na secção seguinte como uma base de desenvolvimento de nova investigação, com o fim de superar algumas limitações do estudo.

### **6.3 Limitações e sugestões para pesquisa futura**

Os resultados apresentados nesta tese, dizem respeito à interacção ou influências mútuas entre a arquitectura de produto/modularidade e as redes de aprovisionamento. Uma primeira questão que pode ser levantada, tem a ver com o compromisso face à opção de integração ou desintegração vertical no seio das unidades organizacionais, na presença de uma arquitectura de produto modular. Como vimos, um dos objectivos da

modularidade é dividir um todo complexo em partes mais pequenas, menos complexas e quase-desligadas, i.e. os módulos. Um sistema modular é portanto constituído por módulos, sendo necessária a coordenação e integração entre os seus componentes constituintes, devido à forte interdependência no seu seio. Esta interdependência pode envolver portanto um compromisso entre o desligar e a menor complexidade por um lado e a integração e melhor desempenho por outro. A relação entre estes dois aspectos não foi explicitamente explorada nesta tese, mas as formas pelas quais as empresas procuram explorar o compromisso entre o desligar e a menor complexidade por um lado e a integração e melhor desempenho por outro, pode constituir porventura uma pista para investigação futura em sistemas modulares (Christensen *et al.*, 2002).

A assunção da heterogeneidade dos recursos/competências e o seu controlo directo ou indirecto (através de relacionamentos), é um dos pilares do desenvolvimento da perspectiva de redes industriais. A interacção entre actores individuais, pode conduzir a vários níveis de interdependências, configurando diferentes tipos de interfaces (Araujo *et al.*, 1999) entre as unidades organizacionais. A variedade de interfaces proposta por Araujo *et al.* (1999), de standardizados a interactivos, não foi aprofundada caso a caso neste trabalho, podendo contudo ser útil para permitir a compreensão da evolução das competências directas e indirectas das empresas, face a variações no grau de especificação de módulos físicos e as suas expectativas sobre a mudança nas tecnologias subjacentes a cada módulo. A análise da evolução desses interfaces não apenas com fornecedores/subcontratados mas também com clientes, poderá complementar o presente estudo e permitirá compreender melhor o efeito dos relacionamentos entre actores e a sua conectividade, na criação e difusão de conhecimento entre eles.

Um último aspecto, prende-se com o interesse em entender melhor o papel dos utilizadores de sistemas complexos na geração de conhecimento útil para a reconcepção

desses próprios sistemas. Tendo em consideração a associação que tem sido feita entre complexidade e sistemas modulares, os produtos complexos são candidatos óbvios à adoção de princípios de concepção modular. Mas, como tem sido reportado, dada a sua natureza complexa, interfaces aparentemente estabilizados podem revelar problemas inesperados durante o seu uso nesses sistemas, em contextos cujas características são dificilmente antecipáveis (Rosenberg, 1982). Os mecanismos que são criados pelos vários actores envolvidos (e.g. fornecedores, integradores de sistemas e utilizadores) para integrarem uma variedade de experiências na concepção e/ou manutenção desses sistemas, são um tópico de pesquisa que pode tirar partido da literatura existente sobre modularidade (Araujo e Mota, 2005).



## APÊNDICE I

### Guião para as primeiras entrevistas (linhas orientadoras)<sup>25</sup>

Empresa:

Local:

Data:

Informantes:

Famílias de produto:

1. **Tema:** Qual o interesse para a relação modularidade/organização o facto das empresas poderem estar inseridas em redes de relacionamentos conectados (em vez de entidades atomísticas no mercado)?
  - 1.1 **Subtema:** As decisões arquitecturais do produto são em última análise decisões acerca de onde o conhecimento do componente e o arquitectural devem residir numa rede de aprovisionamentos.
    - 1.1.1 Para os produtos (e suas famílias) objecto do estudo empírico, como foi definida a sua arquitectura?
    - 1.1.2 O procedimento referido é *standard* para qualquer produto desenvolvido pela empresa ou varia? Porquê?
    - 1.1.3 E quando se trata de produtos com especificações e documentação técnica de definição do próprio cliente? Pode exemplificar?
  - 1.2 **Subtema:** A empresa está inserida num contexto de outras empresas e portanto noutros conjuntos de competências directas e indirectas onde a própria matriz das ligações que se estabelece conduz o desenvolvimento de competências que reproduzem e transformam essas ligações.

---

<sup>25</sup> As perguntas mencionadas nestas linhas orientadoras, foram muitas vezes reformuladas/simplificadas para facilitar a compreensão dos informantes. Também a sequência com que as perguntas foram feitas, nem sempre correspondeu aquela que é mencionada neste guião.

