EVANDRO PRIETO

**IMPLICAÇÕES DA ESTRATÉGIA MODULAR NO PROCESSO DE
CAPACITAÇÃO E NA TRANSFERÊNCIA DE ATIVIDADES DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ENTRE OS FORNECEDORES
DE NÍVEL 1 E 2 DA CADEIA AUTOMOTIVA**

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção.**

**Área de concentração:
Engenharia de Produção**

**Orientador: Professor Associado
Paulo Augusto Cauchick Miguel**

**São Paulo
2007**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 14 de setembro de 2007

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Prieto, Evandro

Implicações da estratégia modular no processo de capacitação e na transferência de atividades de desenvolvimento de produto entre os fornecedores de nível 1 e 2 da cadeia automotiva

Evandro Prieto. – São Paulo, 2007.

103 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção

1. Administração estratégica 2. Estratégia organizacional (Modelos) 3. Eficácia organizacional 4. Planejamento estratégico 5. Desempenho organizacional I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. Título.

CDD – 658.4012

Dedico este trabalho a Deus. A Ele, a quem
pertence todo o poder, riquezas, sabedoria, força,
honra, glória, e louvor.

Apocalipse 5:1

Agradeço ao professor Paulo Augusto Cauchick Miguel, pela orientação, pelos conhecimentos transmitidos.

Agradeço ao professor Fernando José Barbin Laurindo, pelo seu incentivo e apoio constantes.

Agradeço pela compreensão dos familiares que souberam apoiar e entender a importância desta etapa.

Agradeço aos amigos que sempre incentivaram e se alegraram com meu crescimento profissional e pessoal.

Especialmente, à minha querida esposa, Vanderli, que nos momentos de alegria e dificuldades sempre me apoiou com seu carinho, compreensão, conselhos e idéias que enriqueceram este processo de elaboração deste trabalho.

A Deus, que providenciou todas as coisas para que pudesse concluir este curso.

RESUMO

O desenvolvimento de novos produtos no contexto da estratégia modular implica em uma redistribuição das atividades inerentes a este processo, devido à decomposição das tarefas de desenvolvimento do projeto entre as montadoras e seus fornecedores. Neste contexto, o presente trabalho investiga as implicações da estratégia modular no processo de capacitação e na transferência de atividades de Desenvolvimento de Produto (DP) entre os fornecedores de nível 1 e 2 da cadeia automotiva de suprimentos. A pesquisa se desenvolve por meio da abordagem de estudo de casos múltiplos, realizado em quatro empresas do setor automotivo. O modelo de progressividade de competências modulares foi aplicado nas empresas selecionadas e permitiu identificar graus distintos de maturidade modular. O grau de maturidade nas competências modulares apresentadas nestas empresas determina, ao mesmo tempo, o processo de transferência de atividades e a intensidade do envolvimento nas práticas de desenvolvimento de produtos com seus clientes. A pesquisa constatou que quanto maior o grau de maturidade modular, maior a tendência dos fornecedores da cadeia automotiva de participar em projetos de DP das montadoras em sistema de parceria e mediante investimentos de risco. A pesquisa constatou que quanto maior o grau de maturidade modular, maior a tendência dos fornecedores da cadeia automotiva de participar em projetos de DP das montadoras em sistema de parceria e mediante o compartilhamento do risco nos investimentos.

Palavras-chave: Desenvolvimento de produtos. Produtos novos. Engenharia automotiva. Indústria automobilística.

ABSTRACT

The new product development in the context of the modular strategy implies in a redistribution of the inherent activities of this process, being based on the decomposition and division of the project tasks developed among the assemblers and their suppliers. In accordance to this context, the present work investigates the implications of the modular strategy in the transference processes related to the Product Development (PD) activities that happens between the 1st and 2nd tier of the automotive chain. The research is developed by the approach of multiple case studies, carried through in four companies of the automotive sector. The maturity level of modular competences on these suppliers in such a way determines, at the same time, the processes of transference of activities and the supplier's involvement in the product development activities. In accordance with the analysis of this work was possible to identify that the modular strategy is promoting the improvement in the relationship among the OEM (Original Equipment Manufacturers) and the suppliers positioned in the modular stages of development and maturity. The research identified that the modular maturity level implies in the involvement level in PD projects of the OEM with the system of partnership and with the sharing of investment risks.

Key words: Product development. New products. Automotive engineering. Automobilitic industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Perspectiva modular para a cadeia automotiva	18
Figura 2 – Relação da arquitetura de produto com as oito áreas chave da empresa	24
Figura 3 – Transição do modelo de cadeia produtiva integral para modular	35
Figura 4 – Estrutura de fornecimento da cadeia automotiva	42
Figura 5 - Estrutura do projeto de pesquisa	56
Figura 6 – Estratégia da pesquisa	58
Figura 7 - Análise comparativa de posicionamento das empresas frente aos diferenciais competitivos	79
Figura 8 - Grau de envolvimento das empresas selecionadas nas principais práticas de DP	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre as arquiteturas de produto modular e integral	21
Quadro 2 - Resumo dos principais “ <i>insights</i> ” do estudo de Yassine e Wissmann, (2006).....	26
Quadro 3 - Tipologia de progressividade de competências modulares na cadeia de suprimentos modular	48
Quadro 4 - Referencial de determinantes de competências e práticas de DP para empresas com maturidade modular	50
Quadro 5 - Referencial de práticas de DP e manufatura para empresas com maturidade modular	52
Quadro 6 - Síntese das principais características das empresas selecionadas	59
Quadro 7 - Características das fontes de coleta de dados	60
Quadro 8 - Perfil organizacional das empresas selecionadas	65
Quadro 9 – Linha de produtos das empresas selecionadas	65
Quadro 10 - Descrição das principais competências modulares das empresas selecionadas	69
Quadro 11 - Envolvimento nas principais práticas de DP das empresas selecionadas	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 PROPOSTA DE PESQUISA	13
1.1.1 Objetivos e questões do estudo	14
1.1.2 Etapas do estudo.....	14
2 CONCEITO E ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	16
2.1 DEFINIÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	16
2.1.1 Concepção da arquitetura de produto: integral e modular	20
3 ESTRATÉGIA MODULAR E SUAS IMPLICAÇÕES NO MODELO DE GESTÃO DA CADEIA AUTOMOTIVA	22
3.1 CONCEITO DE ESTRATÉGIA MODULAR.....	22
3.2 IMPLICAÇÕES DA MODULARIDADE NA ARQUITETURA DE NEGÓCIOS	23
3.2.1 Arquitetura de produto modular e plataformas de produção: benefícios e custos.....	27
3.3 ARQUITETURA MODULAR E AS POSSIBILIDADES DE FORMAÇÃO DAS EQUIPES DE PROJETO	28
3.4 IMPLICAÇÕES DA MODULARIDADE NA ESTRATÉGIA DE MANUFATURA	31
3.5 IMPLICAÇÕES DA MODULARIDADE NA CADEIA AUTOMOTIVA DE SUPRIMENTOS.....	32
3.5.1 Transição da cadeia de suprimentos de integração vertical para a modular	33
4 COMPETÊNCIA MODULAR E INTEGRAÇÃO DOS FORNECEDORES NOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO PRODUTO	38
4.1 TIPOS DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA.....	39
4.2 POSICIONAMENTO DOS INTEGRANTES DA CADEIA DE SUPRIMENTOS SEGUNDO O GRAU DE COMPETÊNCIA MODULAR.....	42
4.2.1 As novas responsabilidades dos fornecedores da cadeia de suprimentos modular	43

4.2.2 Evidências empíricas da abordagem modular na cadeia de suprimentos	44
4.3 DEFINIÇÕES DAS RESPONSABILIDADES DOS FORNECEDORES POR TIPO DE PROJETO DE DP	46
4.4 TRANSFERÊNCIA DE ATIVIDADES ENTRE OS INTEGRANTES DA CADEIA AUTOMOTIVA DE SUPRIMENTOS E A PROGRESSIVIDADE DE COMPETÊNCIAS MODULARES	47
4.4.1 Progressividade de competências de gestão na cadeia de suprimentos modular	47
4.4.2 Práticas de desenvolvimento de produto	50
4.5 SÍNTESE DA REVISÃO TEÓRICA	52
5 MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA	54
5.1 ETAPAS DA PESQUISA	55
5.1.1 Objetivo geral	55
5.1.2 Questões do estudo	56
5.2 PLANEJAMENTO DOS CASOS	58
5.2.1 Seleção das unidades de análise	58
5.2.2 Coleta de dados	60
5.2.3 Análise de dados	62
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	64
6.1 APRESENTAÇÃO INDIVIDUAL DOS CASOS	64
6.1.1 Perfil das empresas pesquisadas	65
6.1.2 Identificação das competências modulares	68
6.1.3 Identificação das práticas de desenvolvimento de produto	71
6.2 ANÁLISE DOS CASOS	72
6.2.1 Análise individual dos casos	72
6.2.2 Análise cruzada dos casos	78
6.2.3 Considerações finais sobre os estudos de caso	82
7 CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	91
APÊNDICE A - ROTEIRO DA PESQUISA EXPLORATÓRIA	93
APÊNDICE B - QUADRO RESUMO SOBRE A PERSPECTIVA MODULAR PARA A CADEIA PRODUTIVA	102

1. INTRODUÇÃO

As mudanças no cenário competitivo internacional, caracterizadas pelo rápido desenvolvimento tecnológico, diminuição do ciclo de vida dos produtos e globalização de mercados tem provocado mudanças nos processos de desenvolvimento de produtos (DP), produção e entrega de bens e serviços aos clientes do setor automotivo (HOEK; WEKEN, 1998; SHIMOKAWA, 2002).

Autores como Humphrey e Schmitz (2001), Corswant e Fredriksson (2002), Sturgeon (2002), Doran (2003) e Morris et al. (2004) compartilham a opinião de que no momento atual de novas tecnologias, como o comércio eletrônico e a globalização do fornecimento (*global sourcing*), as montadoras e seus parceiros estratégicos precisam melhorar o desempenho relativo à produção (entrega, confiabilidade, qualidade e custo) e Desenvolvimento de Produto (tempo, custo e taxa de inovação). Para que seja alcançada maior eficácia nestes requisitos chave, encontram-se em andamento mudanças na arquitetura das organizações e caminhando no sentido de um novo modelo de produção em rede modular. Este modelo tem como característica importante o compartilhamento das atividades de Desenvolvimento de Produto e da produção entre os integrantes da cadeia de suprimentos, considerando-se as atividades em que o fluxo das informações relativas às especificações de produto podem ser rigorosamente formalizadas e controladas pelas montadoras (STURGEON, 2002).

Neste cenário, a adoção da estratégia modular pelas montadoras é compatível com a necessidade de aumentar a eficiência e a rentabilidade do setor automotivo. A estratégia modular tem viabilizado a integração de ações para reduzir custos e aumentar a produtividade, a redução de riscos de investimento via externalização de atividades de produção e de projeto para os fornecedores (MARTIN; ISHII, 2000).

Pine (1992) e Piller (2003) apresentam a modularidade como uma estratégia para a maximização dos lucros devido às suas características de padronização e maior possibilidade de combinação de componentes modulares na linha de produção, além da customização dos produtos (diferenciação) e serviços. Para Hoek e Weken (1998) trata-se de uma estratégia onde os riscos podem ser compartilhados através da externalização de atividades das montadoras, anteriormente consideradas como

principais - *core activities*, tais como, o planejamento e desenvolvimento de novos produtos e a produção e coordenação de logística interna.

A implantação e expansão do conceito da estratégia modular implicam na redistribuição das atividades que agregam valor entre todos os integrantes da cadeia de suprimentos, o que define uma nova configuração nas atividades de produção e Desenvolvimento de Produto (DORAN; ROOME, 2003). As possibilidades de agregação de valor destes fornecedores aos projetos de desenvolvimento de produto dependem das competências que possuem para proporcionar às montadoras maior eficiência relativa aos custos (CLARK; FUJIMOTO, 1991) e, também, de sua base de conhecimento e da aquisição de tecnologias específicas que possibilitem inovações constantes (BECKER; ZIRPOLI, 2003). A redistribuição da agregação de valor se dá em um processo de transferência de atividades, até então exercidas pelas montadoras aos seus fornecedores os quais assumem, total ou parcialmente, a produção e atividades de projeto (STURGEON, 2002; DORAN, 2003).

O processo de transferência de atividades nos projetos de DP das montadoras aos integrantes da cadeia de suprimentos ocorre graças ao seu domínio sobre toda a arquitetura do projeto do veículo. As montadoras assumem a gestão do projeto do veículo e controlam e definem as especificações de engenharia dos diferentes módulos que integram entre si de forma a ter funcionalidade única (HENDERSON; CLARK, 1990). Quanto maior o grau de maturidade de um fornecedor, maior a possibilidade das montadoras realizarem transferência de atividades em áreas tais como: pesquisa e desenvolvimento (P&D), projeto para manufatura, compra de componentes, manufatura e testes e embalagens (DORAN, 2004).

Este processo de transferência de atividades aos fornecedores impulsiona a definição de um novo modelo de arquitetura organizacional modular e de produção em redes, no qual fornecedores estabelecem unidades locais em um sistema de condomínio industrial ou consórcio modular (STURGEON, 2002). Nestes sistemas os fornecedores modulares customizam seus produtos e os entregam diretamente na linha de montagem de cada fabricante de veículos (montadoras).

O desenvolvimento de módulos padronizados, comuns a diversos produtos, permite o aumento da escala de produção e definição mais ampla do escopo das atividades dos fornecedores (HELPER et al., 1999).

Para ambas as partes, montadora e fornecedores, a estratégia de produção modular pode ser vantajosa, pois pressupõe a utilização de plataformas globais para a produção de produtos globais, destinados a diversos modelos de produto. Nestas condições, o volume de produção por produto pode aumentar e diminuir a quantidade de itens (componentes por produto) e ao mesmo tempo variantes nos produtos podem ser criadas através de modificações nos sub-módulos (BALDWIN; CLARK, 1997).

Doran (2004) sugere que o processo de transferência das atividades pelas montadoras a fornecedores considerados estratégicos também acarreta o subsequente repasse em “efeito cascata” aos outros fornecedores de componentes e sub-módulos da cadeia. Com o objetivo de analisar o processo de transferência de atividades de projeto, o mesmo autor desenvolve um modelo de progressividade de competências modulares que classifica os fornecedores da cadeia automotiva de acordo com o seu grau de maturidade.

Neste contexto, entende-se que os fornecedores progressivamente adquirem competências de produção e desenvolvimento de produto modular e, também assumem o papel de gestores na contratação e desenvolvimento de fornecedores de segundo nível - *tier 2* (STURGEON, 2002).

Com a adoção da estratégia modular as montadoras passam a contar com menor número de fornecedores que, progressivamente, deixam de entregar peças avulsas e passam a entregar e montar exclusivamente módulos e sistemas diretamente nas plataformas de produção (CLARK; FUJIMOTO, 1991). Da mesma forma, os fornecedores estratégicos tendem a estabelecer um relacionamento exclusivo com os fornecedores de segundo nível que, por sua vez, podem perder o contato direto com as montadoras.

Adotando-se a proposta de Doran (2004), entende-se que a aquisição de competências modulares por parte do fornecedor determina tanto o processo de transferência de atividades, como o grau de envolvimento dos fornecedores nas práticas de DP.

Dado este contexto, neste estudo investiga-se as implicações da estratégia modular no processo de capacitação e na transferência de atividades de DP entre os fornecedores de nível 1 e 2 da cadeia de suprimentos automotiva.

1.1 PROPOSTA DE PESQUISA

Classifica-se o estudo como de natureza exploratória, pois a literatura entende que, em sua essência, até o presente, este tema não está plenamente desenvolvido, tanto no aspecto teórico como empírico. De acordo com Doran (2003), o conceito, aplicação e os impactos organizacionais provocados pela modularidade ainda estão em fase inicial de desenvolvimento. A exploração sobre o DP modular pode trazer idéias e questões de pesquisa, que, posteriormente, poderão ser convertidas em teoria, como coloca Voss et al. (2002).

1.1.1 Objetivos e questões do estudo

Foram definidos os seguintes objetivos e questões para a condução da pesquisa:

✍ Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é identificar, descrever e analisar as implicações da estratégia modular no processo de aquisição de competências e na transferência de atividades de desenvolvimento de produto entre os fornecedores da cadeia automotiva.

A partir do objetivo geral as seguintes questões podem ser colocadas:

- (1) Quais determinantes de competências podem influenciar o potencial de transferência de atividades de Desenvolvimento de Produto entre os integrantes da cadeia automotiva?
- (2) Quais são as práticas e atividades em Desenvolvimento de Produto características dos fornecedores modulares de 1º e 2º níveis da cadeia de suprimentos e sua relação com o respectivo grau de competências?

1.1.2 Etapas do estudo

A primeira etapa desta pesquisa consiste na revisão de literatura com a finalidade de definir as proposições e os procedimentos metodológicos que devem ser adotados para o alcance dos objetivos propostos. Neste sentido, a revisão da literatura foi dividida em três capítulos.

O **capítulo 2** apresenta os assuntos que envolvem o processo de desenvolvimento da concepção de um produto e trata a definição de sua arquitetura como atividade dominante neste processo. O capítulo busca fazer a distinção entre a arquitetura de produto modular e a integral.

O **capítulo 3** procura estabelecer as implicações da estratégia modular no modelo de gestão do setor automotivo, dando ênfase aos aspectos que têm relação direta com o DP modular, objeto deste trabalho.

O **capítulo 3** procura estabelecer as implicações da estratégia modular no modelo de gestão do setor automotivo, dando ênfase aos aspectos que têm relação direta com o DP modular, objeto deste trabalho.

O **capítulo 4** aborda a gestão do processo de DP modular no âmbito das relações entre os integrantes da cadeia automotiva de suprimentos, dando ênfase à necessidade de aquisição de novas capacitações e no compartilhamento das atividades de DP.

A estrutura final da dissertação conta com mais 3 capítulos.

O **capítulo 5** apresenta o objetivo geral do presente trabalho e as questões consideradas, bem como os métodos e técnicas adotados para a sua condução.

O **capítulo 6** apresenta e analisa os resultados do estudo de múltiplos casos. A proposta consistiu na descrição e análise dos perfis organizacionais, as competências modulares e principais responsabilidades e práticas de DP de cada empresa. Os resultados obtidos puderam responder às questões propostas pelo estudo.

O **Capítulo 7** apresenta suas conclusões quanto aos principais aspectos evidenciados, e quanto às oportunidades de pesquisa subseqüentes.

2 CONCEITO E ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Este capítulo apresenta a definição de Desenvolvimento de Produto, bem como as suas etapas e compara a arquitetura de produto integral e a modular. O capítulo também aborda o conceito de arquitetura de produto quanto às características de seus elementos físicos e de sua funcionalidade. A literatura tratada neste capítulo considera que as interfaces estabelecidas entre os elementos físicos são consideradas como fator chave para sistematizar os processos de DP compartilhados com os fornecedores. Estes conceitos são considerados chave para esta dissertação e serão explorados mais profundamente nos capítulos subseqüentes.

2.1 DEFINIÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

A atividade de DP é considerada complexa, tanto pela sua importância para os resultados do negócio, como quanto à abrangência e importância dos fatores internos e externos à empresa a serem considerados para o desenvolvimento de um projeto.

Neste sentido, Martin e Ishii (2000) afirmam que o objetivo principal do DP é a maximização do lucro potencial para a companhia e que para se desenvolver um método que ajude a potencializar o esforço de projeto é necessário, primeiramente, a avaliação dos seguintes requisitos externos: requisitos dos clientes, reduções de custos e regulamentações do mercado. Os requisitos do cliente incluem mudanças nas necessidades de desempenho (peso, temperatura, umidade, estilo, etc), novas restrições ambientais (temperatura, umidade, vibrações, etc), novas funções (em função de novos mercados ou novas capacitações tecnológicas), entre outras. Quanto às reduções de custos, podem acontecer em termos da quantidade de material, mudança no tipo de material, remoção de componentes redundantes, tempo de montagem, tecnologias mais baratas, serviços pós-venda, melhora no processo de desenvolvimento de componentes, entre outros. Ulrich e Eppinger (1995) consideram o DP uma atividade desafiadora e definem algumas características, de cunho mais gerencial, que corroboram a sua posição:

- 1- gerenciamento de *tradeoff* de forma a maximizar o sucesso do projeto;
- 2- tomada de decisões em um ambiente cada vez mais dinâmico;
- 3- definição da utilização de determinados componentes que, mesmo sendo de baixa complexidade, podem ter implicações econômicas de grande valor financeiro;
- 4- processo intensamente criativo do ponto de vista agregado e individual;
- 5- requer grande diversidade de conhecimentos e talentos e;
- 6- times de desenvolvimento devem ser motivados e cooperativos, pois pressupõe um espírito de equipe.

Autores como Pugh (1991), Clark e Fujimoto (1991), Ulrich e Eppinger (1995) e Cheng (2000) apresentam várias definições sobre o DP, que são importantes para delimitar o objeto de estudo desta dissertação e que, ao mesmo tempo, como já afirmado no texto acima, também denotam a complexidade da atividade em estudo.

Na opinião de Pugh (1991), a atividade de DP pode ser considerada como a sistemática adotada desde a identificação do mercado e as necessidades dos usuários até a venda de produtos capazes de satisfazer estas necessidades - uma atividade que engloba produto, processos, pessoas e organização.

Clark e Fujimoto (1991) apontam que o DP é o processo a partir do qual informações sobre o mercado são codificadas em informações e bens necessários para a produção de um bem ou serviço com fins comerciais.

Na opinião de Ulrich e Eppinger (1995), as atividades de desenvolvimento do conceito do produto incluem a seleção dos princípios tecnológicos empregados no produto; escolha dos elementos funcionais, características e objetivos de desempenho com a finalidade de atender da melhor forma possível às necessidades dos consumidores; e a escolha da abordagem de arquitetura. Um produto pode ser definido em termos físicos e funcionais. Os elementos funcionais de um produto são as operações individuais e as transformações que contribuem para o desempenho geral do produto. Os elementos físicos são as peças, os componentes, e conjuntos que se agrupam em uma arquitetura para interagirem entre si e implementarem as funções definidas para o produto (ULRICH; EPPINGER, 1995).

Cheng (2000) afirma que o sistema de DP constitui-se de uma série de processos cujas atividades podem ser estruturadas em três dimensões principais: (1) avaliação do DP (avaliação de desempenho e identificação dos fatores contribuintes de sucesso); (2) estratégico: empresa/projeto (processo de desenvolvimento e

Clark (1989), Ulrich e Eppinger (1995) e Sanchez e Mahoney (1996) consideram que a definição da arquitetura do produto é a atividade dominante nos processos inovativos e de estruturação dos processos de produção que são realizadas na fase inicial do desenvolvimento do produto, particularmente durante o desenvolvimento de seu conceito e do projeto no seu nível sistêmico.

Ulrich (1995) entende que a arquitetura do produto compreende três aspectos: (1) as propriedades e arranjos dos elementos funcionais; (2) as especificações das interfaces entre os elementos físicos que interagem entre si e (3) o mapeamento das relações (interfaces) estabelecidas desde os elementos funcionais até seus componentes físicos.