- 1.2.1 Quando do desenvolvimento de produtos a empresa interage com clientes? E com os fornecedores?
  - 1.2.2 A empresa está inserida nalguma rede de subcontratação? Utiliza uma rede de subcontratados? É uma rede local (regional) ou internacional?
  - 1.2.3 A utilização da rede de fornecedores/subcontratados deve-se ao facto de não dispor de competências directas para o efeito? Existem outras razões? Quais?
  - 1.2.4 As ligações que se estabelecem têm sido duráveis ao longo do tempo? Têm conduzido ao desenvolvimento de competências? Estas têm reproduzido e transformado essas ligações?
- 1.3 **Subtema:** Qual o efeito que a rede de relacionamentos entre os actores de várias empresas provoca na arquitectura dos produtos/modularidade e na arquitectura da organização e vice-versa.
- 1.3.1 Existe um relacionamento próximo entre os actores da rede de empresas onde a empresa está inserida?
  - 1.3.2 Qual o efeito que os relacionamentos têm provocado na definição da arquitectura dos produtos? Esse efeito tem conduzido a uma maior ou menor modularidade dessa arquitectura?
  - 1.3.3 E no sentido contrário, i.e. qual o efeito que a arquitectura dos produtos/modularidade tem provocado na rede de relacionamentos?
  - 1.3.4 Qual o efeito que os relacionamentos têm provocado na arquitectura da organização, incluindo a rede de aprovisionamentos? E vice-versa?
- 1.4 **Subtema:** As regras que se aplicam à decomposição dos sistemas técnicos ao nível da arquitectura do produto não são imediatamente transferíveis para o domínio organizacional ao nível da arquitectura da rede de aprovisionamentos.

- 1.4.1 Quais as regras que são normalmente aplicadas pela empresa na decomposição de um produto quando da definição da sua arquitectura?
  - 1.4.2 Quando são aplicadas as regras referidas em 1.4.1 tem-se em consideração a rede de aprovisionamentos existente?
  - 1.4.3 Como é que a aplicação dessas regras interfere com a arquitectura da rede de aprovisionamentos? Há uma relação directa? Pode dar exemplos concretos?
  - 1.4.4 A arquitectura do produto é só uma, ou no que se refere à sua produção pode considerar que existe outra arquitectura diferente da de concepção? E quanto ao uso (utilização), pode considerar ainda outra arquitectura?
  - 1.4.5 Exemplifique o que acabou de referir com alguns produtos das famílias objecto do estudo empírico.
- 1.5 **Subtema:** Pretende-se compreender a estrutura dos relacionamentos intra-empresa e inter-empresa que geram e sustentam uma arquitectura particular de produto e ainda o modo como as decisões de concepção afectam e são afectadas por esses relacionamentos.
- 1.5.1 Quando do desenvolvimento de um determinado produto e definição da sua arquitectura quais os mecanismos que são actuados entre os diferentes actores dentro da empresa? Exemplifique.
  - 1.5.2 Que interacções são desencadeadas entre os actores internos e os externos à empresa? Em que circunstâncias ocorreram e por iniciativa de quem? Exemplifique com um dos produtos.
  - 1.5.3 Quando do desenvolvimento de um produto e definição da sua arquitectura são levados em consideração os relacionamentos com outros actores externos (outras empresas)? De que modo? Exemplifique.

- 1.6 **Subtema:** Quais as dimensões da interacção entre arquitecturas de produto e redes de aprovisionamento que podem ser retiradas através das decisões sobre a arquitectura de vários produtos (ou famílias).
- 1.6.1 Quando da definição de uma arquitectura de produto, que tipos de interacção podem ser registados com os fornecedores? Existe alguma tipificação prévia desses tipos de interacção a levar a cabo pela empresa?
- 1.6.2 Os tipos de interacção caracterizados anteriormente dependem do tipo de fornecedores? A empresa tem categorias para definição prévia dos fornecedores/subcontratados?
- 1.6.3 Quando se trata da procura de competências de que a empresa não dispõe, como se procede para as conseguir no exterior? Que tipo de relacionamento se procura estabelecer com os fornecedores/subcontratados? Consegue exemplificar com um dos produtos objecto da análise?
2. **Tema:** Quem está envolvido sobre as decisões da arquitectura do produto, quais os benefícios da modularização para as empresas, como são tomadas as decisões e avaliado o seu impacte potencial?
- 2.1 Quem, dentro da empresa, assume as decisões sobre a arquitectura do produto e a modularidade?
- 2.2 Essas decisões envolvem actores externos à empresa, nomeadamente clientes e fornecedores?
- 2.3 Como define a empresa a modularidade dos seus produtos (ou famílias)? Com que princípios? Porquê?
- 2.4 Como é avaliado o impacte das decisões sobre a arquitectura do produto/modularidade ao nível da empresa e dos relacionamentos com actores externos?

3. **Tema:** Como é que as empresas alinham as estratégias de produto e da organização (incluindo as redes de aprovisionamento) e porquê?
  - 3.1 Quando a empresa define uma arquitectura de produto mais modular do que outra anterior do mesmo produto, que repercussões são sentidas em termos da organização (arquitectura) da rede de aprovisionamentos? Exemplifique com um dos produtos.
  - 3.2 Nas arquitecturas das famílias dos produtos em estudo existiu alguma influência (sentida) sobre a rede de relacionamentos existente?
  - 3.3 E o contrário, i.e. existiu alguma influência da rede de relacionamentos com outras empresas sobre a arquitectura dos produtos em estudo? Exemplifique.
  - 3.4 Os efeitos sentidos tiveram um carácter estático e pontual no tempo, ou revelaram antes alguma dinâmica ao nível da rede de relacionamentos?
4. **Tema:** Qual a direcção causal mais forte num período particular do tempo, como ocorreu e porquê – foi a escolha arquitectural do produto que influenciou a concepção organizacional, ou foi a estrutura organizacional e as competências que influenciaram a concepção do produto?
  - 4.1 A empresa dispõe de alguma arquitectura de produto (ou família) que tenha evoluído ao longo do tempo de mais integral para mais modular ou vice-versa? Qual?
  - 4.2 A evolução da modularidade da arquitectura do produto teve repercussões na arquitectura da organização interna e externa da empresa? Explique e exemplifique.
  - 4.3 Das famílias dos produtos em estudo, existe algum caso em que tenha sido a estrutura organizacional existente e as respectivas competências que determinaram a arquitectura do produto? Explique.

## APÊNDICE II

### Extracto de um tratamento da primeira entrevista na Galucho

Galucho – 1ª entrevista – 9 de Junho de 2004

#### Relacionamento com clientes

Categoria	Número (1)
Desenvolvimento de produto (interacção/aprendizagem)	3; 8; 21
Relacionamento com actores externos (cooperação/conflito)	15; 25
Proximidade geográfica	14; 23
Percepção da relação	2; 5
Definição da arquitectura do produto (actores envolvidos)	9, 11
Grau de modularidade da arquitectura do produto	13
Proximidade relacional	18
Evolução da modularidade com o tempo	27, 30
Influência da arquitectura do produto <i>versus</i> organização e vice-versa	29, 32

#### Relacionamento com fornecedores

Categoria	Número
Desenvolvimento de produto (interacção/aprendizagem)	4; 7; 13; 16
Relacionamento com actores externos (cooperação/conflito)	6; 10
Proximidade geográfica	19
Percepção da relação	1; 17
Definição da arquitectura do produto (actores envolvidos)	6; 12
Grau de modularidade da arquitectura do produto	19; 22; 26
Proximidade relacional	20
Evolução da modularidade com o tempo	28
Influência da arquitectura do produto <i>versus</i> organização e vice-versa	31

(1) A numeração corresponde a secções/partes do manuscrito da entrevista. Um mesmo número pode surgir em mais do que uma categoria.

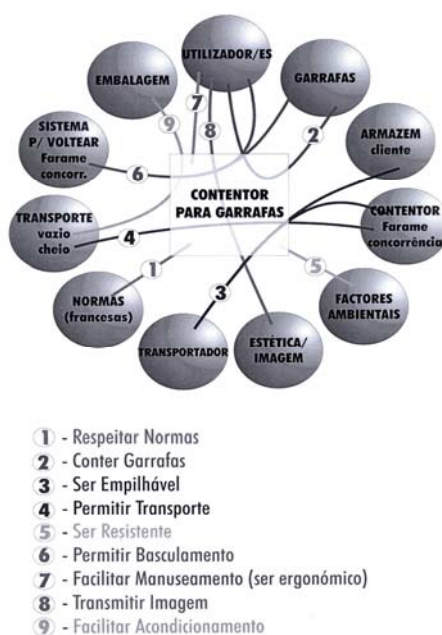
## APÊNDICE III

Sequência das várias fases da metodologia da Análise do Valor, seguidas pelo grupo de trabalho, na concepção do contentor de virar modular, para garrafas de vinho:

1) A Análise Funcional – AF. Aqui observou-se o produto não como um conjunto de componentes, mas como o resultado da satisfação de necessidades, que configuram as funções que terá de realizar. Procedeu-se depois à inventariação e hierarquização das funções, assim como à ligação dos interactivos com o problema, i.e. o futuro produto.

Da ligação dos interactivos, determinada pela equipa de trabalho (ver a Figura 59), surgiram então nove necessidades funcionais, que em Análise do Valor devem ser traduzidas para funções, representadas por um verbo e um complemento: 1- Respeitar normas; 2 – Conter garrafas; 3 – Ser empilhável; 4 - Permitir transporte; 5 – Ser resistente; 6 – Permitir basculamento; 7 – Facilitar manuseamento (ser ergonómico); 8 – Transmitir imagem; 9 - Facilitar acondicionamento. Uma vez listadas e definidas as funções procedeu-se à sua hierarquização.

Figura 59. Interactivos do contentor volteável para garrafas.



2) Recorreu-se à Matriz de Ponderação das Funções (Figura 60), caracterizou-se a Matriz Custo/Função (Figura 61) e avançou-se para a representação gráfica utilizando o Histograma Custo/Ponderação (Figura 62) comparativo.

Figura 60. Matriz de Ponderação das Funções.



Na Matriz de Ponderação de Funções representada na Figura 60, procedeu-se à ponderação das várias funções pretendidas no produto, tendo sido hierarquizadas em termos de importância. Na Figura 61 representa-se a Matriz Custo/Função, obtida através do cálculo do custo (MP e MOD) de cada uma das funções.