As propriedades e arranjos da arquitetura são os elementos funcionais que representam a interatividade dos relacionamentos (interfaces) entre seus componentes físicos (FUJIMOTO et al., 2001).

O processo de especificação de interfaces (relações) é denominado de estrutura de informações estabelecida entre seus elementos (SANCHEZ; MAHONEY, 1996).

Sanchez (2002) aponta que os projetistas do produto devem definir as especificações completas das interfaces entre os elementos do produto nas seguintes dimensões:

- ✍ Interfaces de conexão: como um componente se conecta a outro;
- ✍ Interfaces espaciais (volumétrica): o volume espacial que um componente ocupa;
- ✍ Interfaces de transferência: o fluxo de entrada e saída entre os componentes;
- ✍ Controle e Interfaces de comunicação: como um componente sinaliza para outro componente em que situação se encontra, e como o segundo componente sinaliza ao primeiro componente se deve permanecer naquele estado ou mudar para outro.
- ✍ Interfaces com os usuários: como os usuários interagem com o produto ou componente e como os componentes interagem com os usuários;
- ✍ Interfaces com o ambiente: como cada componente irá interagir com o meio ambiente escolhido e como o funcionamento de um componente afeta o funcionamento de outros componentes em um produto de forma não desejada.

Ulrich (1995) destaca que o mapeamento das relações (interfaces) é o conhecimento das relações que os elementos funcionais estabelecem com os elementos físicos, o que pode definir a seleção do tipo de arquitetura que simplifique a efetividade do desdobramento das outras fases do desenvolvimento do produto, incluindo o projeto

no nível sistêmico, detalhamento do projeto, testes e refinamentos das especificações do produto.

Levando-se em consideração os aspectos da importância da atividade de DP, das características de sua constituição em nível sistêmico e das funcionalidades que devem ser definidas pelas equipes de projeto por meio de especificações técnicas, na seção seguinte são consideradas as diferenças e similaridades existentes nas arquiteturas de produto de concepção integral e modular.

2.1.1 Concepção da arquitetura de produto: integral e modular

Segundo Sanchez (2002) um produto deve apresentar uma proposição de valor (*product offer*) através das suas funcionalidades e das possibilidades de interface entre os componentes de um módulo e com outros módulos. A literatura aponta o emprego de duas estratégias de concepção de arquitetura nos projetos de DP como alternativas para oferecer uma proposição de valor ao cliente: a arquitetura integral - fechada e a modular – aberta (NEPAL, 2005).

Huang (2000) e Voordijk et al. (2006) consideram que um produto de arquitetura integral define que cada um de seus componentes desempenhe muitas funções através de relações físicas e / ou espaciais (volumétricas) muito próximas, ou o inverso – um componente desempenha uma única função e estabelece diversas relações com outros componentes, o que requer grande sincronização. O fato do produto de arquitetura integral ser projetado para maximizar certa medida de desempenho sem a consideração de que seus elementos funcionais possam ser independentes entre seus diversos sub-módulos, pode determinar que possíveis modificações em um de seus componentes ou característica requeiram re-projeto intensivo de todo o produto.

De acordo com Ulrich (1995), na maioria das vezes um componente padronizado é menos caro do que um componente projetado e construído para uso exclusivo em um só produto. A redução do seu custo se deve ao seu grande volume e economia de escala.

Um produto de arquitetura modular é utilizado para construir produtos e módulos complexos, com base na definição de unidades padronizadas de maior funcionalidade do que um projeto integral, o que possibilita uma simplificação na sua

desmontagem e remontagem (BALDWIN; CLARK, 1997), como no caso dos veículos. Um produto não pode ser classificado como estritamente modular ou integral. Eles podem ser classificados relativamente a outros produtos de acordo com o seu grau de modularidade (ULRICH; EPPINGER, 1995). Quanto maior o grau de modularidade de um produto, maior o tempo necessário para o desenvolvimento de seus componentes em sua fase inicial de projeto, mas, ao longo do tempo, diminui conforme as suas interações começam a ser mais bem definida.

De forma inversa, a arquitetura integral pode ter menor tempo de desenvolvimento de seus componentes em sua fase inicial de projeto, bem como sua colocação no mercado de acordo com suas restrições de flexibilidade (YASSINE; WISSMANN, 2006).

No Quadro 1, estão sintetizadas algumas comparações que Huang (2000) estabelece entre as propriedades da arquitetura integral e modular e confirmadas pelos autores mencionados nesta seção.

Propriedades da arquitetura integral	Propriedades da arquitetura modular
<ul style="list-style-type: none"> ✍ Um conjunto de componentes que implementam diversas funções de um produto é denominado “bloco”. ✍ Um único bloco implementa muitos elementos funcionais. ✍ As interações (interfaces) entre os blocos não são bem definidas e possivelmente incidentais em relação às funções primárias do produto. ✍ O desempenho do produto é melhorado em função da adoção de uma arquitetura integral. ✍ A mudança de um bloco em um produto de concepção integral deve influenciar muitos elementos funcionais e requer mudanças para diversos elementos relacionados. 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Uma coleção de componentes que implementam uma única ou poucas funções de um produto é chamada de “módulo”. ✍ Um módulo implementa um ou poucos elementos funcionais em sua totalidade. ✍ As interações (interfaces) entre os módulos são bem definidas e geralmente são fundamentais para a função primária do produto. ✍ O desempenho do produto não deve ser melhorado em função da adoção de uma arquitetura modular. ✍ As mudanças em poucos elementos funcionais isolados de um produto não devem afetar o projeto de outros módulos.

Quadro 1 - Comparativo entre as arquiteturas de produto modular e integral - Adaptado de Huang (2000)

Devido às montadoras adotarem o conceito de DP de arquitetura modular, a cadeia de suprimentos adquire e desenvolve uma grande quantidade de conhecimento no que se refere a como integrar seus módulos e sub-módulos uns com os outros para a realização da montagem final do veículo. Uma das vantagens deste tipo de arquitetura é a possibilidade de ser aplicada em certa quantidade de modelos de veículos de uma só vez. (FREDRIKSSON, 2002).

Neste trabalho, a abrangência das atividades de DP investigadas está delimitada às etapas de desenvolvimento da arquitetura de produto de concepção modular, conforme demonstrado na proposta de Ulrich e Eppinger (1995).

3 ESTRATÉGIA MODULAR E SUAS IMPLICAÇÕES NO MODELO DE GESTÃO DA CADEIA AUTOMOTIVA

A revisão teórica abordada neste capítulo procura estabelecer as implicações da modularidade no modelo de gestão do setor automotivo, dando ênfase aos aspectos que têm relação direta com o Desenvolvimento de Produto modular, objeto deste trabalho. Primeiramente discute-se a estratégia modular e seus aspectos de externalização de atividades. Apoiando-se neste conceito, em seguida é apresentada uma visão geral da influência da adoção da arquitetura modular em áreas chave da empresa e depois são destacadas as implicações de sua adoção na formação das equipes de projeto, na gestão da manufatura e na gestão da cadeia de suprimentos.

3.1 CONCEITO DE ESTRATÉGIA MODULAR

A adoção da estratégia modular permite que as montadoras realizem o processo de externalização com a progressiva transferência de atividades de produção e DP mantendo o foco em atividades consideradas de maior valor para seus negócios.

O fundamento para que esta externalização com a progressiva transferência de atividades ocorra é apresentado em estudo recente realizado por Yassine e Wissmann (2006), que verificou que a decomposição dos módulos de um projeto modular permite o seu desenvolvimento de forma independente entre diversas equipes, internas ou externas à organização. A padronização das interfaces entre os módulos e as especificações das informações de projeto rigorosamente definidas e controladas pelas montadoras, permite a descentralização das atividades de projeto (*off line*), para que, em momento posterior, aconteça a integração de cada módulo em uma arquitetura única do veículo.

Neste sentido, a estratégia modular se constitui na combinação da modularidade aplicada ao desenvolvimento do produto com a externalização de suas atividades aos fornecedores. É possível dizer que, embora sejam conceitos diversos e independentes, os limites entre modularidade e externalização por vezes se confundem.

Este ponto de vista pode ser corroborado por Graziadio (2004) que considera que modularidade significa produzir componentes (elementos) de um produto ou processo complexo de modo independente, por empresas diferentes para que depois outra empresa monte os sistemas formando o conjunto conforme previsto. Nesta abordagem a externalização é parte da modularidade - uma estratégia que faz a opção pela combinação da modularidade do produto e a externalização de suas atividades de desenvolvimento.

No entanto, cabe ressaltar que os módulos podem ser produzidos internamente na planta da montadora ou por fornecedores alocados nestas plantas.

A modularidade combinada com a externalização pode ser considerada como uma decisão que está mais relacionada à gestão do negócio do que com a produção. É uma forma de a empresa reduzir o volume de investimentos e os riscos associados à determinada atividade industrial e dedicar-se ao que mais agrega valor, como projeto de plataforma, conceito do veículo, motor (GRAZIADIO, 2004).

A revisão teórica apresentada até este ponto possibilitou relacionar o termo “estratégia modular” com os conceitos de arquitetura de produto modular, conforme seções 2.1.1 e 3.1. Dada esta perspectiva, as implicações da adoção da estratégia modular e as interfaces que a arquitetura de produto estabelece com a arquitetura do negócio são investigadas nas próximas seções deste capítulo.

3.2 IMPLICAÇÕES DA MODULARIDADE NA ARQUITETURA DE NEGÓCIOS

Sanchez e Mahoney (1996) e Fujimoto et al. (2001) colocam que em setores econômicos com grandes escalas e complexidade em seus sistemas produtivos, como no caso do setor automotivo, a aplicação da estratégia modular no projeto de produto pode levar as organizações a caminhar na direção da modularidade em sua arquitetura de negócios. Outros autores também chamam a atenção para a ampliação na aplicação do conceito. Segundo Langlois (1999), as idéias da modularidade não são recentes na literatura. O que pode ser considerado novo é a sua aplicação nas estruturas organizacionais. Da mesma forma, Sanchez e Mahoney (1996) consideram que a modularidade em DP em si não determina uma organização modular, mas de certa forma é uma consequência da escolha desta

arquitetura organizacional, e também das estratégias de definição de fronteiras entre as firmas - montadoras e fornecedores.

As evidências da relação entre a arquitetura do produto e a arquitetura do negócio são apontadas por Baldwin e Clark (1997) e Hoek e Weken (1998). Segundo estes autores, um produto de arquitetura modular implica em montagem modular. Na montagem modular os fabricantes de veículos podem optar pela montagem interna ou externa às fronteiras organizacionais, o que define estruturas organizacionais distintas (verticais ou desverticalizadas). A desverticalização produtiva consiste na transferência de grande parcela da fabricação e montagem de módulos para os fornecedores de autopeças.

O estudo realizado por Yassine e Wissmann (2006) confirma a existência de uma correlação direta entre a arquitetura de negócios e a arquitetura do produto (ou vice-versa), porque ambas devem estar alinhadas com os objetivos de redução de custos das transações entre as empresas envolvidas no processo de criação de valor ao usuário final do produto. O mesmo estudo, baseado em uma revisão da literatura, relaciona a influência da arquitetura do produto com oito áreas chave da empresa, classificadas em uma matriz de duas dimensões, atividades de gerenciamento e perspectivas da empresa (Figura 2).

As atividades de gerenciamento consideradas são:

- ✍ *Portfolio* de recursos - conhecimento da arquitetura, planejamento do produto e de marca;
- ✍ Estrutura – arquitetura organizacional e desdobramento dos requisitos e;
- ✍ Processos operacionais - produção e distribuição, DP e marketing.

Figura 2 - Relação da arquitetura de produto com as oito áreas chave da empresa (YASSINE e WISSMANN, 2006)

Sanches (2002) considera que as atividades de gerenciamento se referem à forma como o valor é criado por cada um dos três elementos do sistema. Portanto, a estratégia modular utilizada pelas montadoras define a entrega de uma proposição de valor ao cliente – *product offer* com grande intensidade de participação de seus fornecedores.

Do ponto de vista das perspectivas da empresa, entende-se que a empresa é um sistema complexo que compreende a estrutura da empresa, os seus produtos fabricados, os consumidores aos quais atende e a interação entre estes três elementos.

Yassine e Wissmann (2006) definem alguns *insights* relativos às implicações da arquitetura de produto modular, que são apresentados no Quadro 2.

Com base no estudo destes autores, evidencia-se quão abrangente pode ser a influência da adoção da estratégia de produto modular para a organização, aqui retratada pelas oito áreas chave. Para efeito deste trabalho, cabe ressaltar a relação entre a estratégia de produto modular e a arquitetura organizacional, principalmente quanto aos efeitos na relação de DP em parceria com os fornecedores. Neste sentido destacam-se:

- ✍ Nos casos de externalização de atividades de projeto e DP, a arquitetura de produto e plataforma modular são os **meios pelos quais as montadoras têm de reter o conhecimento das arquiteturas dos módulos** externalizados;
- ✍ Uma arquitetura organizacional e de produto modular possibilitam a **redução dos custos de transferência de atividades** tanto internamente como externamente às fronteiras das montadoras.

Portanto, considera-se que as vantagens da arquitetura de produto da concepção modular em relação à arquitetura de concepção integral (vide seção 2.1.1) refletem diretamente em melhorias na gestão do negócio das empresas e dos fornecedores da cadeia de suprimentos.

A arquitetura modular, seja na organização ou no produto, possibilita a otimização do uso dos conhecimentos adquiridos nos projetos anteriores, a redução de custos e a simplificação dos processos de desenvolvimento de produto a partir da padronização das especificações de suas arquiteturas abertas (NEPAL,2005).

<p>Portfolio de Recursos – conhecimento da arquitetura, planejamento do produto e de marca</p> <p>✍ <i>Conhecimento da Arquitetura</i> A arquitetura do produto tem grande influência na aprendizagem e gerenciamento do conhecimento. O conhecimento da arquitetura é tácito e desenvolvido através de experimentação e retido pelos colaboradores da empresa. Uma arquitetura de produto e plataforma modular é a maneira de reter o conhecimento de arquiteturas.</p> <p>✍ <i>Planejamento do produto</i> As decisões relativas à arquitetura de produto e plataforma de produção afetam diretamente a habilidade das empresas em, eficientemente e efetivamente, gerenciar o <i>portfolio</i> de produtos. O <i>portfolio</i> de produtos com arquitetura modular, freqüentemente, se desenvolve com uma adaptação ao conceito de independência de seus componentes.</p> <p>✍ <i>Planejamento da marca</i> Os gerentes de marca, quando utilizam plataformas de produção modular, devem ter como objetivo as reduções contínuas nas variações na qualidade nos momentos em que o valor do <i>portfolio</i> de produtos em linha tende a diminuir. As marcas de conceito modular devem se tornar uma forma de comunicar a velocidade das inovações tecnológicas no âmbito de toda a sua linha de produtos</p>
<p>Estrutura – arquitetura organizacional e desdobramento dos requisitos</p> <p>✍ <i>Arquitetura organizacional</i> A arquitetura organizacional tem grandes possibilidades de corresponder à arquitetura do produto (ou vice-versa). A arquitetura modular, na maioria das vezes, reduz os custos de transferências de atividades de projeto (interna ou externamente), por requerer transferências menos freqüentes e mais definidas entre os agentes, o que explica porque os elementos da arquitetura de um módulo podem ser externalizados mais facilmente</p> <p>✍ <i>Desmembramento dos requisitos</i> Para assegurar que a integração dos módulos tenha sucesso, os requisitos de desempenho dos sub-módulos devem estar estreitamente relacionados aos requisitos dos clientes. O sucesso do desmembramento dos requisitos e a integração dos módulos são influenciados, em grande parte, pela arquitetura do produto.</p>
<p>Processos operacionais – produção e distribuição, DP e marketing</p> <p>✍ <i>Interfaces com a produção e distribuição</i> O projeto do processo de produção é freqüentemente determinado pela arquitetura do produto. O processo de planejamento da arquitetura do produto, levando-se em consideração este aspecto, pode levar a construção de estratégias para a melhora dos níveis de serviço.</p> <p>✍ <i>Interfaces com o desenvolvimento do produto</i> Quanto mais um produto adquire características modulares, o seu tempo de desenvolvimento aumenta para os primeiros componentes desenvolvidos, mas ao longo do tempo diminui conforme as suas interações começam a ser mais bem conhecidas. De forma inversa, as arquiteturas integrais geralmente são utilizadas quando o tempo de colocação no mercado (<i>time to market</i>) da primeira versão do produto é extremamente importante.</p> <p>✍ <i>Interfaces com marketing</i> O grau de envolvimento do departamento de marketing no projeto da arquitetura do produto está relacionado ao grau de modularidade necessária para atender as necessidades dos clientes. Arquiteturas flexíveis de produto permitem às empresas testar rapidamente o sucesso comercial de novas tecnologias sem a necessidade de realizar grandes investimentos em um projeto totalmente novo.</p>

Quadro 2 - Resumo dos principais “*insights*” do estudo de Yassine e Wissmann (2006)

A relação entre a estratégia de produto modular e a arquitetura organizacional, principalmente quanto aos efeitos na relação de DP em parceria com os fornecedores será aprofundada no Capítulo 4.

3.2.1 Arquitetura de produto modular e plataforma de produção: benefícios e custos

Quanto à discussão sobre o impacto da modularidade na arquitetura de negócios da empresa, vale destacar os benefícios e custos da modularidade que foram discutidos por Ulrich e Tung (1991) e também apresentados por Martin e Ishii (2000). Estes autores consideram que um dos motivadores mais comuns para a adoção da modularidade é a necessidade das empresas de viabilizar a construção de uma ampla variedade de produtos a partir de um conjunto menor de módulos e componentes. Como resultado, qualquer combinação de módulos e componentes, bem como a montagem dos equipamentos, podem ser padronizadas.

Segundo Pahl e Beitz (1988) e Hoek e Weken (1998) os benefícios potenciais da modularidade incluem:

- ✍ Economias de escala: a partir do momento que cada módulo é produzido em quantidades relativamente grandes, a tendência natural é a obtenção de economias de escala.
- ✍ Mudanças de projeto realizadas de forma independente: desde que as interfaces entre os módulos sejam claramente especificadas as mudanças necessárias em um módulo podem ser realizadas de forma independente.
- ✍ Aumento da variedade no *portfolio* de produtos: a utilização de módulos significa que uma grande variedade de produtos pode ser alcançada através de diferentes combinações de módulos.
- ✍ Redução no *lead-time* de entrega: o *lead time* total pode ser diminuído porque os módulos podem ser manufaturados simultaneamente pelos diversos parceiros e a partir do momento em que são produzidos e entregues em volumes relativamente grandes, a logística de produção também tem *lead time* reduzido.
- ✍ Divisão de tarefas: a partir do momento que as interfaces e os módulos são padronizados, suas interfaces permitem que as atividades de projeto e produção sejam decompostas. Esta decomposição pode resultar na redução da complexidade das tarefas e na capacidade de completá-las em paralelo.
- ✍ Uma empresa pode isolar facilmente os potenciais problemas de qualidade.
- ✍ Facilidade de atualização, manutenção, reparo e disponibilidade: a partir do momento que um produto é decomposto em módulos, apenas alguns deles precisam ser trocados quando o reparo do produto é realizado. Pela mesma

razão, as atualizações, manutenção e reparo são também realizados de forma mais simples.

Segundo os mesmos autores, os custos potenciais da modularidade incluem:

- ✍Arquiteturas físicas redundantes em função da diminuição do compartilhamento de funções.
- ✍Excessiva capacidade devido à padronização.
- ✍Potencial para o desenvolvimento de arquiteturas de produto estáticas e produtos com excessiva similaridade.

3.3 ARQUITETURA DE PRODUTO MODULAR E AS POSSIBILIDADES DE FORMAÇÃO DAS EQUIPES DE PROJETO

Conforme a análise de Ulrich e Eppinger (1995), o projeto de desenvolvimento do produto se constitui na seqüência de todas as atividades que uma companhia deve executar a fim de desenvolver, produzir, distribuir e vender um produto. Os mesmos autores também consideram o processo de desenvolvimento de um projeto de produto como uma atividade interdisciplinar, que requer a contribuição de quase todas as áreas da empresa para a identificação das necessidades do cliente, concepção da idéia do produto e sua produção e venda (vide seção 1.1).

Em especial consideram três áreas que coordenam este processo:

- ✍Marketing: As funções de marketing realizam a interação entre a empresa e os consumidores (identifica suas necessidades e realiza a comunicação relativa aos produtos e serviços que oferta).
- ✍Projeto: A função de projeto desenvolve e seleciona o conceito do produto de acordo com definições físicas que possam atender da melhor forma as necessidades dos consumidores. As decisões sobre o tipo de arquitetura do produto (integral ou modular) devem ser tomadas, principalmente, a partir do menor custo e maior funcionalidade. Neste contexto, as atividades de projeto incluem o projeto de engenharia (mecânica, elétrica, software, etc.) e o projeto industrial (estético, ergonômico, interfaces aos usuários).
- ✍Manufatura: As funções da manufatura são definidas a partir da definição das especificações que permitem, principalmente, o planejamento do projeto e operação dos módulos de produção para produzir os produtos.

Autores como Sanchez e Mahoney (1996), Corswant e Fredriksson (2002) e Nepal (2005) relatam que a modularidade aplicada nos processos de DP é uma forma especial de projeto, pois cria um alto grau de independência entre seus elementos, flexibilidade e possibilidades de intercambiar sub-módulos de sua arquitetura. O intercâmbio dos módulos é possível por meio da padronização das especificações de suas arquiteturas abertas que possibilitam a conexão entre os diversos sub-módulos. As equipes que desenvolvem um projeto de produto de concepção modular planejam que cada elemento do produto estabeleça sua(s) interface(s) com outros elementos através de estruturas de informação que definem especificações técnicas padronizadas. Neste contexto, pode ocorrer uma decomposição e divisão das tarefas do projeto de desenvolvimento e produção entre as montadoras e seus fornecedores, bem como sua integração posterior na montagem final do produto (ULRICH; TUNG, 1991; MARTIN; ISHII, 2000). De acordo com estes autores, esta decomposição pode resultar na redução da complexidade das tarefas e na capacidade de completá-las em paralelo.

Ulrich e Eppinger (1995) definem que a decomposição do projeto é a decomposição de um sistema complexo em elementos menores para três tipos de projeto: novo produto, nova aplicação e otimização. A concepção de arquitetura modular facilita a decomposição de seus módulos para o desenvolvimento de projetos atuais e de possíveis melhorias futuras.

Outro aspecto importante considerado por Sanchez e Mahoney (1996) é que a característica de decomposição do projeto está relacionada à intensidade em que os módulos são independentes uns dos outros. Estes autores defendem que a independência entre os componentes (módulos e sub-módulos) em um projeto de produto depende da extensão com a qual uma mudança no projeto de um componente requer uma compensação de mudanças nos projetos de outros componentes, além da criação de uma estrutura de informações normativas elaboradas pelas montadoras para controlar e integrar estes componentes. Quanto maior o grau de independência dos componentes e a adoção de uma estrutura de informações sobre as especificações do projeto, maior a probabilidade de facilitar a coordenação das montadoras nos processos de decomposição e integração e efetuar mudanças nos projetos pré-existentis.