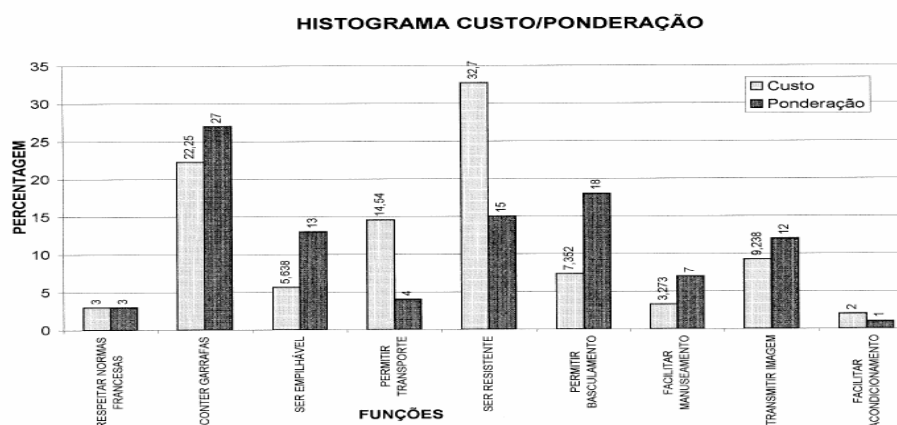
Figura 61. Matriz Custo/Função.

	Mat.	Pr	M.O.D.	Total	%	Respeitar Normas		Conter Garrafas		Ser Empilhável		Permitir Transporte		Ser Resistente		Permitir Basculamento		Facililar Manuseamento		Transmitir Imagem		Facililar Acondicionamento		
						%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%
Base	2414	825	3239	20,2	3	97,17	20	647,8	5	192	20	647,8	40	1298	0	0	10	323,9	2	64,78	0	0	0	0
Traseira	2382	792	3174	19,8	3	95,22	20	634,8	5	158,7	20	634,8	40	1270	0	0	10	317,4	2	63,48	0	0	0	0
Lateral Esquerda	1630	612	2242	14	3	67,26	25	560,5	10	224,2	15	336,3	30	672,6	5	112,1	0	10	224,2	2	44,84	0	0	0
Lateral Direita	1630	612	2242	14	3	67,26	25	560,5	10	224,2	15	336,3	30	672,6	5	112,1	0	10	224,2	2	44,84	0	0	0
Porta	690	539	1229	7,7	3	36,87	25	307,3	5	61,45	10	122,9	25	307,3	5	61,45	15	184,4	10	122,9	2	24,58	0	0
Frente	889	564	1453	9,1	3	43,59	25	363,3	5	72,85	10	145,3	25	363,3	5	72,85	15	218,1	10	145,3	2	29,06	0	0
Grelha Suporte	477	158	635	4	3	19,05	20	127	0	0	5	31,75	40	294	20	127	5	31,75	5	12,7	0	0	0	0
Grelha Superior	880	332	1212	7,6	3	36,36	30	363,6	0	0	5	60,6	10	121,2	40	484,8	5	60,6	5	60,6	2	24,24	0	0
Tirantes	50	18	68	0,4	3	2,04	0	0	0	0	5	3,4	45	30,6	35	23,8	5	3,4	2	1,36	0	0	0	0
Chapa perfurada	165	46	211	1,3	3	6,33	0	0	0	0	5	10,55	45	94,95	35	73,85	5	10,55	5	10,55	2	4,22	0	0
Elementos Fixação			314	1,9	3	9,42	0	0	0	0	5	0,50	45	157,35	35	109,9	5	15,7	5	15,7	2	6,28	0	0
			16019	100	3	480,6	22,25	3565	5,638	903,2	14,54	2330	32,7	5239	7,352	1178	3,273	9,238	1480	2	320,4	100	16019	



Na Figura 62, representam-se no Histograma Custo/Ponderação os custos obtidos em percentagem para cada uma das funções, comparando-os com os da ponderação dada pelo grupo de trabalho.

Figura 62. Histograma Custo/Ponderação.



3) A determinação da Matriz de Desempenho (Figura 63), visou comparar o produto existente com a importância dada às funções e ao seu custo, tendo em atenção a previsão da satisfação das necessidades dos utilizadores.

Figura 63. Matriz de Desempenho.

**MATRIZ DO "PERFIL" DA QUALIDADE**

	FUNÇÕES									Σ ∅S	Custo	Valor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	RESPEITAR NORMAS	CONTER GARRAFAS	SER EMPILHÁVEL	PERMITIR TRANSPORTE	SER RESISTENTE	PERMITIR BASCULAMENTO	FACILITAR MANUSEAMENTO	TRANSMITIR IMAGEM	FACILITAR ACONDICIONAMENTO			
Coef. Ponderação ∅	3	27	13	4	15	18	7	12	1			
	S (factor de satisfação de 0 a 10)											
Mínimo Aceitável (Sma)	3	8	6	4	6	9	7	8	5			
Produto Existente (Spex)	3	8	7	4	8	9	6	6	4	732	16,468	0,044

Uma vez na posse de todos os dados possíveis sobre o produto, o mercado e o seu contexto, que constituem a primeira parte do Caderno de Encargos Funcional (CEF), passou-se à elaboração do corpo central do CEF, que é composto pela caracterização das funções através de critérios, níveis desejáveis e graus de flexibilidade.

4) O grupo de trabalho passou depois para a fase da criatividade (agrupamento de ideias), avaliação e selecção das ideias – Matriz de Avaliação e Selecção dos Grupos de Ideias.