Yassine e Wissmann (2006) confirmam que a decomposição do projeto com a combinação da padronização das interfaces entre seus elementos e a definição de

informações bem definidas permite a configuração de equipes independentes de projeto.

Devido às características da modularidade aplicada na concepção do DP e do ponto de vista da inovação tecnológica, considera-se que o produto de concepção modular pode facilitar uma estratégia de descentralização das atividades de DP (SALERNO; DIAS, 1999). Esta configuração de arquitetura modular permite às equipes de projeto das montadoras e de seus fornecedores, realizarem fora da linha de produção (*off line*) atividades de projeto em paralelo, o que pode acelerar o ritmo de inovações tecnológicas que, por sua vez, freqüentemente conduzem a reduções no tempo total necessário para projetar o produto (BALDWIN; CLARK, 1997; YASSINE; WISSMANN, 2006).

Baldwin e Clark (1997) consideram que a integração do projeto é o processo para integrar e verificar os sub-módulos que interagem de uma forma desejada. Para que ocorra esta integração é necessária maior intensidade da transferência de informações codificadas entre as equipes de projeto – principalmente por especificações técnicas e normas de qualidade (STURGEON, 2002; DORAN, 2003). Portanto a configuração de equipes independentes de projeto pode levar a um processo de compartilhamento de atividades chave com agentes externos à organização que co-idealizam a arquitetura do produto. A participação dos fornecedores no DP é facilitada quando a arquitetura de seu projeto permite seu desmembramento em partes - sub-módulos (FINE; WHITNEY, 1996).

Outro fator importante decorrente desta característica de independência entre as peças e/ou sub-módulos é a possibilidade do desenvolvimento de inovações tecnológicas incrementais por parte dos responsáveis pelo desenvolvimento dos módulos que integram o veículo, sem o impacto na sua arquitetura como um todo. Esta estratégia pode dificultar a possibilidade da adoção de inovações mais profundas - radicais (ENDERSON; CLARK, 1990).

Do ponto de vista da estratégia dos negócios, Sanchez (2002) declara que as equipes de projeto de produto podem colaborar para a empresa responder às mudanças tecnológicas e aos mercados consumidores por meio de rapidez na criação de variantes na linha de produtos, sem custo adicional, através de diferentes combinações de componentes modulares novos ou pré-existentes. Por conseqüência, o projeto de produto modular é um meio de flexibilização das atividades de manufatura.

Portanto, os atributos de decomposição, padronização e combinação dos elementos de um produto modular facilitam a criação de estruturas descentralizadas de projetos de DP.

3.4 IMPLICAÇÕES DA MODULARIDADE NA ESTRATÉGIA DE MANUFATURA

Conforme já mencionado na seção anterior, a externalização das atividades de manufatura permite às montadoras dedicarem-se ao que mais agrega valor, como projeto de plataforma, conceito do veículo e motor (GRAZIADIO, 2004). Neste processo, como analisam Humphrey (1999), Corswant e Fredriksson (2002), Sturgeon (2002), Doran (2003) e Morris et al. (2004), as montadoras e seus parceiros estratégicos buscam soluções conjuntas para melhorar o desempenho relativo à produção (entrega, confiabilidade, qualidade e custo) e DP (tempo, custo e taxa de inovação).

Sturgeon (2002) entende que a criação de arquiteturas organizacionais modulares e o desenvolvimento de um modelo de produção em rede modular podem colaborar no aumento da eficácia das operações produtivas do setor automotivo. O mesmo autor aponta que o compartilhamento da produção e DP entre os integrantes da cadeia de suprimentos é uma das características principais desta nova configuração da cadeia automotiva.

Denota-se, portanto, um interesse por parte das montadoras em aumentar o uso de plataformas associadas à estratégia modular (CORSWANT; FREDRIKSSON, 2002). O conceito de plataforma refere-se a um conjunto relativamente grande de componentes e módulos, fisicamente conectados, que formam uma base comum a partir da qual pode ser desenvolvida uma série de produtos diferenciados (MUFFATO, 1999).

Como consequência da utilização desta arquitetura organizacional modular e do modelo de produção em redes (STURGEON, 2002) muitos fornecedores estão estabelecendo unidades locais em sistema de condomínio industrial ou consórcio modular. Nestes sistemas, os fornecedores modulares customizam seus produtos e os entregam diretamente na linha de montagem de cada fabricante de veículos (montadoras).

O desenvolvimento de módulos padronizados, comuns a diversos produtos, permite o aumento de sua escala de produção e definir maior escopo em suas atividades (HELPER et al., 1999).

Para ambas as partes, a estratégia de produção modular pode ser vantajosa - pressupõe a utilização de plataformas globais para a produção de produtos globais destinados a diversos modelos de produto. Nestas condições, o volume de produção por produto pode aumentar e diminuir a quantidade de itens (componentes por produto) e ao mesmo tempo variantes nos produtos podem ser criadas através de modificações nos sub-módulos (BALDWIN; CLARK, 1997).

Entre diversas vantagens da adoção da estratégia de plataformas de produção modular, Krishnan e Gupta (2001) destacam: (1) gerar um *portfolio* de produtos que, potencialmente, reduzem os custos fixos para o desenvolvimento de variações individuais nos produtos; (2) criar possibilidades de grande reutilização das plataformas; que freqüentemente estimulam as empresas a investirem mais tempo em projeto e desenvolvimento resultando em arquiteturas de produto e integração de componentes de maior desempenho e, (3) proporcionar menor variação no custo unitário em relação a uma plataforma convencional.

Verifica-se, portanto, que a modularidade tem implicações diretas na gestão da produção e no DP compartilhado entre as montadoras e seus fornecedores. A tendência atual no setor automotivo é que as montadoras transfiram, progressivamente, suas operações produtivas e de desenvolvimento de partes (módulos) do veículo a fornecedores considerados estratégicos.

3.5 IMPLICAÇÕES DA MODULARIDADE NA CADEIA AUTOMOTIVA DE SUPRIMENTOS

Devido à adoção da estratégia da externalização pelas montadoras, vem acontecendo, progressivamente, a participação mais ativa dos fornecedores na indústria automotiva por meio da integração logística, *just in time* e DP dentro da produção (CALABRESE, 2001). Collins et al. (1997) sugerem que a pressão exercida pelas montadoras sobre a redução de seus custos anuais é o norteador crítico da extensão da estratégia modular aos integrantes da cadeia de suprimentos,

o que demanda uma reorganização da criação de valor a partir de uma abordagem modular.

Voordijk et al. (2006) apontam que o valor gerado na cadeia de suprimentos modular é medido segundo a definição de quem faz o quê - a divisão do trabalho (alocação de tarefas entre as empresas envolvidas) e como as diferentes empresas interagem entre si nestas atividades compartilhadas – manufatura e DP. Como destacam Becker e Zirpoli (2003), Graziadio e Zilbovicius (2003) e Voordijk et al. (2006), ao se dividir tarefas entre diferentes empresas, há uma divisão implícita do conhecimento requerido para desempenhar tal tarefa. O conhecimento e competências, que estavam concentrados em uma única empresa, passam a estar dispersos entre vários fornecedores.

Considerando esta perspectiva, progressivamente, vem ocorrendo um aumento do nível de competências no contexto da estratégia modular, tanto por parte das montadoras, quanto de seus fornecedores. A aquisição de competências também define o processo de transferência de atividades de produção e DP entre os integrantes da cadeia automotiva.

Doran (2004) considera que o indicativo de uma abordagem modular na cadeia de suprimentos é a transferência de elevado percentual de atividades de valor adicionado para os fornecedores estratégicos de primeiro nível por parte das montadoras e o subsequente desdobramento destas atividades, em “efeito cascata”, aos outros níveis da cadeia, nas atividades que contribuem com a criação de valor. Na seção seguinte são detalhadas as implicações resultantes destas mudanças na arquitetura de negócios quanto ao novo modelo de gestão das montadoras em relação à cadeia produtiva modular.

3.5.1 Transição da cadeia de suprimentos de integração vertical para a modular

Neste contexto, a cadeia produtiva está passando por um processo de mudança em sua estrutura e na forma como distribui o valor gerado entre seus integrantes, depende de três fatores (GEREFFI et al., 2005):

- ✍ A complexidade das transações intra-firmas, ou seja, a complexidade necessária para a transferência de informações que podem garantir a realização de uma

transação específica, particularmente com respeito a produtos e processos de especificação.

✍ O grau em que as informações e conhecimentos podem ser codificados e conseqüentemente, transmitidos de forma eficiente e sem a implicação de investimentos para a realização das transações entre as partes.

✍ A extensão com a qual os fornecedores possuem as capacidades necessárias para atender aos requisitos das montadoras.

Os mesmos autores destacam que a definição do modelo de arquitetura da cadeia de suprimentos é função de três fatores:

✍ Cadeias de suprimento dependentes: nestes tipos de cadeia os fornecedores são dependentes comercialmente de grandes compradores. Os fornecedores se defrontam com grandes pressões sobre seus custos.

✍ Cadeia de suprimentos relacional: neste tipo são verificadas interações complexas entre compradores e vendedores. Tais relações freqüentemente criam mútua dependência e um alto nível de especificidade dos recursos. Muitos autores têm destacado o papel da proximidade geográfica como forma de garantia de interconexões na cadeia de suprimentos relacional, mas a confiabilidade e reputação podem ser fatores chave em mercados de dispersão geográfica de sua cadeia.

✍ Cadeia de suprimentos modular: de forma geral, os fornecedores de cadeias de suprimento modular fabricam produtos de acordo com as especificações dos clientes e podem ter diferentes graus de detalhamento e complexidade. No entanto, quando fornecem serviços completos, os fornecedores assumem total responsabilidade pelas competências que permeiam o processo tecnológico.

A figura 3 apresenta o mapa conceitual idealizado por Sturgeon (2002), que representa a ruptura de um modelo de integração vertical (as montadoras detém o domínio sobre todo o ciclo da cadeia produtiva) para as operações modulares (repartições das atividades criadoras de valor entre diversos fornecedores).

A- Integração vertical

B- Modularidade na cadeia de valor

Figura 3 - Transição do modelo de cadeia produtiva integral para modular (Sturgeon, 2002)

No caso da integração vertical da produção, as montadoras assumem um papel “integrador” de todas atividades de DP, manufatura e comercialização da sua linha de produtos; e no modelo de cadeia modular de produção as montadoras assumem um papel “modulador” em que transferem o desenvolvimento dos módulos e submódulos para o fornecedor estratégicos de 1º nível que possuem a capacidade requerida para oferecer a solução modular necessária (DORAN, 2003).

Complementando a análise sobre este novo modelo de cadeia de suprimentos, verifica-se que a integração vertical possui características do tipo de cadeia de produtiva dependente e a modularidade na cadeia produtiva é uma composição dos conceitos de cadeia de valor relacional e de suprimento modular apontadas por Gereffi et al. (2005), Sturgeon (2002), Doran (2003) e Yassine e Wissmann (2006). Estes autores consideram que com esta configuração da cadeia de valor, as montadoras evoluem para alcançar maturidade no exercício da coordenação e controle das atividades de projeto e manufatura devido ao conhecimento e controle de toda a arquitetura do produto, das interfaces entre os módulos e das plataformas de montagem. Sturgeon (2002) identifica como tendência que as firmas de manufatura tradicional estão evoluindo para o modelo de modularidade na cadeia

produtiva, transferindo o desenvolvimento de atividades a seus parceiros estratégicos através de: (1) especificações técnicas codificáveis – intercâmbio de dados eletrônicos, programas de gerenciamento de projetos (CAD/CAM), planejamento de recursos, entre outros - que estão tornando os sistemas de gerenciamento da cadeia produtiva (SCM – *Supply Chain Management*) extremamente eficazes, e (2) adequação às normas da qualidade.

Fine (2000a; 2000b) e Sturgeon (2002) consideram que este processo é possível, pois apesar de serem realizadas repartições das atividades criadoras de valor entre diversos fornecedores, são novamente integradas pelas transferências codificadas e controladas das especificações dos projetos de produto e manufatura.

As empresas que externalizam atividades de manufatura não precisam se ater às questões financeiras, administrativas e técnicas da administração do seu capital fixo destinado à produção, o que permite que se concentrem na inovação de seus produtos e se tornem organizacionalmente e geograficamente mais flexíveis. Portanto, as montadoras, detentoras do conhecimento sobre a arquitetura do produto e das plataformas de montagem, passam a se concentrar nas suas atividades consideradas de competências essenciais – “*core competencies*” que são percebidas como fundamentais para a formação da sua vantagem competitiva, especialmente inovação nos produtos, marketing e outras atividades relacionadas ao desenvolvimento de marcas (STURGEON, 2002; YASSINE; WISSMANN, 2006).

Sturgeon (2002) analisa que o novo modelo das organizações modulares (modularidade na cadeia produtiva) tem como característica principal a produção modular em redes em que os processos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) podem ser realizados em conjunto, montadoras e seus parceiros de 1º nível.

Neste capítulo definiu-se o conceito de estratégia modular que será adotado nesta pesquisa, que integra os conceitos de modularidade e arquitetura de produto modular (Capítulo 2) e de externalização (Capítulo 3). Também foi abordada a importância da estratégia modular na arquitetura do negócio e na arquitetura organizacional. Quanto à arquitetura do negócio, a adoção da estratégia modular se apresenta como sendo compatível com uma estratégia de redução de custos e de maior flexibilização para construção de uma ampla variedade de produtos a partir de um conjunto reduzido de módulos e componentes. O impacto na arquitetura organizacional está relacionado à descentralização e transferência de atividades aos fornecedores, neste trabalho com ênfase nas atividades de DP. O processo de

transferência de atividades pressupõe capacitação ou aquisição de competências por parte dos integrantes da cadeia de suprimentos. No caso das montadoras, competências de coordenação e controle das atividades de projeto. Este processo de capacitação será aprofundado no capítulo seguinte.

4 COMPETÊNCIA MODULAR E A INTEGRAÇÃO DOS FORNECEDORES NOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A integração entre os participantes da cadeia nos processos de desenvolvimento de novos produtos implica em desafios compartilhados em P&D, bem como esforços comuns em DP, que dependem da co-especialização entre estes integrantes (MOREIRA, 2005). A participação dos fornecedores em projetos de DP das montadoras, em sistema de *co-design*, pode ajudar a reduzir custos, tempo de desenvolvimento do conceito de novos produtos, colaborar com a melhoria na qualidade do produto e proporcionar o desenvolvimento de tecnologias inovativas que podem colaborar na ampliação de mercados (CLARK; FUJIMOTO, 1991; HANDFIELD et al., 2000; HUMPHREY; SCHIMITZ, 2001).

De acordo com Handfield, *et. al.* (2000), uma integração bem sucedida dos fornecedores em projetos de DP envolve diversas variáveis e entre elas destacam-se: (a) tipos de capacitação tecnológica dos fornecedores, (b) posicionamento dos integrantes da cadeia de suprimentos segundo o nível de competências modulares, e (c) definição das responsabilidades pelo projeto.

Neste contexto, este capítulo aborda a gestão do processo de DP modular no âmbito das relações entre os integrantes da cadeia automotiva de suprimentos. Enfatiza-se a relação entre a aquisição de novas competências e o compartilhamento das atividades e práticas de DP modular. São caracterizadas as competências típicas de fornecedores modulares, destacando-se a capacitação tecnológica. Introduce-se, então, uma proposta de classificação dos fornecedores segundo o grau de maturidade de competências e, respectivamente, o potencial de transferência de atividades de DP.

4.1 TIPOS DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

A participação de cada integrante da cadeia de suprimentos nas atividades de DP, produção e montagem dos veículos diretamente nas plantas das montadoras acontece de acordo com o tipo de competências e conhecimentos que dominam. Ao mesmo tempo, a adoção de estratégias e competências comerciais, de produto e de

operações de cada integrante deve ser pautada pela garantia da eficiência coletiva (PIRES, 1998; FLEURY; FLEURY, 2001).

As estratégias de DP devem ser discutidas, em primeiro lugar, com uma visão do conceito de capacitação tecnológica que alguns autores como Bell e Pavitt (1995), Doran (2003) e Consoni (2004) entendem como a forma mais adequada para explicar a mudança técnica que ocorre nas empresas.

O conceito de capacitação tecnológica é entendido como o estoque de recursos, tais como qualificações, conhecimentos e experiências, incorporadas nos indivíduos e na organização. A capacitação tecnológica representa uma condição necessária para a empresa obter e gerenciar melhoramentos no longo prazo e promover mudanças técnicas.

Há uma distinção entre aquisição externa de tecnologia e acumulação interna de competência, pois é possível adquirir tecnologia de várias formas, tais como licenças de patentes, acordo de prestação de serviço técnico e importação de bens de capital (CONSONI, 2004). Por sua vez, a aquisição de competência é algo complexo, uma vez que esse processo apenas se concretiza a partir da formação de capital humano, o que envolve educação formal de qualidade, treinamento *on the job*, acúmulo de experiência e esforços específicos para obter, assimilar, adaptar, melhorar ou criar tecnologia.

De acordo com Figueiredo (2003), existem diversas propostas para a classificação dos níveis de capacidades tecnológicas. Dentre elas, o autor destaca dois tipos: a necessária para operar o sistema de produção existente (capacitação operacional rotineira) e aquela necessária para mudar (capacitação tecnológica inovadora).

A capacitação operacional rotineira é acumulada a partir da aprendizagem prática, sendo necessária para produzir bens com certo nível de eficiência e manusear tecnologias desenvolvidas por outros, portanto, está ligada ao uso de tecnologias existentes. A capacitação tecnológica inovadora exige maior complexidade do que a capacitação rotineira, uma vez que estando associada à capacidade para gerar mudanças, busca entender os princípios de funcionamento da tecnologia de forma a poder modificar e gerar inovação.

Os conceitos de aprendizagem e capacitação tecnológica, embora não sejam o foco deste trabalho, são importantes para refletir sobre quais competências podem influenciar o potencial de transferência de atividades de DP entre os integrantes da cadeia automotiva.

4.2 POSICIONAMENTO DOS INTEGRANTES DA CADEIA DE SUPRIMENTOS SEGUNDO O GRAU DE COMPETÊNCIA MODULAR

No processo de implementação da estratégia modular, o fortalecimento das competências necessárias ao DP é uma condição para o aumento da transferência das atividades por parte das montadoras a seus fornecedores, o que pode acontecer em um “efeito cascata”, da montadora aos fornecedores estratégicos de primeiro nível e assim por diante entre os integrantes que compõem os elos da cadeia de suprimentos modular (DORAN, 2004).

A nova configuração nas fronteiras entre empresas leva a um novo posicionamento dos fornecedores estratégicos, bem como à reorganização da criação de valor entre os níveis da cadeia de suprimentos (DORAN; ROOME, 2003).

Existem diversos critérios que as montadoras utilizam para a seleção de seus fornecedores. Svensson (2004) faz um levantamento de diversos modelos de segmentação e critérios para seleção de fornecedores. O mesmo autor propõe um novo modelo baseado em duas dimensões da estratégia de relacionamento: (1) grau do comprometimento do fornecedor e (2) grau de contribuição para a comoditização dos produtos. Ainda segundo o autor, do ponto de vista das montadoras, alguns fatores definem o posicionamento dos fornecedores frente a estas duas variáveis, quais sejam: a presença em mercados (local a global), porte da empresa (pequeno a grande), fornecimento indireto ou direto às montadoras, DP (*commodities* a sistemas modulares), capacitação tecnológica (rotineira e inovadora) e acesso a projetos (de componente a “*black box*”). Confirmando a pesquisa de Svensson (2004), Rozenfeld et al. (2005) consideram que um fornecedor estratégico deve estabelecer um estreito relacionamento com seus clientes (montadoras ou sistemistas) por meio do estabelecimento de contratos de longo prazo que implicam nos seguintes fatores: a) parcerias de risco, b) parcerias tecnológicas e c) parcerias no co-desenvolvimento.

Neste sentido, considera-se que os fornecedores estratégicos para as montadoras são aqueles que fornecem diretamente, desenvolvem sistemas modulares, possuem capacitação tecnológica inovadora e acesso a projetos *black box*. No contexto da indústria automotiva, a literatura também denomina este tipo de fornecedor estratégico como de 1º nível (*tier one*).

O **1º nível** é caracterizado, principalmente, por grandes empresas globais, a maioria delas controladas por capital estrangeiro. Boa parte dessas empresas são

fornecedoras de sub-módulos, módulos ou sistemas (motores, transmissões mecânicas, freios, etc.). Fazem parte também desse nível de fornecimento, produtores de componentes com graus diferentes de complexidade, incluindo empresas de capital nacional de menor porte que podem realizar a entrega de seus produtos diretamente nas montadoras.

Segundo Camuffo (2000), o fornecedor estratégico de 1º nível é aquele que provê serviços completos para as montadoras através do suprimento e montagem de módulos e sub-módulos em larga escala. Frequentemente, possuem uma ampla variedade de capacitações tecnológicas avançadas, incluindo pesquisa e desenvolvimento (P&D) que proporcionam um fluxo de produção constante para os módulos de montagem automotivo, fixam seus componentes diretamente na planta dos seus clientes (montadoras), estão capacitados a gerenciar as condições de qualidade e entrega dos seus produtos e dos fornecedores dos outros níveis na cadeia de suprimentos. Morris et al. (2004) citam como exemplo as seguintes empresas que estão adequadas às características descritas: Delphi, Lear, Faurecia, Plastic Omnium e Valeo¹. Como forma de adicionar maior valor aos produtos e serviços, grande parte destes fornecedores estratégicos “de 1º nível” estão assumindo novas funções (entrega sincronizada, *co-design* e suporte global) e progressivamente se capacitando e se adequando ao conceito de fornecimento modular em que assumem a responsabilidade pela montagem das peças ou sub-módulos em um único módulo que constitui um sistema (COLLINS et al., 1997).

No entanto, neste processo de aproximação entre as montadoras e fornecedores estratégicos “de 1º nível”, as pequenas e médias empresas (2º e 3º níveis) estão, progressivamente, se posicionando em um patamar inferior de comprometimento e contribuição direta às montadoras. Este fato é devido às suas limitações no nível de capacitação tecnológica com ênfase nas atividades rotineiras (seção 4.1) e pelo desenvolvimento, produção e fornecimento de peças ou módulos simples (STURGEON, 2002; ROZENFELD, 2005). Conforme mostra a Figura 4, estes fornecedores do tipo 2º nível da cadeia automotiva tendem a progressivamente fornecer seus produtos diretamente às empresas que estão no 1º nível da cadeia de

¹ Estimativas do Sindipeças – Sindicato Nacional das Indústrias de Componentes para Veículos Automotores indicam que, no Brasil, estão presentes cerca de 40 empresas com as características de fornecedores estratégicos de primeiro nível.

suprimentos. O 2º nível da cadeia de suprimentos é constituído por um grande número de pequenas e médias empresas de capital nacional.