5) Seguiu-se a definição da metodologia de concepção, apontando para um custo objectivo (Concepção para um Custo Objectivo – CCO).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aastrup, J. (2000). *Change in Networks – a Critical Realist Interpretation*. Artigo apresentado na 16<sup>a</sup> Conferência do IMP – Bath, UK.
- Abbott, A. (2001). *Time Matters. On Theory and Method*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Araujo, L. (2003 a). *Technological Practice, Firms, Communities and Networks*. Artigo apresentado na 19<sup>a</sup> Conferência do IMP, University of Lugano.
- Araujo, L. (2003 b). Product architecture and the organisation of industry. Documento não publicado.
- Araujo, L., Dubois, A., e Gadde, L.-E. (1999). Managing interfaces with suppliers. *Industrial Marketing Management* **28**(5): 497-506.
- Araujo, L., Dubois, A., e Gadde, L.-E. (2003 a). The Multiple Boundaries of the Firm, *Journal of Management Studies*, **40**: 5: 1255-1277.
- Araujo, L., Gadde, L.-E., Snehota, I. e Tunisini, A, (2003 b), Editorial: Purchasing and Strategy, *Journal of Customer Behaviour*, vol. 2, n.º 3, 291-304.
- Araujo, L e Mota, J. (2005). *Routines, “Learning-by-Using” and Networks: the case of aircraft maintenance*, artigo apresentado na 20<sup>th</sup> IMP Conference, Copenhagen Business School.
- Arora, A., Gambardella, A., e Rullani, A. (1998). Division of Labour and the Locus of Incentive Activity, *Journal of Management and Governance*, **1**: 123-140.
- Augier. M., e Simon, H. (2003). The architecture of complexity (commentary), in *Managing in the Modular Age*, edited by R. Garud, A. Kumaraswamy e R. Langlois, Blackwell Publishing.
- Axelsson, B., e Easton, G. (eds.) (1992). *Industrial Networks: A New View of Reality*, Routledge, London.
- Baldwin, C. Y., e Clark, K. B. (1997). Managing in an Age of Modularity. *Harvard Business Review* **75**(5): 84.
- Baldwin, C. Y., e Clark, K. B. (2000). *Design Rules. The Power of Modularity*. Cambridge, MA., The MIT Press.
- Bowey, J., e Easton, G. (2003). *A Critical Realist Framework for Explaining Changes in Entrepreneurial Relationships*. Artigo apresentado na 19<sup>a</sup> Conferência do IMP, 4-6 Setembro 2003.
- Brusoni, S. (2003). *Authority in the Age of Modularity*. DRUID Summer Conference 2003.

Brusoni, S., e Prencipe, A. (2001). Managing Knowledge in Loosely Coupled Networks: Exploring the Links between Product and Knowledge Dynamics. *Journal of Management Studies* **38**(7): 1019-1035.

Brusoni, S., e Prencipe, A. (2006). Making Design Rules: A Multidomain Perspective. *Organization Science* **17**(2): 179-189.

Brusoni, S., Prencipe, A., e Pavitt, K. (2001). Knowledge Specialization, Organization Coupling, and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Make? *Administrative Science Quarterly* **46**(4): 597-621.

Carbone, J. (1999). For Automotive Purchasers... The System is the Thing, *Purchasing*, February 11.

Chesbrough, H., e Kusunoki, K. (2001). The Modularity Trap: Innovation, Technology Phase Shifts and the Resulting Limits of the Virtual Organization, in *Managing Industrial Knowledge. Creation, Transfer and Utilization*, edited by I. Nonaka and D. J. Teece. Thousand Oaks, CA., Sage: 202-230.

Chesbrough, H., e Teece, D. (1996). When is Virtual Virtuous: organizing for innovation, *Harvard Business Review*, **74**, 1, Jan./Feb., 65-74.

Christensen, C. M., Verlinden, M., e Westerman, G. (2002). Disruption, disintegration and the dissipation of differentiability. *Industrial and Corporate Change* **11**(5): 955-993.

Ciborra, C. U. (1996). The Platform Organization - Recombining Strategies, Structures, and Surprises. *Organization Science* **7**(2): 103-118.

Clark, K. (1985). The Interaction of Design Hierarchies and Market Concepts in Technological Evolution, *Research Policy*, 14: 235-251.

Cohen, W., e Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, N° 1, 128-152, 1990.

Dosi, G., e Marengo, L. (2000). On the tangled discourse between transaction cost economics and competence-based views of the firm, in Foss, N. J. e Mahnke, V. (eds.), *Competence, Governance and Entrepreneurship*. Oxford University Press, 80-92.

Dubois, A., e Araujo, L. (2004). Research Methods in Industrial Marketing Studies, in *Rethinking Marketing. Developing a New Understanding of Markets*, Håkansson, H., Harrison, D. e Waluszewski, A. (Eds), Chichester, John Wiley & Sons: 207-228.

Dubois, A., e Gadde, L-G. (1999). Case Studies in Business Market Research: An Abductive Approach, *Proceedings of the 15<sup>th</sup> Annual IMP Conference*, University College, Dublin.

- Dubois, A., e Gadde, L-G. (2002). Systematic Combining: an Abductive Approach to Case Research. *Journal of Business Research* **55**(7): 553-560.
- Dubois, A., e Pedersen, A.-C. (2002). Why relationships do not fit into purchasing portfolio models - a comparison between the portfolio and industrial network approaches. *European Journal of Purchasing & Supply Management* **8**(1): 35-42.
- Dubois, A., e Wynstra, F. (2005). *Organising the Purchasing Function as an Interface between Internal and External Networks*. 21<sup>th</sup> annual IMP Conference Rotterdam, September, 2005.
- Dyer, J. (1998). *Interorganizational learning, barriers to knowledge transfers, and competitive advantage*. Mimeo, Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA.
- Dyer, J., e Singh, H. (1998). The Relational View: cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of Management Review*, **23**, 4, 660-679.
- Easton, G. (1992). Industrial Networks: a review, in *Industrial Networks: A New View of Reality*, Axelsson, B. e Easton, G. (eds.), 1-27, Routledge, London.
- Easton, G. (1995). Methodology and Industrial Networks, in *Business Marketing: Interaction and Network Perspective*, Moller, K. e Wilson, D. (eds.), 411-492, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Easton, G. (1998). Case Research as a Methodology for Industrial Networks: A Realist Apologia, in *Network Dynamics in International Marketing*, edited by P. Naude and P. Turnbull. London, Pergamon: 73-87.
- Eisenhardt, K. (1989). Building Theories from Case Study Research, *Academy of Management Review*, Vol. 14, N° 4, 532-550.
- Farrell, R. S., e Simpson, T. W. (2003). Product platform design to improve commonality in custom products. *Journal of Intelligent Manufacturing*, **14**, 541-556.
- Feitzinger, E., e Lee, H. L. (1997). Mass Customization at Hewlett Packard. *Harvard Business Review* **75**(1): 116-121.
- Fine, C. (1998). *Clockspeed. Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*. Reading, MA., Perseus Press.
- Fine, C. H., e Whitney, D. E. (1996). *Is the Make-Buy Decision Process a Core Competence?*, Paper presented at the MIT IMVP Sponsors' Meeting in São Paulo, Brazil.
- Fixon, S. (1999). *Economics of Materials Competition- Effects of Product Architecture Changes and the Level of Analysis*. IMVP, MIT, Cambridge, Massachusetts.

Fixon, S. (2005). Product architecture assessment: a tool to link product, process, and supply chain design decisions. *Journal of Operations Management*, 23: 345-369.

Ford, D., Gadde, L-G., Håkansson, H., Lundgren A., Snehota, I., Turnbull, P., e Wilson, D. (1998). *Managing Business Relationships*. Chichester: John Wiley & Sons.

Ford, D., Berthon, P., Brown, S., Gadde, L-G., Håkansson, H., Nandé, P., Ritter, T., e Snehota, I. (2002). *The Business Marketing Course: Managing in Complex Networks*, Chichester, John Wiley & Sons.

Gadde, L-E., e Jellbo, O. (2002). Systems Sourcing - Opportunities and Problems. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 8(1): 43-51.

Gadde, L-E., e Snehota, I. (2000). Making the Most of Supplier Relationships. *Industrial Marketing Management* 29(4): 305-316.

Gadde, L.-E., e Håkansson, H. (2001). *Supply Network Strategies*. Chichester, John Wiley & Sons.

Galvin, P., e Morkel, A. (2001). The Effect of Product modularity on Industry Structure: The Case of the World Bicycle Industry. *Industry and Innovation* 8(1): 31-47.

Garud, R., e Kumaraswamy, A. (1993). Changing Competitive Dynamics in Networks Industries: an exploration of Sun Microsystems' open architecture, *Strategic Management Journal*, 14: 351-369.

Garud, R., e Kumaraswamy, A. (1995). Technological and Organizational Designs to Achieve Economics of Substitution, *Strategic Management Journal*, 16: 93-110.

Gulati, R., e Eppinger, S. (1996). *The Coupling of Product Architecture and Organization Structure Decisions*. Working Paper n° 3906, MIT International Center for Research on the Management of Technology.

Håkansson, H. (1982). *International Marketing and Purchasing of Industrial Goods- An Interaction Approach*. New York: John Willey & Sons.

Håkansson, H. (1987). *Industrial Technological Development: A Network Approach.*, London: Croom Helm.

Håkansson, H., e Johanson, J. (1992). A model of industrial networks, in *Industrial Networks – A new view of reality*, edited by B. Axelsson e G. Easton. London: Routledge.

Håkansson, H., e Snehota, I. (1995). *Developing Relationships in Business Networks*. London: Routledge.

Håkansson, H., e Waluszewski, A. (2002). *Managing Technological Development*. London: Routledge.

Henderson, R. M., e Clark, K. (1990). Architectural Innovation : The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly* **35**(1): 9-30.

Hobday, M., Davies, A., e Prencipe, A. (2005). Systems integration: a core capability of the modern corporation. *Industrial and Corporate Change*, Volume 14, November 6: 1109-1143.

Hoekstra, S., e Romme, J. (1992). *Integral Logistic Structures: Developing Customer-Oriented Goods Flow*, McGraw-Hill, New York.

Hsuan, J. (1998). *Modularization in Black-Box design: Implications for supplier-Buyer Partnerships*, artigo da DRUID Winter Conference, Holte, Denmark.

Hsuan, J. (1999). Impacts of supplier-buyer relationships on modularization in new product development. *European Journal of Purchasing & Supply Management* **5**(3-4): 197-209.