As empresas de 3º nível, que não estão contempladas neste estudo, são fornecedores de *commodities* simples para as empresas de 1º e 2º níveis.

Conforme demonstrado na Figura 4, o modelo da base de fornecimento atual (condomínios industriais) é considerado um dos mais utilizados no setor automotivo e tende a evoluir no sentido das parcerias diretas das montadoras com os fornecedores estratégicos (consórcio modular), a exemplo da planta da Volkswagen (Resende-RJ).

Figura 4 – Estrutura de fornecimento da cadeia automotiva – Adaptado de Jürgens (2004)

O resultado do processo de consolidação das novas relações estabelecidas entre montadoras e fornecedores da cadeia automotiva é a progressiva implementação do sistema de produção nos moldes do consórcio modular. Este processo provoca a acomodação da base de fornecimento em três níveis distintos (1º, 2º e 3º níveis), com o fornecedor de 1º nível assumindo a responsabilidade pela montagem de módulos diretamente às montadoras e os fornecedores de 2º e 3º níveis (geralmente pequenas e médias empresas) fornecendo componentes e peças.

4.2.1 As novas responsabilidades dos fornecedores da cadeia de suprimentos modular

A literatura aponta que o papel dos fornecedores estratégicos de 1º nível tem se tornado mais complexo, em parte devido ao avanço tecnológico dos sistemas que compõem o veículo (HUMPHREY,1999). Devido ao papel crítico destes fornecedores na fabricação do veículo eles desenvolvem uma relação de maior proximidade com seus clientes (montadoras) e também tendem a assumir a responsabilidade pelo gerenciamento do resto da cadeia de suprimentos

Um aspecto da aquisição de competências deste tipo de fornecedor diz respeito à tropicalização de projetos de veículos. Consoni (2004) trata da tropicalização para o mercado brasileiro e o respectivo desenvolvimento de competências locais. Para Humphrey (1999) e Consoni (2004) a tropicalização consiste na estratégia de adaptação dos projetos dos fornecedores a mercados locais.

Humphrey (1999) explica que este processo ocorre por meio da adoção da estratégia de *follow design* combinada com a transferência do projeto para os fornecedores de 1º nível que lideram o processo de *follow sourcing*. A estratégia de *follow sourcing* significa que os fornecedores de 1º, 2º e 3º níveis devem seguir - “*follow*” seus clientes próximos às localidades geográficas de suas plantas de montagem. Todos os integrantes da cadeia de suprimentos buscam cooperar na “comoditização” dos projetos dos veículos através do fornecimento de peças (componentes, sub-módulos e módulos) padronizadas com a mesma tecnologia, padrões de qualidade e sistema de comunicação (HUMPHREY,1999). A comoditização é um direcionador crítico para obtenção de custos anuais menores (COLLINS et al., 1997; HUMPHREY, 1999) e uma competência relacionada ao desenvolvimento dos projetos de veículos.

Estas mudanças na configuração da cadeia automotiva estão acontecendo em escala global e algumas evidências das suas vantagens são descritas a seguir.

4.2.2 Evidências empíricas da abordagem modular na cadeia de suprimentos

De acordo com Calabrese (2001), as empresas automotivas americanas e européias, estão implementando o modelo japonês de relacionamento com seus fornecedores nos moldes da estratégia modular, onde:

- ✍ A produção interna representa menos de 30% do valor total do produto. A maioria dos fabricantes japoneses de automóveis mantém o controle da produção dos motores, o *powertrain*, o chassi e o *design* (corpo);
- ✍ O número de fornecedores diretos está limitado a poucas centenas, muitos dos quais são responsáveis pela montagem de módulos;
- ✍ Utilizando-se do contato direto com os fornecedores estratégicos (1º nível), a definição da estrutura da cadeia em níveis coopera no controle dos fornecedores de segundo nível;
- ✍ Contratos de longo prazo permitem o planejamento da redução dos custos e estabilização dos lucros;
- ✍ Os componentes desenvolvidos pelos fornecedores representam grande parte do valor total do projeto (mais de 70%).

Em paralelo a este processo de mudanças nas relações entre fornecedores e montadoras, o produto final (veículo) é simplificado, em grande parte, pela redução no número de linhas de produto por modelo e utilização de módulos. A soma destes fatores causa uma redução no número de fornecedores diretos, potencialmente poucas firmas por unidade de produto (COLLINS et al., 1997).

Hoek e Weken (1998) alegam que esta simplificação se deve à adoção do conceito de produção modular que se baseia em plataformas e arquitetura de produto que pode ser utilizado na produção de produtos diferenciados com a adoção de uma variedade de módulos que garantem a comunização e intercambialidade dos componentes.

Como mencionam Collins et al. (1997), os fornecedores que participam no consórcio modular da Volkswagen (Resende-RJ) estão plenamente comprometidos com todo o processo integração logística, *just in time* e DP. Este novo papel define significativos desafios gerenciais e devem, progressivamente, desenvolver novas competências. Os mesmos autores citam o caso da VDO – fornecedora do módulo da cabine do caminhão que contém 800 componentes. A VDO teve de adquirir competências em novas tecnologias e processos inerentes a estes componentes que compõem o

módulo, e no gerenciamento das interfaces com a montadora e seus fornecedores de segundo nível.

Alguns casos de produção modular são mencionados na literatura, entre eles está o condomínio industrial utilizado na Skoda (República Tcheca) e o consórcio modular na Volkswagen (Resende-RJ) que apresentam níveis distintos de externalização por parte das montadoras.

✍ Na fábrica de caminhões da Volkswagen foi implementado o sistema pioneiro de consórcio modular, resultado de um investimento conjunto com 7 fornecedores denominados modulares (antes da inauguração da planta a Volkswagen gerenciava 400 fornecedores) que montam diretamente na fábrica os seguintes módulos: (1) estrutura da cabine, (2) processo de pintura, (3) suspensão e freios, (4) rodas e pneus, (5) motor, transmissão e sistemas de refrigeração, (6) montagem da cabine, e (7) chassi (SALERNO; DIAS, 1999).

✍ A fábrica da Skoda que produz o modelo Octavia (República Tcheca) se apresenta em um momento de transição de um sistema de condomínio industrial para o consórcio modular. Neste caso existem três fornecedores de sistemas modulares com área exclusiva de produção e responsáveis somente pela sua montagem. Os três fornecedores realizavam montagem compartilhada de módulos do *front end* e painel diretamente na linha de montagem. A montagem do restante do veículo fica por conta da Skoda (COLLINS et al., 1997).

Portanto, os fornecedores integrantes de um ambiente modular se beneficiam com o aumento das responsabilidades, maior envolvimento nos processos de desenvolvimento e de projeto e a possibilidade de criação de atividades de maior valor adicionado (DORAN, 2004).

4.3 DEFINIÇÕES DAS RESPONSABILIDADES DOS FORNECEDORES POR TIPO DE PROJETO DE DP

O nível de capacitação tecnológica dos fornecedores define a extensão do respectivo envolvimento no DP, por categorias de projeto que podem ser classificados em quatro níveis distintos segundo Clark e Fujimoto (1991), Monczka (2000): (1) componentes de propriedade dos fornecedores (componentes padronizados, cujo desenvolvimento e fabricação são realizados integralmente pelos

fornecedores e vendidas a diferentes clientes e que implica em pequeno domínio sobre níveis inferiores da cadeia produtiva); (2) componentes com controle detalhado de especificação (componentes desenvolvidas pelos clientes encomendados aos fornecedores em detalhes - os clientes fornecem especificações, desenhos e em certos casos até o equipamento ou ferramental necessário para sua produção); (3) componentes “*grey box*”: as especificações do produto são definidas pelo cliente em conjunto com o fornecedor e domínio dos detalhes de engenharia são compartilhados e (4) componentes “*black box*”: os requisitos funcionais e de desempenho do produto são definidos pelo cliente e desenvolvidos pelo fornecedor que detém a propriedade e domínio dos detalhes de engenharia.

De acordo com estas quatro categorias pode-se observar que somente os fornecedores de produtos tipo “*grey box*” e “*black box*” estão integrados efetivamente com as montadoras em projetos de DP, enquanto que os outros tipos de fornecedores tem uma atuação incipiente.

Salerno e Dias (1999) alegam que o produto e projeto modular podem facilitar uma estratégia de descentralização nas atividades de produção e DP. Com a disponibilidade da informação das características dos sub-módulos, o desenvolvimento pode ser realizado como um “*black box*”. Com estas estratégias as montadoras podem se beneficiar do *expertise* acumulado relativo tanto ao DP como de produção destes fornecedores. Nestas condições, o tempo de desenvolvimento e seus custos podem ser reduzidos (CLARK, 1989).

4.4 TRANSFERÊNCIA DE ATIVIDADES ENTRE OS INTEGRANTES DA CADEIA AUTOMOTIVA DE SUPRIMENTOS E A PROGRESSIVIDADE DE COMPETÊNCIAS MODULARES

Como já foi mencionado anteriormente, durante as duas últimas décadas, o relacionamento entre fornecedores e montadoras tem sido modificado. A indústria automotiva tem caminhado na direção da globalização da montagem e no fornecimento de autopeças. Os fornecedores de primeiro nível estão habilitados a desenvolver módulos ou sub-módulos com características de “*grey box*” e “*black box*”. Neste contexto, as montadoras definem todas as especificações de desempenho e informações sobre as interfaces de cada módulo com o projeto do

veículo, para que os fornecedores possam projetar soluções modulares com a utilização de sua própria tecnologia e adaptar sua base de competência modular aos requisitos específicos de cada montadora. Em alguns casos, isso envolve a transferência de operações anteriormente realizadas na planta das montadoras para os fornecedores estratégicos de 1º nível.

Sendo assim, a partir desta seção, serão analisados os impactos desta mudança no relacionamento entre as montadoras e seus fornecedores estratégicos de 1º nível, o efeito desta mudança nas relações entre estes fornecedores de 1º nível e os de 2º nível, bem como as condições necessárias para um processo progressivo de capacitação modular que alcance toda a cadeia de suprimentos.

4.4.1 Progressividade de competências de gestão na cadeia de suprimentos modular

Os fornecedores chave em um ambiente modular são provavelmente aqueles que desenvolveram, ou estão em um processo de desenvolvimento aquelas competências que serão críticas para a entrega de soluções modulares (DORAN, 2004). O fato de um fornecedor ser de primeiro nível não é suficiente para classificá-lo como fornecedor de módulo. Neste contexto, o fornecedor de primeiro nível precisa adquirir as características associadas ao perfil de fornecedor maduro em um ambiente de progressividade (vide Quadro 3) de competências modulares e a habilidade de desenvolver relações operacionais com outros fornecedores considerados como críticos para a aquisição dos módulos e dos processos de montagem (GADDE; HAKANSSON, 2001).

Doran (2004) aponta que existem diferentes categorias de fornecedor segundo os níveis de competência tecnológica que indicam o grau de adequação ao modelo de arquitetura modular. O autor propõe uma tipologia para classificação dos fornecedores. A tipologia representa uma proposta para analisar como se desenvolvem os fornecedores estratégicos em direção ao modelo de uma arquitetura de suprimento modular. A proposta de Doran (2004) é identificar os níveis de competências e então classificar as empresas fornecedoras em três estágios: “embrionárias”, “em desenvolvimento” e “maduras”.

Embrionárias	Em desenvolvimento	Maduras
Recursos chave		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Baixa capacitação tecnológica ✗ Operações com presença local ✗ Habilitado para o fornecimento de peças e de pequenos conjuntos de concepção modular ✗ Não possui identidade de marca 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Capacitação tecnológica e financeira ✗ Operações pontuais fora do país de origem ✗ Significativa orientação para P&D em projetos em sistema de <i>co-design</i> ✗ Habilidade para fornecer módulo ✗ Desenvolvendo marca própria 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Alta capacitação tecnológica e financeira ✗ Grande orientação para P&D para projetos desenvolvidos em sistema de <i>co-design</i> ✗ Habilidade para fornecer módulo e, em alguns casos, realiza a sua venda ✗ Marca própria ou ampla linha de produtos
Estrutura para o fornecimento de produtos e serviços		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Limitado às diretrizes impostas por seus clientes (montadoras e sistemistas) ✗ Pouco posicionado para acomodar as mudanças de integral para a modular 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Desenvolvendo a capacidade de gestão do nível 2 ✗ Presente em muitas das regiões chave de produção, local mas com presença limitada na cadeia global. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Deve controlar elementos chave do nível 2, particularmente onde o fornecedor está desenvolvendo sua posição de fornecedor modular
Relacionamentos interorganizacionais		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ As montadoras definem os termos e condições e impõe penalidades pelo não cumprimento ✗ Componentes estão sujeitas a inspeção das montadoras ✗ Foco em diversos setores 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Desfrutam de confiabilidade quanto aos contratos estabelecidos ✗ Proporcionam qualidade assegurada aos componentes em um sistema JIT 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Desfrutam de confiabilidade quanto aos contratos estabelecidos ✗ Qualidade assegurada aos módulos em um sistema JIT ou de forma sincronizada ✗ Foco em um único setor
Operações produtivas		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Operações em pequena escala ✗ Atende outros setores além do automotivo ✗ Pouca flexibilidade operacional 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Operações de média capacidade ✗ Foco exclusivo no setor automotivo ✗ Flexibilidade nas operações 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Operações de alta capacidade e presença global ✗ Foco exclusivo no setor automotivo ✗ Flexibilidade nas operações e alimentação direta na linha da montadora
Posicionamento estratégico		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ É um agente reativo e não tem visão de longo prazo frente às mudanças que estão ocorrendo no setor 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ É um agente pró-ativo que está atenta às mudanças chave que ocorrem no setor e está posicionado para fornecer soluções modulares 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Tem foco bem definido frente às mudanças que ocorrem no setor e realiza investimentos para se posicionar como principal agente estratégico em um ambiente modular
Diferenciais competitivos		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Não possui fatores considerados como ganhadores de pedido 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Provavelmente define-se por: presença global e habilidade de prover soluções modulares em uma base sincronizada e desenvolvendo nível 2 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Provavelmente define-se por: presença global, competências bem desenvolvidas em P&D, produtos de marca e plena capacidade de gestão do nível 2
Potencial de transferência de atividades		
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Limitada pela baixa capacidade de criação de valor 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Probabilidade de ser alta 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Alto potencial

Quadro 3 – Tipologia de progressividade de competências modulares na cadeia de suprimentos modular –adaptado de DORAN (2004)

Conforme apresentada no Quadro 3, a tipologia do grau de maturidade destes fornecedores é definida de acordo com as seguintes características: 1- recursos

chave, 2- estrutura para o fornecimento de produtos e serviços, 3- relacionamentos interorganizacionais, 4- operações produtivas 5- posicionamento estratégico, 6- diferenciais competitivos e 7- potencial de transferência de atividades.

Conforme as evidências de Doran (2002), a transferência de atividades, em DP, está diretamente relacionada ao grau de adequação dos fornecedores às exigências estabelecidas pelas montadoras. Quanto maior o grau de maturidade (competências modulares) de um fornecedor, maior a possibilidade de transferência de atividades de projeto realizada pelas montadoras nas seguintes competências tecnológicas: P&D, projeto para manufatura, compra de componentes, manufatura, testes e embalagens.

Em essência, a maturidade de um fornecedor modular é medida por sua capacidade de receber transferência de atividades de valor de uma montadora. Os processos de identificação de quais atividades criadoras de valor podem ser “transferidas - empurradas – *pushed up*” para a cadeia de suprimentos, tem o objetivo de possibilitar o fornecedor de primeiro nível focar, prioritariamente, nas atividades criadoras de valor que são consideradas como principais para o processo de produção modular (DORAN, 2004).

Estas competências gerenciais que caracterizam as empresas maduras refletem no envolvimento em projetos de DP e em maiores responsabilidades sobre atividades de projeto e manufatura.

As competências dos fornecedores da cadeia de suprimentos modular apresentadas no Quadro 3 também são analisadas por outros autores pesquisados para a realização deste trabalho. Uma síntese dos referenciais teóricos discutidos por estes autores foi elaborada e pode ser visualizada no Quadro 4, tendo o objetivo de ampliar, confirmar e aprofundar a proposta de Doran (2004). As práticas de DP são discutidas na seção 4.5.3.

Recursos Chave	
☞ Capacitação tecnológica como fator determinante para as transferências de atividades aos fornecedores da cadeia de suprimentos	Bell e Pavitt (1995); Doran (2003) e Consoni (2004)
☞ Acumulação interna de competências (capital humano) e sua repartição na cadeia de suprimentos	Becker e Zirpoli (2003); Graziadio e Zilbovicius (2003); Consoni (2004) e Voordijk et al. (2006),
☞ Presença global	Collins et al., (1997); Sturgeon (2002); Svensson (2004) e Doran (2003 e 2004)
☞ Especialização em P&D	Camuffo (2000); Sturgeon (2002) e Moreira (2005)
☞ Produto de marca	Sturgeon (2002); Doran (2004); Yassine e Wissmann, (2006)
Estrutura para o fornecimento de produtos e serviços	
☞ <i>Supply Chain Management</i>	Collins et al. (1997); Fine (2000; 2000; Sturgeon (2002); Doran (2002; 2003; 2004); Svensson (2004); Yassine e Wissmann (2006).
☞ Participação dos integrantes da cadeia de suprimentos em projetos de DP segundo o nível de conhecimento da arquitetura do produto	Becker e Zirpoli (2003); Graziadio e Zilbovicius (2003) e Voordijk et al. (2006) e Yassine e Wissmann (2006)
Relacionamentos interorganizacionais	
☞ Contratos com os clientes	Calabrese (2001) e Doran (2002)
☞ Forte cultura da qualidade, atendimento às especificações técnicas e responsabilidade pela entrega dos seus produtos.	Collins et al. (1997); Hoek; Weken (1998); Camuffo (2000); Handfield (2000); Shimokawa (2002); Sturgeon (2002) e Doran (2003)
Operações produtivas desenvolvimento de projetos	
☞ Flexibilidade operacional e de projeto	Doran (2004); Yassine e Wissmann, (2006)
☞ Capacidade modular de DP (projeto funcional e forma)	Henderson e Clark (1990) e Ulrich e Eppinger (1995)
Potencial de transferência de atividades	
☞ Processo de transferência de atividades e as implicações em mudanças na estrutura da cadeia de suprimentos	Henderson e Clark (1990); Sturgeon (2002); Doran (2003; 2004); Graziadio (2004); Gereffi et al. (2005) e Yassine e Wissmann, (2006)

Quadro 4 – Referencial de determinantes de competências e práticas de DP para empresas com maturidade modular

4.4.2 Práticas de desenvolvimento de produtos

Os tipos de atividades (práticas) em que os fornecedores estão envolvidos foram identificadas por Clark e Fujimoto (1991), Monczka (2000), Sturgeon (2002), Doran (2002) e Rozenfeld et al. (2005): P&D, projeto para DP e manufatura, compra de componentes, processos de DP e de manufatura, testes e embalagens.

Doran (2002), Sturgeon (2002) e Graziadio (2004) abordam o tema em seus aspectos de gestão da manufatura, enquanto que Clark e Fujimoto (1991), Monczka (2000), Sturgeon (2002) e Rozenfeld et al. (2005) esclarecem sobre as práticas de DP.

Estes autores destacam as particularidades existentes quanto ao acesso a tipos de projetos, anteriormente mencionados na seção 3.2.

As competências gerenciais definem as possibilidades de realização de projetos compulsórios ou de longo prazo. O valor que o fornecedor entrega à montadora de acordo com as suas competências, reflete na adoção de práticas de DP que são, quase sempre, proporcionais ao grau de complexidade do componente.

As práticas de DP e de manufatura estão descritas no Quadro 5 e se dividem em três categorias: (a) as práticas decorrentes da participação dos fornecedores nos estágios iniciais de definições da estratégia do produto; (b) envolvimento com o desenvolvimento e definição das especificações e (c) desenvolvimento com a preparação da produção e serviços ao cliente.

Svensson (2004) e Rozenfeld (2005) analisam que a intensidade do envolvimento das montadoras com seus fornecedores em cada prática de DP e manufatura é o reflexo da estratégia de relacionamento e o grau de contribuição que estes fornecedores podem proporcionar para a “comoditização” dos veículos.

Segundo Rozenfeld (2005), os fornecedores estratégicos desenvolvem relacionamentos com seus clientes (montadoras ou sistemistas) com base em parcerias de risco, parcerias no desenvolvimento de tecnologias, e parcerias de desenvolvimento (*co-design*). Ainda segundo Rozenfeld (2005), estas parcerias implicam no desenvolvimento de sistemas e/ ou módulos complexos.

A participação dos fornecedores desde o início das definições da estratégia do produto tem a possibilidade de estabelecer relacionamentos duradouros por meio de contratos de longo prazo e contribuir com elevado grau de comoditização para veículos.

O Quadro 5 apresenta o referencial das principais etapas e práticas de projeto de DP. No Capítulo 6 é analisado o grau de intensidade em que as empresas selecionadas para este trabalho estão envolvidas nestas etapas e atividades de projeto de DP.

A - Definição da estratégia do produto
1-Avaliação / Desenvolvimento tecnológico do produto (P&D)
2-Auxílio na definição da estratégia do produto (projeto para DP e manufatura)
B - Envolvimento com o desenvolvimento e definição das especificações
3-Definição de requisitos do produto /arquitetura modular (testes no DP)
4-Definição de requisitos da peça/componente modular
5-Participação no DP (projeto funcional e forma)
6-Sugestão de alterações no produto (projeto de DP e manufatura)
7-Desenvolvimento da peça (DP)
8-Auxílio nos testes do produto (estrutura interna para realização de testes)
C - Envolvimento com a preparação da produção e serviços ao cliente
9- Projeto de manufatura
10-Participa de testes de manufatura
11-Compra de componentes
12-Testes e embalagens
13-Comercializa o produto (marca e domínio dos canais de distribuição)
14-Produz a peça (externalização da manufatura)
15-Vende a peça por catálogo (marca)

Quadro 5 – Referencial de práticas de DP e manufatura para empresas com maturidade modular – Sturgeon (2002), Graziadio (2004) e Rozenfeld et al. (2005)

4.5 SÍNTESE DA REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica se inicia com uma revisão geral da literatura que aborda a cadeia automotiva de acordo com a perspectiva da estratégia modular. Uma síntese da literatura inicialmente consultada pode ser visualizada no Quadro 1 que consta no Apêndice B. Os temas considerados nesta revisão inicial foram: DP, plataforma de produção, as montadoras e seu papel de governança da cadeia automotiva de suprimentos, processos de transferência de atividades de produção e de DP e concepção da arquitetura de negócios.

É possível verificar que a estratégia modular tem sido adotada pelas montadoras para melhorar a gestão do negócio através da oferta de maior variedade e flexibilidade no *portfolio* de produtos, mantendo a redução de custos.

O DP no contexto da estratégia modular implica em uma redistribuição das atividades inerentes a este processo, baseando-se na decomposição e divisão das tarefas do projeto de DP entre as montadoras e seus fornecedores. Dado este contexto, neste estudo investiga-se as implicações da estratégia modular no processo de capacitação e na transferência de atividades de DP entre os fornecedores de nível 1 e 2 da cadeia de suprimentos automotiva. Entende-se que a progressividade na aquisição de competências modulares (Capítulo 4, Quadro 3) por

parte do fornecedor determina tanto o potencial de transferência de atividades, como o grau de envolvimento dos fornecedores nas práticas de DP.

5 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos de pesquisa adotados neste trabalho. Inicialmente justificam-se as opções metodológicas adotadas, as quais são detalhadas subsequentemente.

Segundo Yin (2005), um estudo exploratório se justifica quando se investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que se insere não são claramente definidas. Esse é o caso deste trabalho, pois como já afirmado na seção introdutória, a literatura entende que, em sua essência, até o presente, o assunto estratégia modular não está plenamente desenvolvido, tanto no aspecto teórico como empírico. De acordo com Doran (2003), o conceito, aplicação e os impactos organizacionais provocados pela modularidade ainda estão em fase inicial de desenvolvimento. Classifica-se, portanto, este estudo como de natureza exploratória, sendo a modularidade no contexto de DP um tema ainda não consolidado. Nesse sentido, segundo Voss et al. (2002), a exploração sobre o DP modular pode trazer idéias e questões de pesquisa que, posteriormente, poderão ser convertidas em teoria.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que adota como principal abordagem o estudo de casos múltiplos. Como propõe Eisenhardt (1989), os estudos de caso são utilizados para prover subsídios úteis para delinear o perfil das empresas quanto a suas práticas gerenciais, de engenharia e produção. A autora também recomenda que de 4 a 10 estudos de casos são suficientes para um estudo exploratório. Também segundo Yin (2005) justifica-se a adoção de casos múltiplos quando as questões da pesquisa apresentam conteúdo de característica exploratória, como citado anteriormente no caso do presente trabalho. Como planejado neste trabalho, entende-se que a análise de mais de um caso pode aumentar a contribuição com o campo de pesquisa por ampliar a qualidade do cruzamento das informações que serão obtidas.

Na presente pesquisa, as empresas selecionadas são relevantes no contexto competitivo da indústria automotiva pela sua participação no mercado e por serem empresas de vanguarda na aplicação de novos modelos de gestão. A seleção das empresas é descrita mais a frente.

As etapas desta pesquisa e atividades foram pré-definidas segundo as recomendações de Yin (2005) e Miguel (2007) para a condução de estudos de casos que são:

- ✍ *Definição da estrutura conceitual - teórica:* mapeamento da literatura para a definição preliminar das questões da pesquisa.
- ✍ *Planejamento dos casos:* inclui a seleção de unidade(s) de análise e contato(s), escolha dos meios para coleta e análise dos dados, desenvolvimento do protocolo para a coleta dos dados e definição dos meios de controle.
- ✍ *Pesquisa de campo:* esta fase inclui a coleta (contato e registro dos dados) e análise dos dados (produção de uma narrativa, redução de dados, construção de painel e identificação de causalidades).
- ✍ *Relatório de pesquisa:* análise dos dados intra e inter-casos e posterior comparação com a literatura (associação com os resultados e evidências), buscando a negação ou confirmação das proposições.

Segue-se o detalhamento destas etapas.

5.1 ETAPAS DA PESQUISA

O estudo iniciou-se pela revisão de literatura apresentada nos capítulos anteriores, a qual foi conduzida dentro do campo de DP modular.

A partir do estudo bibliográfico, foram definidos os objetivos e questões desta pesquisa, conforme apresentado na Figura 5. Tais definições estão associadas às competências necessárias para a condução de um processo de integração e transferência de atividades de valor no DP entre os níveis 1 e 2 da cadeia de suprimentos modular.

5.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é identificar, descrever e analisar as implicações da estratégia modular no processo de aquisição de competências e na transferência de atividades de desenvolvimento de produto entre os fornecedores da cadeia automotiva.

Figura 5: Estrutura do projeto de pesquisa

5.1.2 Questões do estudo

A construção do referencial teórico deve estar estritamente relacionada ao conteúdo do estudo de caso, ou seja, deve identificar as lacunas da pesquisa e prover, quase que naturalmente, a questão que a pesquisa pretende endereçar com a condução do caso. Nesse sentido, existe a necessidade de definição das questões norteadoras da pesquisa (advindas das lacunas identificadas na literatura), bem como relacionadas à necessidade e decisões de conduzir estudo de casos múltiplos. No modelo de cadeia de produção modular as montadoras migram de um papel “integrador” para um papel “modulador” em que, em primeira instância, transferem o desenvolvimento dos módulos para fornecedores estratégicos de 1º nível que possuem a capacidade requerida para oferecer a solução modular necessária. Em um segundo momento, os fornecedores de primeiro nível podem compartilhar o desenvolvimento destes módulos com seus fornecedores do segundo nível da cadeia.

Estas transformações implicam que, ao mesmo tempo, ocorra uma progressiva integração logística e aquisição de novas competências de DP modular que impacta a todos estes participantes nas atividades de projeto (DORAN, 2003).

Mediante este contexto identificado por meio da literatura foram, então, definidas as seguintes questões norteadoras deste estudo:

Questão 1:

Quais determinantes de competências podem influenciar o potencial de transferência de atividades de DP entre os integrantes da cadeia automotiva?

As competências são analisadas em termos de: 1- recursos chave, 2- estrutura para o fornecimento de produtos e serviços, 3- relacionamentos interorganizacionais, 4- operações produtivas, 5- posicionamento estratégico, 6- diferenciais competitivos e 7- potencial de transferência de atividades.

Questão 2:

Quais são as principais práticas e atividades em DP características dos fornecedores modulares de 1º e 2º níveis da cadeia de suprimentos e sua relação com o respectivo grau de competências em que cada um está posicionado?

O planejamento dos casos é apresentado a seguir.

5.2 PLANEJAMENTO DOS CASOS

O procedimento utilizado para o planejamento do estudo de casos está sintetizado na Figura 6 e compreende as definições quanto à seleção das unidades de análise, método de coleta de dados e método para análise e interpretação dos resultados. Segue-se uma explanação detalhada dos procedimentos adotados, a partir da Figura 6.

Figura 6: Estratégia da pesquisa

5.2.1 Seleção das unidades de análise

As empresas seccionadas para esta pesquisa apresentam um perfil de fornecedores estratégicos de primeiro e segundo nível da cadeia automotiva e participam no desenvolvimento de projetos modulares. Cabe lembrar para fins desse trabalho, os fornecedores estratégicos, do ponto de vista das montadoras, são aqueles que fornecem diretamente, desenvolvem sistemas modulares, possuem capacitação tecnológica inovadora e acesso a projetos *black box*. No contexto da indústria automotiva, a literatura também denomina este tipo de fornecedor estratégico como de 1º nível (*tier one*). Fazem parte também desse nível de fornecimento, produtores de componentes com graus diferentes de complexidade, incluindo empresas de capital nacional de menor porte que podem realizar a entrega de seus produtos diretamente nas montadoras. No contexto da indústria automotiva, a literatura também denomina este tipo de fornecedor estratégico como de 2º nível (*tier two*).

Para a identificação de empresas com o perfil de primeiro e segundo nível foi realizada uma reunião com os executivos do Sindicato das Indústrias de Autopeças (Sindipeças) que forneceram uma lista com seus associados. Com base no conhecimento prévio que estes executivos tinham quanto aos produtos fornecidos pelas empresas, foram selecionadas possíveis empresas participantes de processos de DP modular. Um contato telefônico inicial foi realizado com os respectivos gestores da área de DP e foram então selecionadas quatro empresas identificadas como participantes no desenvolvimento de projetos de produtos modulares. O Quadro 6 apresenta uma síntese das principais características das unidades de análise deste trabalho. Dentre as empresas selecionadas, três possuem sua gerência de engenharia e DP localizadas na Grande São Paulo e uma na região de Sorocaba. Tais empresas foram denominadas de *Alfa*, *Beta*, *Gama* e *Ômega*, em função da confidencialidade requerida pelos entrevistados.

O perfil das empresas selecionadas é descrito em mais detalhes no Capítulo 6. A relevância da atuação destas empresas como fornecedoras tradicionais para montadoras e/ ou sistemistas é fator importante para dar maior robustez quanto às considerações sobre as questões propostas.

Principais características	Alfa	Beta	Gama	Ômega (*)
Início das operações	1957	1965	1945	1967
Nº funcionários – Brasil	400	1200	2800	4000
Estimativa de faturamento (Milhões de US\$ - 2005)	20	125	300	450
Linha de produtos	Componentes avulsos e conjuntos estampados	Peças usinadas e estampadas de grande porte e subsistemas de transmissões e direção	Peças avulsas e sistemas de vedação e condução para motores, transmissões e eixos	Sistemas de transmissão, eixos e reversores marítimos
Principais clientes – indústria	Dana, ZF, Delphi, GM, Honda, Volkswagen, Maxion	GM, FIAT, Honda, Volkswagen, Toyota	GM, Volkswagen, FORD, FIAT, Daimler Chrysler	Massey Fergusson, Eaton, Case, Volkswagen, Mercedes Benz

Quadro 6: Síntese das principais características das empresas selecionadas

Observação: (*) A descrição da empresa *Ômega* está focada em suas atividades na América Latina

5.2.2 Coleta de dados

Para a coleta dos dados empíricos, foram utilizados múltiplos instrumentos. Os dados primários foram coletados por meio de entrevistas e análise de documentos e dados secundários por meio de informações disponíveis no *website* das empresas. Foi também elaborado um roteiro de entrevista semi-estruturada, mostrado no Apêndice A.

A base teórica para elaboração do roteiro foi, principalmente, o trabalho de Doran (2004) sobre progressividade de competências (Capítulo 4), bem como as idéias sobre competências modulares de outros autores sintetizadas no Quadro 4 (Capítulo 4) e de práticas de DP também abordadas no Capítulo 4 e sintetizadas no Quadro 5, daquele capítulo.

Em linhas gerais, o roteiro de entrevistas possibilitou a coleta dos dados empíricos que abordam os seguintes aspectos principais:

- ✍ Perfil da organização;
- ✍ Identificação de conhecimento de conceito modular e da sua aplicação;
- ✍ DP – conceito modular e/ ou peças avulsas;
- ✍ Impacto da modularidade nos negócios (benefício ou restrições);
- ✍ Grau de maturidade organizacional, segundo os critérios de competências modulares e estrutura da área de DP;

✍ Práticas em DP entre os fornecedores modulares.

Mediante este roteiro foram entrevistados os executivos responsáveis pela atividade de DP. Os dados das entrevistas (relação dos entrevistados, número de entrevistas, estimativa de tempo e período da realização) são apresentados no Quadro 7, assim como uma síntese dos instrumentos de coleta de dados.

Empresas	Alfa	Beta	Gama	Ômega
Entrevistados	Gerente de Desenvolvimento e Qualidade	Gerente de Engenharia de Produto	. Coordenador de Desenvolvimento do Mercado Brasileiro . Idem do mercado Americano	Gerente de Qualidade de Produto e Engenharia e Engenheiro Especialista
Número de Entrevistas	2	2	4	2
Estimativa total de tempo para a realização (horas)	4	4	6	4
Data de realização das entrevistas	Abril e Setembro de 2006	Abril e Setembro de 2006	Novembro de 2006	Novembro de 2006
<i>Websites</i>	Informações institucionais, linha de produtos, tecnologia empregada, principais clientes, certificações de qualidade.	Informações institucionais, linha de produtos, tecnologia empregada, estrutura de engenharia, principais clientes, certificações de qualidade.	Informações institucionais, linha de produtos, tecnologia empregada, estrutura de engenharia, principais clientes, comunicado sobre políticas de DP, sistema de informações <i>on line</i> com fornecedores e clientes, certificações de qualidade.	Informações institucionais, linha de produtos, tecnologia empregada, estrutura de engenharia, principais clientes, relação de concessionárias, sistema de interação <i>on line</i> com fornecedores e clientes, certificações de qualidade.

Quadro 7: Características das fontes de coleta de dados das empresas selecionadas

As entrevistas foram realizadas em duas fases, totalizando 10 entrevistas, em média com duas horas de duração cada uma. Cabe observar que na empresa *Gama* os dois coordenadores de mercado (brasileiro e americano) foram entrevistados individualmente. No caso da empresa *Ômega* as entrevistas foram conduzidas com a participação conjunta dos responsáveis pela gestão do DP por ambos estarem liderando os projetos de concepção modular.

Na primeira visita às empresas pretendeu-se compreender as competências das respectivas empresas que viabilizam sua participação em projetos de DP modular

(parte 1 da pesquisa) e na visita seguinte abordaram-se os aspectos relacionados às práticas de DP (parte 2 da pesquisa).

As entrevistas foram gravadas e transcritas literalmente, para depois serem extraídas somente as informações relevantes para o tema da pesquisa.

A utilização do roteiro de entrevista semi-estruturada permitiu explorar o ponto de vista dos entrevistados, com larga experiência no mercado automobilístico, bem como compreender o processo de desenvolvimento de novos produtos da empresa estudada considerando-se as interfaces estabelecidas entre a empresa entrevistada, seus clientes e fornecedores. Além disso, como recomenda Eisenhardt (1989), o uso de múltiplas fontes de dados e a iteração com a literatura possibilitam o alcance de uma maior validade construtiva da pesquisa. Além das entrevistas, as fontes utilizadas foram: dados setoriais em instituições ligadas ao setor automotivo (Sindipeças e Anfavea), desenhos de projetos de produto e *websites* das empresas que disponibilizam conteúdo relativo às estratégias locais e globais, linha de produtos (modular ou integral) e clientes mais significativos. O cruzamento das informações advindas das diversas fontes permitiu maior consistência na análise das informações.

5.2.3 Análise de dados e interpretação dos resultados

Conforme descrito na seção anterior, as entrevistas foram gravadas e transcritas literalmente para depois serem consideradas somente as informações relevantes para o tema da pesquisa. Um cruzamento das informações coletadas junto aos entrevistados foi realizado com as informações advindas das fontes secundárias. Um dos exemplos de utilização das fontes secundárias são as informações coletadas no Anuário da Indústria de Autopeças elaborado pelo Sindipeças (2007). Neste anuário o perfil de seus associados é mostrado através de uma distribuição por faixa de número de funcionários. Entre os 468 associados do Sindipeças do ano de 2006, a distribuição de funcionários é apresentada pelas seguintes faixas: 1 a 30 (7%), 31 a 60 (7,8%), 61 a 125 (16,3%), 126 a 250 (19%), 250 a 500 (23,4%), 501 a 1000 (13,7%), 1001 a 2000 (8,5%), 2001 a 4000 (2,8%) e acima de 4000 (1,5%).

Portanto, neste trabalho, em um primeiro momento, possibilitou considerar que a *Alfa* (com 400 funcionários) tem um perfil de empresa de médio porte, enquanto que,

a *Beta* (com 1200 funcionários), a *Gama* (com 2800 funcionários) e a *Ômega* (com 4000 funcionários) puderam ser classificadas como de grande porte.

Também o referencial teórico levantado na literatura (Capítulos 2, 3 e 4) foi utilizado para confirmar, avaliar e mesmo refutar o conteúdo das entrevistas e visão dos entrevistados.

A proposta de análise dos casos foi dividida em dois grupos de atividades, sendo:

(1) Descrição individual dos casos: primeiramente foi produzida uma caracterização de cada uma das empresas, incluindo, entre outros fatores, sua posição no mercado atual e linha de produtos. Em seguida, os dados coletados foram organizados e descritos em termos das competências gerenciais e práticas de DP e foram agrupadas conforme a classificação proposta no item 4.1.2 deste capítulo que são:

- ✍ Competências modulares: 1- recursos chave, 2- estrutura para o fornecimento de produtos e serviços, 3- relacionamentos interorganizacionais, 4- operações produtivas 5- posicionamento estratégico, 6- diferenciais competitivos e 7- potencial de transferência de atividades.
- ✍ Práticas de DP: participação dos fornecedores nos estágios iniciais de definições da estratégia do produto, envolvimento com o desenvolvimento e definição das especificações e o envolvimento com a preparação da produção e serviços ao cliente.

(2) Análise individual dos casos: com base nas competências identificadas e com base na literatura, os casos foram analisados procurando classificar o grau de maturidade do fornecedor para atuar no contexto modular e identificar as suas respectivas práticas de DP.

(3) Análise cruzada dos casos: o objetivo desta análise é o de comparar os resultados obtidos nas 4 (quatro) empresas em termos do grau de maturidade de competências modulares com as responsabilidades e práticas de DP transferidas e desta forma responder às questões propostas pelo estudo. Foram elaboradas duas figuras propondo-se um posicionamento das empresas frente aos principais diferenciais competitivos que caracterizam o grau de maturidade modular e uma outra em termos do grau de envolvimento das empresas com as práticas de DP. Estas figuras são apresentadas no final do capítulo seguinte.

Tendo como base a revisão bibliográfica e as lacunas identificadas, este capítulo apresentou, em linhas gerais, a proposta metodológica para a condução da

pesquisa, incluindo as questões a serem investigadas, e o método de coleta e análise dos dados de campo. No capítulo seguinte são apresentados e analisados os resultados obtidos.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados dos estudos de caso, conforme proposta metodológica apresentada no Capítulo 5. Inicialmente, define-se o perfil das empresas que fizeram parte da pesquisa (seção 6.1). Os resultados da pesquisa são apresentados na seção 6.2 e compreendem as seguintes fases:

- ✍ Identificação das competências modulares de cada empresa, com base na tipologia proposta por Doran (2004), indicada no Capítulo 4 (Quadro 3) e apresentadas neste capítulo (Quadro 10);
- ✍ Identificação das principais práticas de DP e manufatura com base no referencial apresentado no Capítulo 4 (Quadro 5) e apresentadas neste capítulo (Quadro 11);
- ✍ Análise e apresentação individual das competências modulares e das práticas de DP e manufatura de cada empresa na seção 6.2.1, conforme as informações disponíveis nos Quadros 11 e 12;
- ✍ Com base na análise e apresentação individual (item “c” acima), na seção 6.2.2 é apresentada a análise cruzada do posicionamento competitivo entre estas empresas e demonstrado nas Figuras 8 e 9;
- ✍ Com base nas análises propostas anteriormente (itens a, b, c e d), puderam ser realizadas e descritas, na seção 6.2.3., uma análise do potencial de transferência de atividades entre os fornecedores da cadeia automotiva e as montadoras.

A síntese do estudo encontra-se na seção 6.3, onde os resultados são analisados tendo em vista responder as questões do estudo.

6.1 DESCRIÇÃO INDIVIDUAL DOS CASOS

Conforme citado no Capítulo 5, quatro empresas foram selecionadas e estudadas, sendo três delas localizadas na Grande São Paulo e uma na região de Sorocaba, identificadas como *Alfa*, *Beta*, *Gama* e *Ômega* por motivos de confidencialidade. As empresas estão inseridas no contexto modular e possuem tradição no mercado automotivo brasileiro, pois operam por mais de quatro décadas no setor e possuem

um histórico de competitividade frente às mudanças nos padrões tecnológicos e de gestão organizacional.

6.1.1 Perfil das empresas pesquisadas

As características relevantes que definem o perfil organizacional das empresas estão descritas no Quadro 8. No Quadro 9 estão demonstrados os tipos de produtos fabricados por cada empresa.

Características	Alfa	Beta	Gama	Ômega (*)
Início das operações	1957	1965	1945	1967
Nº funcionários – Brasil	400	1200	2800	4000
Estimativa de faturamento (Milhões de US\$ - 2005)	20	125	300	450
Nº de unidades industriais	1 (Brasil)	6 (Brasil)	3 (Brasil), 1 (Argentina), 5 (Europa) e 1 (Estados Unidos – iniciando operações em 2007)	América Latina (4 no Brasil e 1 na Argentina) Outras plantas na Europa, Estados Unidos e Ásia
Principais segmentos de mercado e canais de distribuição	Automotivo (indústria)	Automotivo (indústria e concessionárias)	Automotivo (indústria, varejo e concessionárias)	Automotivo (indústria e rede de concessionárias)

Quadro 8: Perfil organizacional das empresas selecionadas

Empresas	Principais linhas de produto				
Alfa	Peças para bombas e ferramentas elétricas	Componentes para motores e motocicletas	Batentes, dobradiças e componentes para fechaduras e limitadores de portas	Flanges para sistemas de exaustão e suspensão	Conjuntos para câmbio e motor

Beta	Peças usinadas, estampadas e de conjuntos soldados		Duas rodas – pedais de apoio e freios	Montagem de Comandos de câmbio	Montagem de Colunas de direção

Quadro 9: Linha de produtos das empresas selecionadas - continua

Continuação

Empresas	Principais linhas de produto				
Gama	Peças - Junta de cabeçote do cilindro	Retentores - Sistema de vedação	Mangueiras e módulos de condução

Ômega	Transmissões mecânicas para veículos comerciais	Transmissões automáticas para ônibus	Transmissões para tratores agrícolas e colheitadeiras	Eixos de tração para tratores agrícolas	Reversores marítimos

Quadro 9: Linha de produtos das empresas selecionadas

A **Alfa** dedica-se à produção de componentes avulsos e conjuntos estampados utilizados na montagem de sistemas para automóveis e motocicletas tais como: bancos e cintos e sistemas de freio, motores, portas, sistemas de condução de combustível, suspensão, câmbio e exaustão. É uma fornecedora do segundo nível da cadeia automotiva de suprimentos.

O início das operações da **Alfa** se concentrou no fornecimento de irrigadores ao setor agrícola e logo após, no final da década de 70, também passou a atender o mercado automotivo. Atualmente o setor automotivo representa aproximadamente 90% do seu faturamento. Ao longo da última década internalizou diversas etapas de seu processo produtivo, antes realizados pelos denominados “tier 3”.

No caso deste trabalho, a unidade de análise considerada é toda a linha de produtos da **Alfa**: peças e conjuntos.

A empresa **Beta**, durante sua trajetória apresentou uma evolução em suas atividades, o que se comprova pelo início recente de suas atividades produtivas na Argentina. No início de suas operações, a **Beta** se dedicava à atividade de ferramentaria, utilizando processos de conformação a quente e a frio e com atividades de operações de usinagem de componentes ferrosos e não ferrosos para o setor automotivo, depois adquiriu controle acionário de empresa fabricante de juntas automotivas, o que possibilitou seu ingresso no setor de pequenos e médios estampados e na confecção de peças em borracha, metal-borracha e plásticos,

passando a desenvolver, também, componentes para a indústria de motos e motocicletas. O passo seguinte foi o início do desenvolvimento da linha de produção de sub-sistemas de colunas de direção e comandos de câmbio.

Atualmente, a empresa tem 5 unidades industriais de componentes que integram sua linha de sub-sistemas e peças de grande porte, além de outra em fase de construção em Gravataí (RS) para, inicialmente, atender a planta da General Motors. A *Beta* classifica sua linha de produtos como peças usinadas/soldadas e de conjuntos soldados (destinados a componentes internos ou externos para caixas de mudança e motores, além de pontas de eixo) e produtos montados – sub-sistemas - módulos (destinados a sistemas de transmissão e direção).