Karmarkar, U., e Kubat, P. (1987). Modular Product Design and Product Support. *European Journal of Operational Research*, **29**, 74-82.

Kogut, B., e E. Bowman (1995). Modularity and Permeability as Principles of Design, in *Redesigning the Firm*, edited by E. Bowman and B. Kogut. New York, Oxford University Press: 243-260.

Langlois, R. (1992), Transaction Costs in Real Time, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 1, N° 1, 99-127.

Langlois, R. N. (2002). Modularity in technology and organization. *Journal of Economic Behavior & Organization* **49**(1): 19-37.

Langlois, R., e Robertson, L. (1992). Networks and innovation in a modular system: Lessons from the microcomputer and stereo component industries, *Research Policy*, Vol. 21, 297-313.

Langlois, R. N., e Robertson P. L. (1995). *Firms, Markets and Economic Change: A Dynamic Theory of Business Institutions*. London, Routledge.

Loasby, B. (1991). *Equilibrium and Evolution – An exploration of connecting principles in economics*, Manchester University Press.

Loasby, B. (1998). The Organisation of Capabilities. *Journal of Economic Behavior & Organization* **35**(2): 139-160.

Lorenzoni, G., e Lipparini, A. (1999). The Leveraging of Interfirm Relationships as a Distinctive Organizational Capability: a longitudinal study. *Strategic Management Journal*, **20**, 4, 317-338.

Lundqvist, M., Sundgren, N., e Trygg, L. (1996). Remodularization of a Product Line: Adding Complexity to Project Management. *Journal of Product Innovations Management*, **13**, 311-324.

Mason, J. (2002). *Qualitative Researching*. Sage Publications.

McCutcheon, D. M., e Meredith, J. R. (1993). Conducting case study research in operations management, *Journal of Operations Management*, Vol. 11, 239-256.

Meredith, J. (1998). Building Operations Management Theory Through Case and Field Research. *Journal of Operations Management* **16**: 441-454.

Mikkola, J.(2000). *Modularization assessment of product architecture*. DRUID Winter Conference, Denmark.

Mintzberg, H. (1979). An Emerging Strategy of “Direct” Research. *Administrative Science Quarterly*, **24**, 582-589.

Mota, J., e Castro, L. (2003). *Connecting Capabilities trough Technological Centres*. Artigo apresentado na 19ª Conferência do IMP, University of Lugano, Switzerland.

Mota, J., e Castro, L. (2004). A Capabilities Perspective on the Evolution of the Firm Boundaries: A Comparative Case Example from the Portuguese Mould Industry. *Journal of Management Studies* – **41** (2), 295-316.

Mota, J., e Castro, L. (2005). Relationship portfolios and capability development: Cases from the moulds industry. *Journal of Purchasing and Supply Management*, **11**, 42:54.

Mota, J., e Lourenço, J. (2005). *Interaction between product architecture and supply networks*. Artigo apresentado na 12<sup>th</sup> International Product Development Conference, Copenhagen Business School, Denmark, 949-961.

Novak, S., e Eppinger, S. D. (2001). Sourcing by Design: Product Complexity and the Supply Chain. *Management Science* **47**(1): 189-204.

Orton, J., e Weick, K. (1990). Loosely Coupled Systems: A Reconceptualization. *Academy of Management Review*, Vol. 15, Nº 2, 203-223.

Pahl, G., e Beitz, W. (1984). *Developing size ranges and modular products*. In: Wallace, K. (Ed.), *Engineering Design*. The Design Council, London, UK, 315-361.

Pavitt, K. (1998). *Technologies, Products & Organization in the Innovating Firm: What Adam Smith tells us and Joseph Schumpeter doesn't*. DRUID Summer Conference, Bornhom.

Penrose, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. 2<sup>nd</sup> Ed. (1980). Oxford, Basil Blackwell.



Pfaffmann, E. (2000). Knowledge Maturity of Products, Modularity and the Vertical Boundaries of the Firm, in *Competence, Governance and Entrepreneurship*, edited by N. J. Foss and V. Mahnke. Oxford: Oxford University Press.

Pfaffmann, E., e Bensaou, B. (1998). *Mercedes-Benz and "Swatch": Inventing the smart and the networked organization*, INSEAD Case Study N° 07/98-4765, Fontainebleau: INSEAD.

Pimmler, T., e Eppinger, S. (1994). Integration analysis of product decompositions, *Proceedings of ASME Design Theory and Methodology Conference*, DE-Vol. 68, 343-351.

Piore, M. (1992). "Fragments of a Cognitive theory of Technological Change and Organizational Structure". In Nohria, N. e Eccles, R. (Eds), *Networks and Organizations: Structure, Form and Action*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 430-444.

Postrel, S. (2002). Islands of Shared Knowledge: Specialization and mutual understanding in problem-solving teams. *Organization Science*, May/June 2002.

Potts, J. (2001). Knowledge and Markets. *Journal of Evolutionary Economics*, **11**, 4, 413-431.

Randall, T., e K. Ulrich (2001). Product variety, supply chain structure, and firm performance: Analysis of the US bicycle industry. *Management Science* **47**(12): 1588-1604.