No caso deste trabalho, a unidade de análise da *Beta* considerada são os módulos (sub-sistemas) destinados aos sistemas de transmissão e direção.

A empresa **Gama**, no início da sua trajetória, se caracterizou com atividades de produção de componentes avulsos, tais como retentores de vedação dinâmicos utilizados em motores, transmissões e eixos; logo em seguida ampliou sua oferta desta linha de produtos para os de vedação estática, denominados de juntas, além de mangueiras, denominados de elementos de condução. Atualmente a *Gama* possui uma posição de liderança global na oferta de peças avulsas (mangueiras de borracha e juntas de cabeçote) e sub-sistemas de vedação e condução de fluídos direcionados às montadoras. A empresa está caracterizada como fornecedora em fase de consolidação no primeiro nível da cadeia automotiva de suprimentos.

Na Europa tem uma posição consolidada como fornecedora das montadoras de automóveis e está expandindo sua presença no mercado americano com o início de suas operações produtivas locais a partir de 2007. A empresa também está priorizando o desenvolvimento de novos negócios e produtos para o mercado japonês através da recente instalação de escritórios técnico-comerciais.

No caso deste trabalho, a unidade de análise considerada é toda a linha de produtos da *Gama*: peças e módulos (sub-sistemas de vedação e condução de fluídos).

A empresa **Ômega** é uma das líderes mundiais no fornecimento de sistemas de transmissão e tecnologia de chassis para o setor automotivo, o que lhe confere uma posição de fornecedora de primeiro nível na cadeia automotiva de suprimentos. A

empresa conta com uma estrutura descentralizada de DP localizadas nos continentes europeu, americano (Estados Unidos e Brasil) e asiático.

Cada unidade de negócio, no mundo, é responsável pelo desenvolvimento de um tipo de tecnologia e também se responsabilizam por todas as fases de desenvolvimento, incluindo análises técnicas de mercado, desenvolvimento do conceito, simulação de sistemas e componentes, *design* e simulações de engenharia, construção e testes de protótipo, até a fase de aprovação final.

No Brasil, a *Ômega* oferece uma linha de produtos estruturada em duas divisões principais: (a) *powertrain* e componentes de suspensão e (b) transmissões e eixos.

Estas divisões atendem toda a América Latina atendendo o mercado de reposição que conta com uma rede de mais de 150 concessionários da sua marca e venda direta às montadoras e setor agrícola.

Na América Latina a empresa fabrica transmissões para veículos comerciais, sistemas de direção, sistemas de embreagens, amortecedores e componentes de chassis para veículos comerciais e de passeio; além de eixos e transmissões para máquinas agrícolas e reversores marítimos.

No caso deste trabalho, a unidade de análise da *Ômega* é de transmissões e eixos que são oferecidos na forma de sistemas modulares tais como: transmissões manuais para veículos comerciais, transmissões automáticas para ônibus, eixos de tração para tratores agrícolas, transmissões para tratores agrícolas e colheitadeiras.

6.1.2 Identificação das competências modulares

No Quadro 10 encontram-se as competências modulares identificadas. As mesmas estão descritas conforme os seguintes aspectos: 1- recursos chave, 2- estrutura para o fornecimento de produtos e serviços, 3- relacionamentos interorganizacionais, 4- operações produtivas 5- posicionamento estratégico, 6- diferenciais competitivos e 7- potencial de transferência de atividades. Estas competências foram extraídas da literatura (ver Capítulo 4). O conteúdo de cada um desses aspectos, expresso no Quadro 10, foi elaborado com base nos dados de campo.

Recursos Chave			
<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Gama</i>	<i>Ômega</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✍ Tecnologia de corte fino de precisão “<i>fineblanking</i>” ✍ Linha de produtos compõe o produto de marca de seus clientes ✍ Canal de vendas diretas ✍ Iniciando ampliação de linha de produtos de concepção modular 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Investimentos anuais em P&D na ordem de 1 a 2% sobre o faturamento e nas novas unidades industriais ✍ Estrutura própria de engenharia de P&D ✍ Canal de vendas diretas ✍ Desenvolvendo sua marca e ampliando linha de produtos de concepção modular 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Investimentos anuais ao redor de 2% em projetos em sistema de <i>co-design</i> ✍ Recentemente unificou os centros de P&D - Brasil e Alemanha e também criou uma diretoria de compras globais ✍ Canais de vendas: <i>after market</i> e vendas diretas ✍ Marca global e ampla linha de produtos ✍ Objetivo estratégico de ampliar a oferta de produtos de concepção modular 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ No Brasil, tem sua diretoria geral de engenharia de P&D responsável por 3 tecnologias principais: transmissões, eixos e reversores marítimos². ✍ Canais de vendas: <i>after market</i> - rede de mais de 150 concessionários e vendas diretas ✍ Marca global com oferta linha de produtos é de concepção modular
Estrutura para o fornecimento de produtos e serviços			
<ul style="list-style-type: none"> ✍ Internalização de operações de soldagem, rebitagem e pintura por meio da cooperação financeira de seus clientes ✍ Única planta de média capacidade ✍ Cliente detém a propriedade do projeto e realiza controle detalhado das especificações 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Internalização de produção de cabos de conduítes, injeção de plástico, estamparia, componentes em borracha e metal-borracha ✍ Iniciando um processo de internacionalização ✍ Ampliando capacidades de gestão do nível 2 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Internalização de grande parte da produção e desenvolvimento de componentes de menor valor agregado ✍ Conta com fornecedores de aço e borrachas técnicas que detém grande capacidade de produção e tecnologia ✍ Gestão do nível 2 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Relacionamento com fornecedores que detém tecnologias em soluções modulares. Alguns destes produtos utilizados na fabricação dos eixos são: cilindros de direção, redução planetária, carcaças, diferencial e de acionamento ✍ Gestão do nível 2
Relacionamentos interorganizacionais			
<ul style="list-style-type: none"> ✍ Pouca margem de negociação na definição de novos contratos de fornecimento ✍ Não oferece qualidade assegurada ✍ Realizadas auditorias constantes de 3ª parte em seu processo produtivo ✍ Atende os requisitos básicos de qualidade ISO 9001:2000, QS9000 e, mais recentemente, ISO TS 16949 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Vem conseguindo novos contratos com maior grau de responsabilidade e risco ✍ Grande maioria das montadoras recebe seus produtos diretamente em suas linhas de montagem ✍ Oferece qualidade assegurada ✍ Atende os requisitos básicos de qualidade ISO 9001:2000, QS9000 e, mais recentemente, ISO TS 16949 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Os contratos de DP de sistemas modulares, em sistema de <i>co-design</i>, são definidos mediante cláusula de risco. ✍ Grande maioria das montadoras recebe seus produtos diretamente em suas linhas de montagem ✍ Oferece qualidade assegurada ✍ Atende os requisitos básicos de qualidade ISO 9001:2000, QS 9000, ISO TS 16949 	<ul style="list-style-type: none"> ✍ Os contratos de DP, tanto com as montadoras como com os seus fornecedores são definidos mediante cláusula de risco ✍ As montadoras recebem seus produtos diretamente em suas plantas de montagem ✍ Oferece com qualidade assegurada ✍ Atende os requisitos básicos de qualidade ISO 9001:2000, QS9000 e ISO TS 16949

Quadro10: Descrição das principais competências modulares das empresas selecionadas - continua

² O Brasil é o centro mundial de desenvolvimento de sistemas de eixos para tratores.

Continuação

Operações produtivas			
<ul style="list-style-type: none"> Operações de média capacidade Maior parte de suas atividades tem foco no setor automotivo Pouca flexibilidade operacional 	<ul style="list-style-type: none"> Operações de alta capacidade Iniciando um processo de internacionalização de suas operações produtivas Foco exclusivo no setor automotivo Flexibilidade para atender montadoras com plantas de concepção integral e modular 	<ul style="list-style-type: none"> Operações de alta capacidade Consolidando estratégia de globalização e recente estruturação da eng^a de projetos para os mercados brasileiro e externo. Foco no setor automotivo Flexibilidade operacional para atender as plantas das montadoras locais e a maioria no exterior sejam consórcios modulares ou condomínios industriais. 	<ul style="list-style-type: none"> Operações de alta capacidade, presença global e estrutura descentralizada de P&D entre Europa, América e Ásia. Foco exclusivo no setor automotivo Flexibilidades operacionais para atender globalmente as plantas das montadoras sejam de consórcios modulares ou condomínios industriais
Posicionamento estratégico			
<ul style="list-style-type: none"> Agente reativo frente às tendências de adoção da modularidade no setor e adquirindo capacidades modulares nas operações de manufatura 	<ul style="list-style-type: none"> Agente pró-ativo e está se posicionando para ampliar suas operações de manufatura e DP com foco na concepção modular 	<ul style="list-style-type: none"> Agente pró ativo, implantando estratégia para adequar suas operações de manufatura e projetos de concepção modular 	<ul style="list-style-type: none"> Agente pró ativo e posicionado em suas operações de manufatura e projetos de DP com foco na concepção modular
Diferenciais competitivos			
<ul style="list-style-type: none"> Não possui fatores considerados como ganhadores de pedido Limitado pela baixa capacidade de criação de valor Iniciando o desenvolvimento de soluções modulares 	<ul style="list-style-type: none"> Presença local, iniciando processo de internacionalização, desenvolvendo habilidades para atender condomínios industriais e consórcios modulares com soluções modulares e capacidade de gestão do nível 2 	<ul style="list-style-type: none"> Presença global, habilidade de prover soluções modulares em uma base sincronizada e desenvolvendo capacidades de gestão do nível 2 e uma linha de produtos de marca 	<ul style="list-style-type: none"> Presença global, competências bem desenvolvidas em P&D, gerenciamento do nível 2 de alta tecnologia e uma linha de produtos de marca
Potencial de transferência de atividades			
<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de transferência de atividades considerada baixa de acordo com sua pequena autonomia tecnológica para o desenvolvimento de soluções modulares completas 	<ul style="list-style-type: none"> Alto potencial de transferência de acordo com sua autonomia tecnológica para o desenvolvimento de soluções modulares completas 	<ul style="list-style-type: none"> Alto potencial de transferência de acordo com sua autonomia tecnológica para o desenvolvimento de soluções modulares completas 	<ul style="list-style-type: none"> Alto potencial de transferências de atividades de acordo com sua grande autonomia para o desenvolvimento tecnológico de soluções modulares completas Flexibilidade operacional para internalizar ou transferir atividades a seus fornecedores de sub-sistemas.

Quadro11: Descrição das principais competências modulares das empresas selecionadas

6.1.3 Identificação das práticas de desenvolvimento de produto

No Quadro 11 encontram-se as práticas de DP identificadas. As mesmas estão descritas conforme as seguintes etapas dos projetos de DP: 1-participação dos fornecedores nos estágios iniciais de definições da estratégia do produto, 2-envolvimento com o desenvolvimento e definição das especificações, e 3-envolvimento com a preparação da produção e serviços ao cliente.

O conteúdo de cada uma destas práticas, expresso no Quadro 11, foi elaborado com base nos dados de campo.

<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Gama</i>	<i>Ômega</i>
Definições da estratégia do produto			
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Não tem capacitação tecnológica para cooperar na avaliação do desenvolvimento tecnológico do produto ✗ Pouca capacidade de cooperar com a estratégica do DP 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Participação em projetos de tropicalização de componentes de montadoras como: Honda, Peugeot, Renault, entre outras, o que caracteriza seu papel de <i>follow sourcing</i> ✗ Começando a participar de projetos em sistema de <i>co-design</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Implantação a estratégia de produtos modulares globais na linha de sistemas de vedação e condução o que propicia começar a exercer um papel de <i>leader sourcing</i> ✗ Ampliando sua participação no DNP em sistema de <i>co-design</i> - desde a idealização do projeto de um motor ou de uma transmissão 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Estratégia global de produtos de arquitetura modular e de projetos em sistema de <i>co-design</i> caracteriza seu papel de <i>leader sourcing</i> ✗ <i>Know How</i> internalizado de processos de fundição e forja mas com flexibilidade de externalizar a produção
Desenvolvimento e definição das especificações			
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Recebe o desenho da peça previamente definido ✗ Praticamente nenhuma influência na definição das especificações ✗ Cliente e <i>Alfa</i> avaliam e testam componentes durante o processo de transformação 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Começando a participar de projetos do tipo “grey box” . No caso do desenvolvimento de comandos de câmbio para a GM, os detalhes sobre a adequação da funcionalidade são compartilhados, mas no caso da tecnologia empregada isto não acontece. ✗ Auxílio na realização de testes no campo de provas da GM. 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Ampliando o DP do tipo “grey box” e começando a participar de projetos em sistema de <i>co-design</i> ✗ As especificações são desenvolvidas e compartilhadas com o quanto às interfaces estabelecidas com o veículo. ✗ Define as especificações das MP entregues pelos fornecedores ✗ Realiza todos os testes dos módulos 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Desenvolve produtos do tipo “grey box” e “black box” - na maioria das vezes. ✗ Define e compartilha as especificações quanto às interfaces com o veículo / trator ✗ A <i>Ômega</i> detém a patente do desenvolvimento de suas soluções modulares ✗ Realiza testes completos de seus módulos
Preparação da produção e serviços ao cliente			
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Coopera com os testes de manufatura e embalagens ✗ Produz a peça 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Participa nos projetos de manufatura do cliente ✗ Participa de testes de manufatura ✗ Testes e embalagens ✗ Produz a peça 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Participa nos projetos e testes de manufatura ✗ Testes e embalagens ✗ Produz a peça ✗ Vende a peça por catálogo (marca própria) 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Participa nos projetos de manufatura ✗ Participa de testes de manufatura ✗ Testes e embalagens ✗ Produz a peça ✗ Vende a peça por catálogo (marca própria)

Quadro 11: Envolvimento nas principais práticas de DP das empresas selecionadas

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Mediante a identificação das competências modulares (seção 6.1.2) e das práticas de DP (seção 6.1.3), segue-se a análise individual das unidades de análise selecionadas com base nas competências identificadas e na literatura.

6.2.1 Análise Individual dos Casos

Nesta seção são analisadas as competências modulares e as práticas de DP identificadas e apresentadas na seção 6.1, confrontando-se os resultados com a literatura. Conforme proposto no capítulo de métodos de pesquisa, seção 5.2.1, a análise visa classificar o fornecedor de acordo com o grau de maturidade de competências para atuar no contexto modular.

Empresa Alfa

De acordo com as competências identificadas, a empresa **Alfa** se encontra no **estágio “embrionário”** de progressividade de competências modulares, conforme a proposta de Doran (2004).

A *Alfa* está iniciando uma curva ascendente de agregação de novas capacitações tecnológicas, principalmente, nas suas operações de manufatura que tem possibilitado o desenvolvimento de um processo de transferência de atividades por parte de seus clientes (montadoras e sistemistas), que pode ser evidenciado pelas seguintes mudanças:

- ✍ Inicialmente contratava os serviços de soldagem, pintura e rebitagem de componentes avulsos;
- ✍ Com o incentivo dos clientes (montadoras e fornecedores estratégicos), recebeu apoio financeiro para agregar tais operações em seu processo produtivo, o que, colaborou para um avanço no sentido da produção modular e, praticamente, eliminou o fornecimento de serviços por parte de seus fornecedores (*tier 3*);
- ✍ Criação de serviços personalizados de entrega direta na planta das montadoras (*just in time* e *milk run*).

Aliando as suas competências na oferta de tecnologia de corte fino de precisão “*fineblanking*” com estas novas competências nas atividades de soldagem, rebitagem e pintura, a *Alfa* está conquistando novas oportunidades neste ambiente modular. Segundo a análise dos critérios de seleção de fornecedores proposto por Svensson (2004) e Rozenfeld (2005), que consideram o grau de comprometimento (intensidade de relacionamento) do fornecedor e de contribuição para a comoditização dos produtos de seus clientes, a *Alfa* está se qualificando para realizar a transição em sua manufatura exclusiva de peças avulsas (*commodities*) para conjuntos de peças de concepção modular. Segundo estes mesmos autores, a *Alfa* também começa a alavancar sua área de desenvolvimento de novos produtos. Um dos exemplos desta transição é o aumento do fornecimento de soluções modulares caracterizadas por sua linha de batentes, dobradiças e componentes para fechaduras e limitadores de portas fornecidos para um de seus principais clientes, a Honda. Neste caso, a *Alfa* teve a oportunidade de participar do processo de desenvolvimento e definição das especificações e do projeto do processo de produção.

A atuação da *Alfa* se restringe ao mercado brasileiro e até o momento não há perspectivas de expansão de suas atividades para novos mercados. O desenvolvimento destes projetos demanda grandes investimentos em softwares que possibilitam o desenvolvimento simultâneo (*co-design*) dos produtos. Atualmente, a *Alfa* não tem acesso a estes softwares o que restringe a conquista de novas oportunidades de participação em projetos modulares. A aquisição ou acesso via empresas terceirizadas aos programas de simulação, específicos para cada montadora, é condição fundamental para o seu crescimento no longo prazo.

Conforme a análise de competências modulares realizada com base na tipologia de Doran (2004), a *Alfa* é um ator que tem uma posição reativa frente as mudanças no cenário automotivo, devido a falta de uma visão de longo prazo sobre o impacto da modularidade nas atividades de desenvolvimento de produto. As adequações da *Alfa* quanto às exigências das montadoras e sistemistas de que desenvolva produtos de maior valor agregado, por meio do desenvolvimento dos conjuntos modulares está possibilitando parcerias mais duradouras com seus clientes.

Nesse sentido, verificou-se que, neste momento, sua posição competitiva está fortemente relacionada a mudança de sua posição na cadeia de suprimentos, às suas possibilidades de oferta de conjuntos e componentes de baixo custo, o que

pode ser um requisito fundamental na oferta futura de soluções genuinamente modulares.

Empresa *Beta*

De acordo com a tipologia de progressividade de competências modulares (DORAN, 2004), a empresa ***Beta*** se encontra no **estágio de “desenvolvimento”** de competências modulares.

Tal fato pode ser evidenciado pelos seguintes fatores:

- ✍ De acordo com as observações de Collins et al. (1997), de que os fornecedores estratégicos devem participar de processos de integração logística e de DP para se integrarem na cadeia modular, a *Beta* está investindo na construção de plantas industriais para atender tanto os sistemas de condomínio como de consórcio modular;
- ✍ Com a mudança de papel das montadoras de integradoras para moduladoras das atividades de projeto de DP, fato este abordado por Sturgeon (2002), a *Beta*, de acordo com sua crescente agregação de valor verificada em sua linha de produtos ao longo dos últimos anos, optou pela internalização de operações produtivas anteriormente desenvolvidas por seus fornecedores de segundo e terceiro níveis (exemplo: atividades de estamparia, componentes em borracha, metal-borracha e plásticos) e pela aquisição de empresas.

Esta progressividade de aquisição de competências evidenciadas na *Beta* foi possibilitada pela adoção da estratégia modular das montadoras. Conforme Baldwin; Clark (1997) e Hoek; Weken (1998) descrevem, estas são algumas das atividades não consideradas estratégicas para os negócios das montadoras e, portanto suscetíveis de externalização.

A agregação destas atividades aos negócios da *Beta* têm possibilitado um maior estreitamento de seu relacionamento com as montadoras, por meio de seu crescente envolvimento em projetos de concepção modular do tipo “grey box” em sistema de *co-design*, desenvolvimento de projetos de tropicalização destinados a algumas montadoras recentemente instaladas no país – Honda, Peugeot e Renault, e da padronização dos comandos de câmbio e colunas de direção destinados a todas as plataformas de produção da GM. Estas evidências vão ao encontro das

pesquisas realizadas por Clark e Fujimoto (1991), Monczka (2000), Humphrey (1999) e Consoni (2004), autores considerados na revisão bibliográfica deste trabalho.

O estreitamento das relações da *Beta* com as montadoras implica na conquista de contratos de fornecimento de médio a longo prazo, aumento das capacitações de gestão da cadeia de suprimentos (nível 2) e na prestação de serviços para atender as necessidades da manufatura do cliente.

A partir da análise destes resultados, verificou-se que a *Beta* está se posicionando para se tornar uma fornecedora estratégica madura.

A *Beta* é um agente importante neste ambiente modular, pois tem foco bem definido sobre fatores chave de mudança nas atividades de DP que estão ocorrendo no setor automotivo. As intenções da *Beta* são de, em um primeiro momento, se consolidar no mercado brasileiro como fornecedora estratégica modular com o fornecimento de sub-sistemas e componentes avulsas usinadas e estampadas de grande porte para em um período de médio a longo prazo expandir suas atividades no continente europeu e americano.

Empresa Gama

A empresa **Gama**, ao longo dos anos, vem adotando uma estratégia de foco no desenvolvimento e produção de componentes avulsos (retentores de vedação – juntas e mangueiras – elementos de condução). Tais componentes são considerados críticos para o desenvolvimento de motores, transmissões e eixos. Em um primeiro momento, a *Gama* conquistou a liderança no fornecimento destes produtos às montadoras instaladas no Brasil e vem conquistando uma posição de fornecedora estratégica em âmbito global. Estas estratégias adotadas pela *Gama* lhe conferem um posicionamento intermediário entre os **estágios de “desenvolvimento” e “maturidade”** na progressividade de competências modulares, conforme a tipologia de Doran (2004).

As oportunidades de negócios da *Gama* podem ser classificadas em duas frentes distintas – mercado interno e externo.

Quanto ao mercado interno, a grande maioria dos projetos da *Gama* são de :

- ✍ Otimização e novas aplicações com base em projetos preexistentes das montadoras em que a *Gama* desempenha um papel de *follow sourcing* – nestes casos os projetos são de baixa atratividade, pois existe grande pressão das montadoras para a redução de custos e melhoria da qualidade sem a contrapartida dos investimentos que são realizados.
- ✍ Em alguns casos, a *Gama* tem obtido êxito na participação de projetos das montadoras que propiciaram o desenvolvimento de tecnologias locais como o motor *flex* – bi-combustível e carro FOX da Volkswagen;
- ✍ Oportunidades de tropicalização de produtos direcionados às necessidades das montadoras recentemente instaladas no Brasil – exemplo: Toyota, Honda, Peugeot e Renault. Consoni (2004) trata das oportunidades recentes de empresas brasileiras que participam de projetos de tropicalização. Estes projetos deram condições à *Gama* de participar mais intensivamente nas etapas de definição das estratégias de produto das montadoras.

Quanto ao mercado externo as oportunidades de projetos de DP se concentram em:

- ✍ Participação nos projetos das montadoras desde seu início, desde o nascimento do conceito de um motor, transmissão ou eixo, o que lhe dá a oportunidade de desempenhar um papel de *leader sourcing*. Um exemplo é o desenvolvimento de componentes modulares que serão utilizados em uma transmissão da GM americana, que embora não tenham grande complexidade permitem grande envolvimento (contrato de longo prazo) em projetos considerados de grande atratividade. Estes componentes começarão a ser produzida em 2012, mas seus *mock-ups* já foram apresentados no mês de janeiro de 2007. Conforme abordado anteriormente por Clark; Fujimoto (1991) e Monczka (2000), estas oportunidades caracterizam a evolução da *Gama* nas capacitações tecnológicas necessárias para o desenvolvimento de sub-sistemas na forma de “*grey box*” e “*black box*”.