Ragin, C.C. (1992). "Casing " and the process of social inquiry, in Ragin, C.C. and Becker H.S. (Eds.) *What is a Case?*. Cambridge University Press, Cambridge.

Ragin, C. C. (2000). *Fuzzy Set Social Science*. Chicago, The University of Chicago Press.

Richardson, G. (1972). The Organization of Industry. *The Economic Journal* **82** (September): 883-896.

Richardson, G. (1999). "Mrs. Penrose and Neoclassical Theory". *Contributions to Political Economy*, **18**: 23-30.

Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box. Technology and Economies*. Cambridge, Cambridge University Press.

Sanchez, R. (1995). Strategic Flexibility in Product Competition, *Strategic Management Journal*, **16** (Summer Special Issue), 135-159.

Sanchez, R. (1999). Modular Architectures in the Marketing Process. *Journal of Marketing* **63**(SISI): 92-111.

- Sanchez, R. (2000). Modular architectures, knowledge assets and organizational learning: New management processes for product creation, *International Journal of Technology Management*, **19** (6), 610-629.
- Sanchez, R. (2003). Product, Process and Knowledge Architectures in Organizational Competence in Sanchez (Eds.), *Knowledge Management and Organizational Competence*, Oxford University Press.
- Sanchez, R., e Collins, R. (2001). *Competing and Learning in Modular Markets*, Long Range Planning, 34, 645-667.
- Sanchez, R., e J. T. Mahoney (1996). Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management Journal* **17**(SISI): 63-76.
- Sako, M. (2004). Modularity and Outsourcing: The Nature of Co-Evolution Architecture and Organization Architecture in the Global Automotive Industry, in *The Business of Systems Integration*, Oxford University Press.
- Sako, M., e F. Murray (1999), *Modularity in Design, Production and Use: Implications for the Global Automotive Industry*. Artigo apresentado no International Motor Vehicle Program (IMVP) Annual Sponsors Meeting, 5-9 October, Cambridge, MA.
- Salvador, F., Forza, C., e Rungtusanatham, M. (2002 a). How To Mass Customize: Product Architectures, Sourcing Configurations. *Business Horizons* **45**(4): 61-69.
- Salvador, F., Forza, C., e Rungtusanatham, M. (2002 b). Modularity, Product Variety, Production Volume, And Component Sourcing: Theorizing Beyond Generic Prescriptions. *Journal of Operations Management* **20**(5): 549-575.
- Sayer, A. (1992). *Method in Social Science – A realist approach*, London: Routledge.
- Sayer, A. (2000). *Realism and Social Science*, Sage Publications.
- Schaefer, S. (1999). Product design partitions with complementary components. *Journal of Economic Behavior & Organization*, **38**, 311-330.
- Schilling, M. A. (2000). Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *Academy of Management Review* **25**(2): 312-334.
- Schilling, M. A., e H. K. Steensma (2001). The use of modular organizational forms: An industry-level analysis. *Academy of Management Journal* **44**(6): 1149-1168.
- Schrader, S., e J. Goppert (1997). Task Partitioning among Manufacturers and Suppliers in New Product Development Teams, in *Relationships and Networks in International Markets*, edited by H. G. Gemunden, T. Ritter and A. Walter. Oxford, Pergamon: 248-268.
- Shirley, G. (1990). Models for managing the redesign and manufacture of product sets. *Journal of Manufacturing and Operations Management*, **3**, 2, 85-104.

Silveira, G., Borenstein, D., e Fogliato, F. (2001). Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal of Production Economics*, **72**: 1-13.

Simon, H. (1962). The Architecture of Complexity, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106: 467-482.

Starr, M. K. (1965). Modular Production: A New Concept. *Harvard Business Review*(Nov-Dec): 131-142.

Sturgeon, T. J. (2002). Modular Production Networks: a New American Model of Industrial Organization. *Industrial and Corporate Change* **11**(1): 451-496.

Tsoukas, H. (1989). The Validity of Idiographic Research Explanations, *Academy of Management Review*, Vol. 14, N° 4, 551-561.

Ulrich, K. (1995). The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm. *Research Policy* **24**(3): 419-440.

Ulrich, K., e D. J. Ellison (1998). *Beyond Make or Buy: Internalization of Design and Production*, Working Paper, Department of Operations and Information Management, The Wharton School, University of Pennsylvania.

Ulrich, K., e S. D. Eppinger (2000). “*Product Design and Development*”. New York, McGraw-Hill. (2<sup>nd</sup> edition).

Ulrich, K., e Tung, K. (1991). Fundamentals of Product Modularity, *Issues in Design Manufacture/Integration*, DE-Vol. 39, 73-79.

Van Hoek, R. I. (2001). The Rediscovery of Postponement A Literature Review and Directions for Research. *Journal of Operations Management* **19**(2): 161-184.

Von Corswant, F. (2003). *Organizing Interactive Product Development*, PhD Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

Von Hippel, E. (1990). Task Partitioning: An Innovation Process Variable. *Research Policy* **19**(5): 407-418.

Voss, C., Tsikriktsis, N., e Frohlich, M. (2002). Case Research in Operations Management. *International Journal of Operations & Production Management* **22**(2): 195-219.

Yin, R. (2003). *Case Study Research: Design and Methods*, 3<sup>rd</sup> Ed. Thousand Oaks, CA. Sage.