Com as novas possibilidades de participação nestes projetos desde seu início, a *Gama* pode vir a apresentar propostas de soluções integradas na forma de sistemas de vedação e condução com maior conteúdo tecnológico, quando comparado com sua linha de peças avulsas, para integrar os projetos futuros das montadoras em âmbito global.

A consolidação de sua posição como líder global no setor automotivo passa pelo processo de aquisição de novas competências para o desenvolvimento de soluções modulares em retentores e mangueiras.

Alguns dos principais aspectos em que a estratégia de globalização adotada pela *Gama* se baseiam, estão respaldados pela literatura. Sanchez; Mahoney (1996), Sturgeon (2002) e Yassine; Wissmann (2006) apontam que a evolução da *Gama* como fornecedora global implica em mudanças na sua arquitetura organizacional e na gestão de sua cadeia de suprimentos. Algumas destas características são:

- ✍ Internalizou o desenvolvimento de componentes considerados de menor valor agregado e conta com fornecedores de aço e borrachas técnicas que detêm competências específicas quanto à tecnologia e produção em grande escala.
- ✍ Iniciou um processo de implementação de um planejamento para o desenvolvimento de uma linha de produtos modulares em sistemas de vedação e condução que visam atender projetos globais das montadoras;
- ✍ Busca da consolidação e unificação de sua estrutura global de P&D e compras, ou seja, uma mudança em sua arquitetura organizacional.
- ✍ Após sua consolidação nos mercados da América Latina e Europa, está iniciando suas operações produtivas nos Estados Unidos e, em breve, estará abrindo escritório de representação no Japão.

Empresa *Ômega*

Os principais diferenciais competitivos da ***Ômega*** são a presença global, investimentos significativos e estrutura descentralizada em P&D, posição competitiva como líder global no desenvolvimento e produção de sistemas modulares de transmissões e eixos para tratores, competências bem desenvolvidas em DP modulares, gerenciamento do nível 2 e uma linha de produtos de marca de empresas de alta tecnologia.

No caso da *Ômega*, a arquitetura de seus sistemas, sejam transmissões ou eixos, por serem modulares implicam em parcerias com fornecedores que detêm conhecimento de sub-sistemas de alto conteúdo tecnológico.

Mediante estas evidências, a *Ômega* tem autonomia para liderar projetos de DP junto às montadoras e flexibilidade para optar pela internalização ou externalização

(transferência) de atividades de manufatura e desenvolvimento de sub-sistemas ou componentes. Portanto, a *Ômega* se encontra no **estágio de “maturidade”** na progressividade de competências modulares, conforme a tipologia de Doran (2004). Desde a década de 1980, adota a estratégia global de DP de conceito modular e como apoio utiliza a literatura de Ulrich e Eppinger (1995), além de acervo técnico próprio.

Alguns dos sub-sistemas utilizados para fabricação dos eixos são: cilindros de direção, redução planetária, carcaças, diferencial e de acionamento. Dentre os fornecedores deste sistema, destacam-se: freios (TRW e Bosch), cilindros hidráulicos de direção (Unideme, KMS-Weber e Parker) e colunas de direção – *Beta* (empresa analisada neste trabalho). Assim como ocorre com a *Gama*, estes fornecedores detêm capacitação tecnológica para o desenvolvimento de sub-sistemas na forma de “*grey box*” e “*black box*” em sistema de *co-design* (CLARK; FUJIMOTO, 1991; MONCZKA, 2000).

Pelo fato de a *Ômega* deter o conhecimento da arquitetura destes sub-sistemas tem a flexibilidade de transferir ou internalizar o desenvolvimento destes sub-sistemas. O cilindro de direção é um destes casos em que a empresa prefere transferir seu desenvolvimento e produção, mas pode retomar a sua produção de acordo com as oportunidades de mercado (importação) e necessidades de redução nos custos.

O fato de a *Ômega* conduzir projetos de DP modulares em sistema de *co-design* com empresas que detêm alta tecnologia em sub-sistemas também acarreta na transferência de responsabilidades na gestão da qualidade e custo destes sub-sistemas. Sturgeon (2002), Doran (2003) e Morris et al. (2004) apontam estas configurações de relacionamento que se define entre empresas desenvolvedoras de projetos de concepção modular. No caso da *Ômega*, o seu relacionamento com os fornecedores define a distribuição de atividades de projeto modular que possibilita ganhos tais como: menor tempo e simplificação do processo de montagem em sua linha de produção; eliminação das atividades de produção de componentes relacionados a estes sub-sistemas; maior foco no desenvolvimento das suas competências centrais (engrenagem e tração); e diminuição dos itens de estoque.

6.2.2 Análise cruzada dos casos

A análise será conduzida conforme proposto na seção 5.2.1, sendo que seu objetivo é comparar os resultados obtidos nas 4 (quatro) empresas em termos do grau de maturidade de competências modulares com as responsabilidades e práticas de DP transferidas e desta forma responder às questões do estudo.

Na seção anterior (6.2.1) a análise individual dos casos permitiu classificar as empresas de acordo com o estágio de maturidade de competências modulares, sendo: empresa *Alfa* (embrionária), empresa *Beta* (em desenvolvimento), empresa *Gama* (entre o estágio de desenvolvimento e maturidade) e empresa *Ômega* (madura).

Dentre as competências levantadas, a Figura 7 demonstra quais são os diferenciais competitivos identificados nas empresas em análise quanto à presença global, competências em P&D com enfoque em soluções modulares, gerenciamento do nível 2 da cadeia e suprimentos e linha de produtos de marca. Tais diferenciais estão em consonância com a proposta de Doran (2004) quanto às competências que as montadoras exigem de seus fornecedores com maturidade modular.

Uma análise do posicionamento de cada uma das empresas frente aos diferenciais competitivos (Figura 7) foi realizada a fim de viabilizar a análise comparativa do grau de maturidade modular obtido pelos fornecedores. Em um segundo momento, este perfil também servirá de base para avaliar a relação entre as competências identificadas e o grau de envolvimento nas práticas de DP.

Figura 7: Análise comparativa de posicionamento das empresas frente aos diferenciais competitivos

A **Ômega**, em relação às demais empresas, tem o melhor desempenho em todos os diferenciais competitivos analisados. Mediante o contexto modular, estes diferenciais garantem à **Ômega** a capacidade de criar maior valor às montadoras e a seus negócios, conforme evidenciado nas pesquisas realizadas por Doran; Roome (2003). De acordo com o modelo de segmentação e critérios para seleção de fornecedores propostos por Svensson (2004), confirma-se que a **Ômega** tem maior grau do comprometimento e de contribuição para a “comoditização” dos produtos de seus clientes por meio da oferta de sistemas modulares e de serviços completos de montagem direta na planta.

A empresa **Gama** está próxima a atingir o estágio de maturidade modular, o que depende de investimentos em P&D com enfoque em soluções modulares. Conforme Clark e Fujimoto, 1991 e Monczka, 2000 indicam, a empresa entende que o diferencial competitivo no DP modulares pode garantir acesso a novas oportunidades de projeto que são considerados de grande atratividade (*co-design*).

A empresa **Beta**, por sua vez, em comparação com os diferenciais competitivos da **Gama**, apresenta menor penetração nos mercados internacionais e se restringe à gestão da cadeia de segundo nível e desenvolvimento de marca própria ao mercado brasileiro. Por sua vez, comparando-se com a **Gama**, tem um posicionamento em suas competências com maior foco em P&D e projetos de concepção modular.

A empresa **Alfa** tem tido a oportunidade de acumular competências modulares, ainda de forma embrionária. De acordo com a análise de Figueiredo (2003) tal posicionamento restringe a sua capacitação tecnológica às operações rotineiras de produção de peças sob encomenda.

Após a análise comparativa do grau de maturidade modular obtido pelos fornecedores e ilustrado na Figura 7, é analisado o grau de envolvimento das empresas nas principais práticas de DP.

A Figura 8 demonstra o posicionamento relativo do envolvimento das empresas nas práticas de DP e de manufatura com base no referencial teórico apresentado no Quadro 5 (Capítulo 4). Tais práticas foram divididas em três categorias: as práticas decorrentes da participação dos fornecedores nos estágios iniciais de definições da estratégia do produto; envolvimento com o desenvolvimento e definição das especificações e desenvolvimento com a preparação da produção e serviços ao cliente.

do produto, enquanto que as etapas de coleta de informações técnicas até a apresentação de um protótipo representam um menor tempo de dedicação e envolvimento com o cliente.

Assim como a **Gama**, a **Beta** também trabalha com equipes de projeto em parceria com as montadoras e sistemistas. Devido às características modulares aplicadas às das colunas de direção e comandos de câmbio e do ponto de vista da inovação tecnológica (SALERNO; DIAS, 1999), alguns clientes como a GM tem solicitado projetos do tipo *grey box*. Estes projetos desenvolvidos em sistema de parceria (*co-design*) implicam em uma grande interferência da GM nas fases de testes de resistência e manobrabilidade realizados no seu campo de provas e testes de qualidade durante o processo inicial de produção.

A empresa **Alfa** tem pouca participação no desenvolvimento e definição das especificações. Como Clark e Fujimoto (1991), Monczka (2000) descrevem, as características da *Alfa* são compatíveis com os fornecedores de 2º nível. Portanto, as oportunidades de projeto da *Alfa* se concentram na produção de peças fornecidas pelos clientes com especificações pré-definidas.

6.2.3 Considerações finais sobre os estudos de caso

O principal objetivo proposto neste trabalho foi identificar descrever e analisar as implicações da estratégia modular nos processos de capacitação e na transferência de atividades de DP entre os fornecedores da cadeia automotiva.

Em relação à primeira pergunta, que busca identificar como as competências modulares podem influenciar o potencial de transferência de atividades de DP entre os integrantes da cadeia automotiva alguns pontos relevantes podem ser destacados:

O grau de maturidade de competências modulares identificadas nas empresas *Alfa*, *Beta*, *Gama* e *Ômega* definem uma relação direta com a intensidade em que estão envolvidas nas práticas de DP. Neste sentido confirma-se que as competências da cadeia de suprimentos devem ser desenvolvidas tendo-se como base a estratégia modular - modularidade no DP associada à transferência de atividades das montadoras aos fornecedores que constituem os elos da cadeia automotiva.

Esta relação estabelecida entre competências modulares e práticas de DP definiu em qual posicionamento estratégico estas empresas se encontram de acordo com a proposta de Doran (2004), ou seja, em que intensidade as empresas posicionam suas operações de manufatura e projetos de DP com foco na concepção modular. Em intensidades diferentes, todas as empresas analisadas têm uma preocupação especial em internalizar atividades de manufatura e de DP e investir em P&D que contribuam com o desenvolvimento de uma proposição de valor (*product offer*) superior a seus clientes. Tal objetivo está sendo alcançado por meio da progressiva participação destas empresas em projetos de DP de arquitetura modular. Neste sentido confirma-se que a estratégia modular impõe aos constituintes da cadeia de suprimentos um processo de reorganização e capacitação para uma nova abordagem quanto às possibilidades de estreitamentos nas relações comerciais e de gestão de projetos de DP com as montadoras.

7 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho em relação aos objetivos e questões de pesquisa propostos e as suas limitações, bem como são revisados o conjunto de proposições teóricas com base nos resultados identificados. A revisão bibliográfica foi dividida em três temas relacionados à estratégia de DP de concepção modular, que são: as alternativas de desenvolvimento, concepção e definição da arquitetura de produto (integral e modular); as implicações da estratégia modular no modelo de gestão do setor automotivo com o DP modular, objeto deste trabalho; e a gestão do processo de DP modular no âmbito das relações entre os integrantes da cadeia automotiva de suprimentos. A revisão bibliográfica apontou que a estratégia modular aplicada no DP possibilita uma redistribuição das atividades inerentes a este processo, baseando-se na decomposição e divisão das tarefas do projeto de DP entre as montadoras e seus fornecedores.

O presente trabalho teve a oportunidade de identificar, descrever e analisar as implicações da estratégia modular para os fornecedores da cadeia automotiva na aquisição de competências e na transferência de atividades de desenvolvimento de produto modular.

A partir deste objetivo, duas questões foram elaboradas.

A primeira questão foi a de identificar as competências que podem influenciar o potencial de transferência de atividades de desenvolvimento de produto entre os integrantes da cadeia automotiva.

A segunda questão foi no sentido de identificar quais são as práticas e atividades em desenvolvimento de produto características dos fornecedores modulares de nível 1 e 2 da cadeia de suprimentos e sua relação com o grau de competências.

O método adotado na pesquisa permitiu responder à primeira questão do estudo, ou seja, identificar e classificar as empresas segundo o estágio de desenvolvimento das competências modulares. De acordo com as evidências empíricas, as empresas pesquisadas foram posicionadas em estágios distintos de competências modulares: empresa *Alfa* - “embrionária”, *Beta* “em desenvolvimento”, *Gama* - “entre desenvolvimento e madura” e *Ômega* - “madura”. Os aspectos evidenciados e analisados por meio de uma abordagem qualitativa e exploratória foram: 1- os recursos chave; 2- estrutura para o fornecimento de produtos e serviços; 3-

relacionamentos interorganizacionais; 4- operações produtivas; 5- posicionamento estratégico; 6- diferenciais competitivos e 7- potencial de transferência de atividades. Dentre as competências identificadas, destacam-se os atributos considerados como diferenciais competitivos para as empresas integrantes da cadeia de suprimentos modular. Estes diferenciais competitivos identificados são: presença global, competências bem desenvolvidas em P&D com enfoque em soluções modulares, capacidade de gerenciamento do nível 2 e a capacidade de comercialização e desenvolvimento de uma linha de produtos de marca de características modulares.

A empresa *Ômega*, identificada como a única com maturidade modular somente desenvolve projetos de concepção modular e conta com fornecedores de sub-módulos de alta tecnologia. As empresas *Gama* e *Beta* estão progressivamente incorporando, em sua linha de produtos, projetos de concepção modular (sub-módulos). A *Alfa* também apresentou evidências de ampliação do número de projetos de concepção modular (maior número de peças fornecidas na forma de conjuntos modulares).

O método de pesquisa também permitiu responder à segunda questão do estudo, ou seja, possibilitou a realização do levantamento das práticas de desenvolvimento de produto adotadas nas empresas selecionadas e verificar suas relações com as respectivas competências modulares de cada empresa analisada. As práticas de desenvolvimento de produto foram agrupadas em três estágios distintos que são: definições da estratégia do produto e desenvolvimento, definições das especificações e preparação da produção e serviços ao cliente.

Este modelo de análise permitiu identificar o grau de intensidade de participação dos fornecedores em cada grupo de atividades. No caso das empresas *Beta*, *Gama* e *Ômega*, puderam ser consideradas parceiras estratégicas das montadoras pois participam de todas as atividades de projeto. Estas empresas têm acesso direto às montadoras e participam de projetos do tipo *grey box* e *black box* que são realizados, em grande parte, em sistema de *co-design*.

De acordo com a análise realizada, constatou-se que a estratégia modular tem propiciado um relacionamento de maior proximidade entre as montadoras e os fornecedores posicionados nos estágios de desenvolvimento e maturidade modular - *Beta*, *Gama* e *Ômega*.

O grau de maturidade nas competências modulares apresentado nas empresas pesquisadas tem reflexo direto na intensidade do envolvimento nas práticas de desenvolvimento de produtos com seus clientes

As empresas *Beta*, *Gama* e *Ômega*, que participam de projetos em sistema de parceria tendem a receber transferências progressivas de atividades de seus clientes mediante compartilhamento do risco nos investimentos para a realização de novos projetos. Todas estas empresas estão envolvidas nas práticas de DP consideradas estratégicas para o desenvolvimento de parcerias a longo prazo.

No caso da *Alfa*, que tem maior intensidade de participação nas atividades de preparação da produção e serviços ao cliente, as oportunidades de envolvimento direto nos projetos estratégicos das montadoras são bem limitadas. A *Alfa* tem atuado, em grande parte, no desenvolvimento e produção de peças padronizadas, sob a encomenda de sistemistas e em menor intensidade pelas montadoras.

O cruzamento dos resultados obtidos permitiu constatar a relação direta entre a maturidade de competências modulares e a intensidade do envolvimento dos fornecedores nas principais práticas de DP. O potencial de transferência de atividades entre os fornecedores de 1º e 2º níveis tem relação direta com estes fatores mencionados.

7.1 Sugestões para trabalhos futuros

A aplicação do roteiro de entrevistas nas empresas selecionadas possibilitou a coleta de evidências empíricas que foram analisadas e interpretadas, principalmente, com um enfoque qualitativo. Apesar do fato do roteiro de entrevistas ter contemplado aspectos quantitativos, algumas informações comparativas entre produtos de arquitetura integral e modular foram disponibilizadas, tais como: (1) ganhos ou perdas pela introdução do conceito da modularidade no DP; (2) alterações nos custos dos processos produtivos; (3) impacto na redução do tempo de desenvolvimento de produtos; e avaliação das vantagens ou desvantagens da aquisição de novas competências de projetos de DP.

As sugestões para trabalhos futuros estão relacionadas às possibilidades de ampliação do escopo de análise quantitativa e qualitativa para o objeto deste trabalho, que são: (1) realização de levantamento tipo *survey* para aplicar a tipologia

de Doran (2004) a um universo maior de empresas de 1º e 2º níveis da cadeia automotiva; (2) análise quantitativa e qualitativa para distinguir as práticas de desenvolvimento de produtos de arquitetura integral e modular; e (3) verificar as relações entre capacitação tecnológica e competência modular.

REFERÊNCIAS

- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos. Anuário da indústria automobilística brasileira. São Paulo, 2007
- BALDWIN, C.Y. e CLARK, K.B. Managing in the ages of modularity. Harvard Business Review, Sep-Oct, p. 84-93, 1997.
- BECKER, M. C. e ZIRPOLI F. Organizing new product development - knowledge hollowing-out and knowledge integration - the FIAT Auto case. International Journal of Operations & Production Management; v. 23, n. 9; p. 1033, 2003.
- BELL, M. e PAVITT, K. The development of Technological Capabilities. Irfan ul Haque Trade. Technology and International Competitiveness, 218 p. Economic Development Institute of the World Bank, 1995.
- CALABRESE, G. Small-medium suppliers and the new car industry. International Journal of Automotive Technology and Management, v. 1, n. 4, p. 471-489, 2001
- CAMUFFO, A. Rolling out a world car: globalisation, externalisation and modularity in the auto industry. Department of Business Economics and Management Ca' Foscari University of Venice, Italy, 2000. Disponível em: <http://www.imvp.mit.edu/papers/0001/camuffo1.pdf>. Acesso em: 05 setembro 2005.
- CHENG, L.C. - Caracterização da gestão de desenvolvimento do produto: delineando o seu contorno e dimensões básicas. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO, 2000, São Carlos. **Anais...** São Paulo. p. 1-9.
- CLARK, K. B. e FUJIMOTO, T. Product development performance: Strategy, organization and management in the world auto industry. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- CLARK, K. B. Project scope and project performance: The effect of part strategy and supplier involvement on product development. Management Science, v.35 n. 10, 1989.
- COLLINS, R., BECHLER, K. e PIRES, S. Externalização in the automotive industry: From just in time to modular consortia. European Management Journal, v. 15 , n. 5, p. 498-508, 1997.
- CORSWANT, F. e FREDRIKSSON, P. Sourcing trends in the car industry: A survey of car manufacturers and suppliers strategies and relations. International Journal of Operations & Production Management, v.22, n. 7/8; p. 741-758 , 2002.

- DORAN, D. Manufacturing for synchronous supply: a case study of Ikeda Hoover Ltd. *Integrated Manufacturing Systems*, v. 13, n. 1, p. 18-24, 2002.
- DORAN, D. Supply Chain Implications of Modularization. *International Journal of Operations and Production Management*. v. 23, n.3, p. 316-326, 2003.
- DORAN, D. Rethinking the supply chain: an automotive perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 9, n.1, p. 102-109, 2004.
- DORAN, D. e ROOME, R. An evaluation of value-transfer within a modular supply chain. *International Strategy and Research Operations Group, Kingston Business School*, v. 217 Part D: J. Automobile Engineering., 2003.
- EISENHARDT, K. M. Product development: past research: Present findings and future directions. *Academy of Management Journal*, v. 32, n. 3, p. 543-579, 1989.
- FIGUEIREDO, P.S. *Aprendizagem tecnológica e performance competitiva*. Rio de Janeiro, Editora FGV, 292 p., 2003.
- CONSONI, F. L. **Da tropicalização ao projeto de veículos**: um estudo das competências em DP nas montadoras de automóveis no Brasil. 267p. Tese (Doutorado) – Departamento de Política Científica e Tecnológica, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Universidade de Campinas- Unicamp, 2004.
- FINE, C. H e WHITNEY, D. Is the make or buy decision a core competence? – Sloan School of Management – MIT. Working Paper, 1996
- FINE, C. H. Are you modular or integral? Be sure your supply chain knows. *Strategy + Business*, issue 39, p. 1-8, 2000.
- FINE, H.C. Clockspeed-based strategies for supply chain design. *Production and Operations Management*, v 9, n.3, p. 213-221, 2000.
- FLEURY, A. e FLEURY, M. T. L. *Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira*. São Paulo: Atlas, 2001.
- FORZA, C. Survey research in operations management: A process-based perspective. *International Journal of Operations & Management*, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.
- FUJIMOTO, T., TAKEISHI, A. e AOSHIMA, Y. *Business architecture: Strategic design of product, organization design, and processes*, Yuhokaku Press, Tokyo, 2001

- FREDRIKSSON, P. Modular assembly in the car industry - an analysis of organizational forms' influence on performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v. 8, p. 221-233, 2002
- GADDE, L. E., HUEMER, I. e HAKANSSON, H. Strategizing in industrial networks. *Industrial Marketing Management*. New York: v. 32; p. 357, 2003.
- GEREFFI, G., HUMPHREY, J. e STURGEON, T. The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*. ISSN 0969-2290 print/ISSN 1466-4526 online. Taylor & Francis Ltd., 2005. Disponível em: <http://www.tandf.co.uk>. Acesso em: 22 junho 2006
- GRAZIADIO, T e ZILBOVICIUS, M. Knowledge transfer through the supply chain: does modularity make it easier? *International Journal of Automotive Technology and Management*, v. 3, n. 1/2, p. 47-60, 2003.
- GRAZIADIO, T. - **Estudo comparativo entre os fornecedores de componentes automotivos de plantas convencionais e modulares**. 185 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- HANDFIELD, R., RAGATZ, G., PETERSEN, K. e MONCZKA, Involving suppliers in new product development. *California Management Review*: Fall 1999; 42(1); ABI/INFORM Global, p. 59-82, 2000.
- HELPER, S. et al. Modularization and externalization: Implications for the future of automotive assembly. *Management of the Extended Enterprise*. Project report to international motor vehicle program (IMVP), M.I.T., 1999.
- HENDERSON, R. M. e CLARK, K. B. Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 9 (22 pages), 1990.
- HUANG, C. C. Overview of modular product development. *Laboratory of intelligent systems and information management*. Department of International Management. National Chi-Nan University. *Proc. National Science Council. ROC (A)*, vol. 24, n. 3, p. 149-165, 2000.
- HUMPHREY, J. e SCHMITZ H. Governance and upgrading: Linking industrial cluster and global value chain research. *Institute of Development Studies. Bulletin*, v. 32, n. 3, 17 p., 2001.
- JÜRGENS U. Restructuring of Supplier Relations within the Automotive Industry. Working Group "Knowledge, Production Systems and Work". Conference Documentation - Where is the Limit to Corporate Responsibility? Trade Relations and

Supply Chain Responsibility of Multinational Enterprises - Misereor and the Publications Department of the Church Development Service (EED/ABP), Germanwatch, 2004.

KRISHNAN, V. e GUPTA, S. Appropriateness and impact of platform-based product development. *Management Science*, v. 47, n. 1, p. 52-68, 2001.

LANGOIS, R. Modularity in technology and organizations. *Research papers work institutional theory*, Working Paper, University of Connecticut, v.49, p.19-37, 1999.

MARTIN, M. V. e ISHII, K. Design for variety: A methodology for developing product platform architectures. *Proceedings of DETC. ASME Design Engineering Technical Conferences*, Baltimore, MD, p. 1-15, 2000.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Publicações - Desenvolvimento da Produção - (SDP) - **Ações Setoriais para o Aumento da Competitividade da Indústria Brasileira - Setor automotivo**. Disponível em:

<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sdp/acoSetAumComIndBrasileira/asac0505.pdf>. Acesso em: 15 março 2006.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. Aceito para sua publicação na *Revista Produção*, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan/Abr.2007.

MONCZKA, R. M., HANDFIELD, R. B., SCANNELL T. V., RAGATZ, G. L., e FRAYER D. J. *New product development: Strategies for supplier integration*. Milwaukee: ASQ Quality Press, 209 p., 2000.

MOREIRA A. C. Supplier-buyer collaboration in new product development: Four case studies involving SMEs. *Brazilian Journal Operations & Production Management*, v. 2, n. 1, p. 5-24, 2005.

MORRIS, D.; DONELLY, T. e DONELLY, T. Insights from industry: Supplier parks in the automotive industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 9, n.2, p. 129-133, 2004.

MUFFATO, M. Introducing a platform strategy in product development: *International Journal of Production Economics*, v. 60-61, p. 145-153, 1999.

NEPAL, B. P. **An integrated framework for modular product architecture**. 240 p. Dissertation (Degree of Doctor of Philosophy) - Major in Industrial Engineering, Graduate School of Wayne State University, Detroit -Michigan, USA, 2005.

Disponível em: <http://digitalcommons.wayne.edu/dissertations/AAI3198696/> Acesso em: 10 jan 2007.

PINE, II, B. J. Mass Customization: The New Frontier in Business Competition. Harvard Business School Press, Boston, MA. 368p; 1992

PIRES, S.R.I., Gestão da Cadeia de Suprimentos e o Modelo de Consórcio Modular, Revista de Administração, São Paulo V.33, p. 5-15, julho-setembro 1998.

PUGH, S. Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering. USA: Addison Wesley. Publishers, Reading, MA. 1991.

ROZENFELD, H. FORCELLINI, F. A., AMARAL, D. C. et al. - Gestão e Desenvolvimento de Produtos. São Paulo: Editora Saraiva; 576 p, 2005.

SALERNO, M. S. e DIAS, A . V. C. - Novos padrões de relacionamento entre montadoras e autopeças no Brasil: algumas proposições. In: XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 8 p., CDROM, Niterói, 1999.

SANCHEZ, R. e MAHONEY, J. T. Modularity, flexibility, and Knowledge management in product and organization design. Strategic Management Journal, v. 17, p. 63-76, 1996.

SANCHEZ, R. Using modularity to manage the interactions of technical and industrial design. Design Management Journal. Boston, v.2, p. 8, 2002.

SHIMOKAWA, K. Reorganization of the global automobile industry and structural change of the automobile component industry. 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1721.1/1417>>. Acesso em: 10 março 2006.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES - Sindipeças. Desempenho do setor de Autopeças - Indústria Automotiva Mundial. São Paulo, 15 -18 p. 2007.

STURGEON, T. J. Modular production networks: A new American model of industrial organization. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA., Industrial and Corporate Change, v. 11, n. 3, p. 451-496, 2002.

SVENSSON, G. Supplier segmentation in the automotive industry - A dyadic approach of a management model. International. Journal of Physical Distribution & Logistics Management., v. 34, n.1/2, p.12, 2004.

ULRICH, K. e TUNG. K. Fundamentals of product modularity. Proc. ASME Winter Annual Meeting Symposium on Issues in Design and Manufacturing Integration, Atlanta, GA, p. 73-79, 1991.

- ULRICH, K. The role of product architecture in the manufacturing firm: Research Policy, v. 24, p. 419-440, 1995.
- ULRICH, K. e EPPINGER, S.D. Product design and development. New York: McGraw-Hill, v 1 n. 3., 1995.
- van HOEK, R. I. e WEKEN, H. M. The impact of modular production on the dynamics of supply chains. International Journal of Logistics Management, v.9, n.2., p. 33-50, 1998.
- VOORDIJK H., MEIJBOOM B. e HAAN J,. International Journal of Operations & Production Management, v. 26, Nº 6, p. 600, 2006.
- VOSS, C., TSIKRIKTSIS, N. e FROHLICH, M. Case Research in Operations Management. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002)
- YASSINE A. A. e WISSMANN L. A. The implications of product architecture on the firm. Product Development Research Laboratory. Department of Industrial and Enterprise Systems Engineering. University of Illinois at Urbana-Champaign. Urbana, IL, p.31, 2006 (revised version - 27 November 2006), accepted 29 January 2007. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI 10.1002/sys.20067
- YIN, R. Estudo de caso: planejamento e métodos, Porto Alegre, Bookman., 2005.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S

Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399

Departamento de Engenharia de Produção

Apêndice A – Roteiro de pesquisa exploratória

FASE 1- COMPETÊNCIAS MODULARES

APRESENTAÇÃO

Bom dia/boa tarde. Meu nome é Evandro Prieto, sou estudante do curso de Mestrado em Engenharia de Produção – POLI - USP. Estou realizando projeto sobre Mudanças Estruturais na Cadeia de Suprimentos Automotiva. Este projeto tem grande importância para a compreensão sobre os rumos que o setor automotivo poderá seguir e tem o apoio da própria Universidade de São Paulo. Sua empresa foi selecionada como importante integrante do setor e gostaria de contar com sua colaboração através do conhecimento de suas opiniões sobre alguns aspectos relativos ao setor. Gostaria de ressaltar que este projeto prevê a confidencialidade dos dados obtidos. Tais dados e informações, portanto, não serão identificados, sendo tratados e analisados de forma global. Ressalto, mais uma vez, que a sua opinião é de fundamental importância para este projeto.

DADOS CADASTRAIS DA EMPRESA E PERFIL (IS) DO(S) ENTREVISTADO (S)

Nome da empresa: _____ Matriz (País): _____
 Endereço: _____ Nº _____ Compl. _____
 Cidade: _____ Tel: () _____ Fax.: () _____

Nome do Respondente: _____
 Departº da empresa: _____ Cargo: _____
 Profissão: _____
 Tel: () _____ Ramal: _____
 E-mail: _____ @ _____
 Tempo de experiência _____

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S
Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399
Departamento de Engenharia de Produção

INFRAESTRUTURA DA EMPRESA

Onde está localizada sua empresa (possui matriz no exterior ou filiais fora ou dentro do país?)

Nº de empregados (total e se possível por área)

Tipo de instalações da fábrica (nº, m2, própria, alugada, ...)

Evolução da empresa

Pode me contar como sua empresa vem evoluindo nestes últimos anos: está crescendo em volume de produção? E em faturamento? Mais ou menos qual tem sido sua faixa anual de faturamento?

Está vislumbrando NOVAS oportunidades para seu negocio? O que? Mais alguma coisa?

PRODUTOS

Gostaria que você me apresentasse a linha de produtos de sua empresa

Utilizar o quadro a seguir para facilitar a classificação dos produtos.

Quais produtos sua empresa produz (LINHA DE PRODUTOS)

Estes produtos são avulsos ou integrados a sub-módulos?

Desde quando está com essa linha? Quais itens foram + recentemente incluídos na linha de produção?

SE ALGUM NOVO: O que o levou a, o que o motivou a se lançar a desenvolver estes novos produtos? Quem o levou a pensar nesses novos produtos? Mais alguém?

Além dos produtos citados, sua empresa fornece + algum tipo de serviço? Quais?

Representam quantos % do volume total de sua produção mensal?

Pretende continuar com esses produtos? POR QUÊ?

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S

Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399

Departamento de Engenharia de Produção

Classificação	Tipo de produto	Tipos de produto		
		Peças	Sub-módulos	Módulos
Arrefecimento	1			
Bancos	2			
Chicotes	3			
Eixos	4			
Escapamentos	5			
Estampados	6			
Iluminação	7			
Linhas de freio	8			
Motores	9			
Painel	10			
Pára-choques	11			
Pneus e rodas	12			
Portas	13			
Refrigeração	14			
Sistema de Combustível	15			
Suspensão	16			
Tapetes, isolamento	17			
Transmissão	18			
Teto (forro)	19			
Vidros	20			
Outro(s):	21			

CLIENTES E PROSPECTS

Quais são seus clientes? Quais desses clientes são mais antigos? Quais são novos? Quais os mais importantes? Como conseguiu esses novos clientes?

CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

Canais de distribuição atuais: para onde vai sua produção mensal? Venda direta e/ ou distribuidor (tipos de produtos e serviços)

Qual a importância de cada canal para o negócio em função do faturamento?

Quais as oportunidades para cada canal de vendas?

Investigar: facilidades de comercialização, exigências, cenário futuro...

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S
Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399
Departamento de Engenharia de Produção

CONCEITO MODULARIDADE

Primeiras impressões sobre o tema

Já ouviu falar do termo modularidade? Quem lhe falou nesse termo pela primeira vez? Faz tempo que ouviu pela 1ª. vez?

Para você, o que é modularidade?

Para você, que tipos de vantagens ou desvantagens a modularidade oferece?

Investigar: comparação com os produtos avulsos, capacitações adicionais, investimentos, etc...)

APLICAÇÃO DA MODULARIDADE

De uma forma geral

De seu ponto de vista, para quem é importante a aplicação deste conceito? Porque?

Aplica ou pretende aplicar o conceito?

No seu entender, quais são as principais aplicações da modularidade?

Investigar: produto, processo, DP/serviços, cadeia de suprimentos

DP - MODULARES E AVULSOS

Especificamente falando de DP...

Alguém já lhe convidou para participar de projeto de DP?

O que leva você a se integrar mais efetivamente neste processo?

No caso de produtos modulares, quais as adaptações que sua empresa realizou ou vem realizando para se adaptar a este novo conceito de desenvolvimento?

IMPACTO DA MODULARIDADE (VALOR PARA OS NEGÓCIOS)

Ganhos ou perdas e mudanças com a implantação da modularidade

Investigar: cadeia de suprimentos, produto, processo, DP/serviços, financeira...

TRANSFERÊNCIA DE ATIVIDADES

Investigar: atividades de DP

Como e quais são os processos de transferência de atividades de DP?

Qual a relação da modularidade com este processo?

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S

Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399

Departamento de Engenharia de Produção

SITEMÁTICA DE TRABALHO - PROGRESSIVIDADE MODULAR NA EMPRESA

Abaixo Modelo de progressividade proposta por Desmond Doran.

“Explorar Itens chave do modelo de Desmond Doran”

Quais capacidades operacionais e capacitações humanas considera que sejam necessárias para fornecer soluções modulares?

Quais os esforços que sua empresa vem realizando na direção da melhoria da qualidade de seus produtos, processos e pessoas?

Sua empresa está envolvida com projetos de pesquisa e DP (modulares ou componentes avulsas)?

Que tipo de projeto (*co-design*, ...)

Com que parceiros? Como vem se desenvolvendo este processo?

Que tipos de atividades sua empresa internalizou ou internalizou nestes últimos anos? Por quê?

O Quadro abaixo será utilizada para acompanhamento das questões acima e não será descrita para o entrevistado.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S

Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399

Departamento de Engenharia de Produção

Embrionárias	Em desenvolvimento	Maduras
(a) fornecedor marginal que provavelmente se torne um fornecedor de segundo nível atendendo os requisitos das soluções modulares solicitadas pelas OEM's	(a) consciente dos processos de desenvolvimento do setor e do processo de seu posicionamento estratégico para a aquisição das vantagens inerentes a estes desenvolvimentos	(a) conhecimentos e recursos necessários para tornar-se um fornecedor de sistemas
(b) pouco desenvolvimento das habilidades de gerenciamento	(b) desenvolvimento do das habilidades de gerenciamento	(b) conhecimento bem desenvolvido das capacitações gerenciais
(c) operações de pequena escala	(c) desenvolvimento de uma cultura de qualidade	(c) possui uma forte cultura de qualidade e tem alcançado padrões de reconhecimento nacional e internacional
(d) baixa capacidade tecnológica	(d) envolvidos no desenvolvimento da cadeia de suprimentos	(d) uma orientação de destaque em pesquisa e desenvolvimento
(e) componentes são pequenas peças de um sistema potencial	(e) desenvolvendo os relacionamentos (comprador – fornecedor)	(e) possivelmente é um vendedor de sistemas
(f) peças estão sujeitas a inspeções pelo comprador	(f) parte de uma grande organização	(f) fornecedor de presença global
(g) pobre relacionamento entre compradores e fornecedores	(g) grande volume de capital de giro	(g) possui sistema lean e é eficaz na cadeia de suprimentos
(h) baixos recursos	(h) representada na maioria das regiões comerciais estratégicas	(h) deve ter domínio dos elos estratégicos da cadeia de valor
(i) reativo ao invés de pró-ativo	(i) possui a capacitação de entregar diretamente aos seus compradores	(i) possui a capacitação de entregar diretamente aos seus compradores
(j) operações não são realizadas para se atingir maior flexibilidade	(j) negocia com diversos fabricantes de veículos	(j) provavelmente possui produto de marca ou ampla linha de produtos
(k) qualidade não é um fator relevante	(k) operações flexíveis	(k) operações flexíveis
	(l) desfruta de confiabilidade quanto ao cumprimento dos contratos estabelecidos com seus clientes	(l) expectativas de altos níveis de confiabilidade quanto ao cumprimento dos contratos estabelecidos com seus compradores
		(m) boa organização do gerenciamento das capacitações da cadeia de suprimentos

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S
Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399
Departamento de Engenharia de Produção

FASE 2- PRÁTICAS DE DP

APLICAÇÃO DO CONCEITO DE ARQUITETURA INTEGRAL / MODULAR

Baldwin; Clark, 1997; Duray et al., 2000; Ulrich; Eppinger, 1995

Aprofundamento sobre o tema

Quais as principais implicações da implementação da modularidade? Quais os maiores benefícios que um produto modular tem a oferecer?

Comparando o conceito de arquitetura integral (convencional) com a modular, quais são os aspectos positivos e negativos de cada tipo?

Considere a definição da arquitetura no DP.

Considere a definição da arquitetura na manufatura.

Considere a definição da arquitetura nos processos do “*supply chain*”.

ESTRUTURA DA ÁREA DE ENGENHARIA DE DP

Como está estruturada a área de DP?

Investigar: organograma, nº de funcionários, tipos de projeto que desenvolve, perfil dos integrantes do departamento.

Que tipos de projetos já desenvolveu/está desenvolvendo (tropicalização, adaptação para plataformas dos clientes, novos produtos, ...)

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S

Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399

Departamento de Engenharia de Produção

EQUIPES DE PROJETO

Quais as tendências de formação das equipes de projeto?

Os produtos são desenvolvidos total ou parcialmente pela sua empresa ? Porque ?

Como é estabelecida a divisão de tarefas de projeto entre sua empresa, seus fornecedores e clientes? - Voordijk et al. (2006)

A partir desta divisão de tarefas, como o conhecimento sobre o projeto é compartilhado? - Becker e Zirpoli (2003), Graziadio e Zilbovicius (2003) e Voordijk et al. (2006).

Investigar: terceirização, decomposição de projeto e atividades, redução de complexidade - Ulrich e Eppinger, 1995; Sanchez e Mahoney, 1996; Salerno e Dias, 1999 e Yassine e Wissmann, 2006

PRÁTICAS DE DP EM SUAS RESPECTIVAS ETAPAS

Em quais etapas do desenvolvimento sua empresa tem participação mais efetiva? Quais ? Porque ?

Considerar o grau de envolvimento mediante a escala (1- baixo; 2- médio e 3- alto)

Grau de envolvimento nas atividades	1 a 3
A - Definição da estratégia do produto	
1-Avaliação / Desenvolvimento tecnológico do produto (P&D)	
2-Auxílio na definição da estratégia do produto (projeto para DP e manufatura)	
B - Envolvimento com o desenvolvimento e definição das especificações	
3-Definição de requisitos do produto /arquitetura modular (testes no DP)	
4-Definição de requisitos da peça / componente modular	
5-Participação no DP (projeto funcional e forma)	
6-Sugestão de alterações no produto (projeto de DP e manufatura)	
7-Desenvolvimento da peça (DP)	
8-Auxílio nos testes do produto (estrutura interna para realização de testes)	
C - Envolvimento com a preparação da produção e serviços ao cliente	
9- Projeto de manufatura	
10-Participa de testes de manufatura	
11-Compra de componentes	
12-Testes e embalagens	
13-Comercializa o produto (marca e domínio dos canais de distribuição)	
14-Vende a peça por catálogo (marca)	

Baseado no Quadro 5 – Referencial de práticas de DP e manufatura para empresas com maturidade modular – Sturgeon (2002), Graziadio (2004) e Rozenfeld et al. (2005)

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2 nº128 CEP 05508-900 São Paulo, S

Telefone: (11) 3091-5363 Ramal 462 Fax (11) 3091-5399

Departamento de Engenharia de Produção

Explorar os pontos relevantes dando ênfase nas transferências de atividades

Das atividades descritas acima, verificar quais delas foram transferidas para os fornecedores.

Das atividades descritas acima, verificar quais delas foram transferidas pelos clientes para a empresa entrevistada.

Verifique como foi este processo de transferência de atividades nos seguintes aspectos: capacitações tecnológicas, investimentos, responsabilidades, mecanismos de controle, gerenciamento da arquitetura do produto pelos clientes (montadoras – especificações), protocolos de comunicação, etc...

? Gestão do DP.

? Gestão da manufatura.

? Gestão do “supply chain”.

Apêndice B – Quadro resumo sobre a perspectiva modular para a cadeia produtiva

Desenvolvimento de Produto

- Conceito, processo, riscos e oportunidades
- Dimensões de análise: desenvolvimento, estratégico e operacional
- Concepção e conceito arquitetônico
- Medição do desempenho do projeto
- Objetivos relativos ao desenvolvimento do produto
- Arquitetura de produto: modular e integral
- Estratégia de produto e níveis de modularidade por tipo de projeto
- Conceito e definição de modularidade
- Modularidade como uma forma especial de projeto

Fujita, 2002; Baldwin; Clark, 1997; Clark; Fujimoto, 1991; Pugh, 1990; Cooper, 1993; Ulrich; Eppinger, 1995; Cooper, 1993; Cheng, 2000; Miguel, 2004; Smith; Reinertsen, 1998; Martin; Ishii, 2000; Huang, 2000; Sanchez; Mahoney, 1996; Sanchez, 1995; Yassine; Wissmann, 2006; Henderson; Clark, 1990; Krishnan; Gupta, 2001; Zugasti et al., 2000; Ulrich; Ellison, 1999; Pine, 1993; Corswant; Fredriksson, 2002; Ishii; Yang, 2003

Plataforma de produção modular

- Práticas de produção com plataformas modulares
- Utilização de módulos que possibilitam a customização dos produtos e flexibilização da produção
- Uso de plataformas associadas à estratégia de modularização
- Busca de maior eficácia de desempenho relativo a produção e desenvolvimento de produto
- O desmembramento do projeto modular em partes permite maior participação dos fornecedores no desenvolvimento de produto

Hoek; Weken, 1998; Shimokawa, 2002, Ulrich; Tung, 1991; Baldwin; Clark, 1997, Krishnan E Gupta; 2001; Yassine; Wissmann, 2006; Sturgeon, 2002; Fine; Whitney, 1996

Montadoras - OEM Governança da cadeia de valor

- Parâmetros para o gerenciamento da estrutura de governança
- Papel modulador e integrador
- As OEM decidem sobre novas formas de alocação, propriedade e acesso ao conhecimento e oportunidades de aprendizado nas atividades de desenvolvimento de produtos
- Atividades de desenvolvimento de produto descentralizadas, mas integradas através de projetos realizados com a transferência de informações codificadas
- Desenvolvimento de potencialidades e expertise dos fornecedores da cadeia automotiva
- As OEM estabelecem o desempenho completo das especificações e informações de interfaces com o veículo
- As OEM podem formalizar e controlar as informações relativas às especificações de produto na rede modular
- As OEM podem Grau de envolvimento dos fornecedores no desenvolvimento de produto “black box” e “co-design”.
- Grau de autonomia do fornecedor

Camuffo, 2000; Sturgeon, 2002; Fine, 2000; Gereffi, Humphrey; Sturgeon, 2005; Helper et al., 1999; Mercer, 1995; Pine, 1993; Piller, 2003; Corswant; Fredriksson, 2002, Humphrey, 1999; Morris et al., 2004; Doran, 2003; Handfield et al., 2000; Salerno; Dias, 1999; Graziadio, 2004; Becker; Zirpoli, 2003, Humphrey, 1999; Holttä et al., 2003

Transferência das atividades de valor agregado

- Reorganização da criação de valor entre todos os níveis da cadeia de suprimentos
- Criação das atividades de valor entre cada um dos integrantes da cadeia de suprimentos
- Aumento da interdependência entre modularização e externalização
- Progressividade da transferência de valor
- A base do conceito modular requer fornecedores estratégicos de primeiro nível
- Grau de comprometimento e contribuição do fornecedor

Doran e Roome, 2003; Doran, 2004; Doran, 2003; Collins et al., 1997; Slywotzky, 1997; Morris et al., 2004; Svensson, 2005;

Arquitetura da Cadeia de Suprimentos

- Integral ou Modular
- Modularidade e externalização
- Vantagem competitiva – investimento nas capacidades internas e externas para a nova arquitetura da cadeia de suprimentos
- Sistema de cooperação em rede
- O sistema modular pode conduzir a uma desverticalização da cadeia de valor
- Alinhamento de produto, processo e cadeia de suprimentos

Fine, 2000; Morris et al., 2004; Camuffo, 2000; Voordijk; Haan, 2006; Humphrey, 1999