

"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail bibfea@usp.br para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

**A Modularidade e seus Impactos no Desenvolvimento de
Novos Produtos e Processos na Indústria Automobilística**

Rubens Ando

Orientador: Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu

**SÃO PAULO
Janeiro – 2004**

Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adolpho José Melfi

Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Profa. Dra. Maria Tereza Leme Fleury

Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Eduardo Pinheiro Gondim de Vasconcellos

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

DEDALUS - Acervo - FEA



20600026350

**A Modularidade e seus Impactos no Desenvolvimento de
Novos Produtos e Processos na Indústria Automobilística**

Rubens Ando

**Dissertação apresentada ao Departamento de
Administração da Faculdade de Economia,
Administração e Contabilidade da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Administração, sob a orientação
do Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu.**

**SÃO PAULO
Janeiro – 2004**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seleção de Publicações e Divulgação do SBD/FEA/USP

Ando, Rubens

A modularidade e seus impactos no desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automobilística / Rubens Ando.

– São Paulo: FEA/USP, 2004.

159 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2004

Bibliografia.

1. Desenvolvimento de produtos 2. Módulos 3. Indústria automobilística I. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP II. Título.

CDD – 658.575

Dedicatória

A minha mãe.

A minha querida Eliane, pelo grande apoio, compreensão e carinho dedicados durante todos estes anos.

Aos meus filhos, Gabriel e Júlia.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu, pela sabedoria, apoio, paciência, orientação competente e segura recebidos ao longo de todo o trabalho.

A todos os colaboradores da VW do Brasil que cederam algumas horas de seus trabalhos em favor desta pesquisa.

A todos os gerentes dos fornecedores entrevistados que abriram suas portas para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Agradeço, ainda, todos os funcionários e professores da FEA USP, que, de uma forma direta ou indireta, colaboraram para a realização deste trabalho. Em especial gostaria de registrar meus agradecimentos aos professores: Paulo Tromboni de Souza Nascimento e Isak Kruglianskas.

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Resumo

O objetivo desta pesquisa é descrever e analisar quais foram os impactos causados pela modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos. Para isso, utilizou-se o método de estudo de casos múltiplos, que possibilitou verificar com detalhes os principais impactos causados pela modularidade em relação aos seguintes tópicos: seleção dos fornecedores; estratégias de desenvolvimento de novos produtos e processos; divisão de atividades e responsabilidades na organização dos processos produtivos e no desenvolvimento de novos produtos; divisão de investimentos e riscos; e, finalmente, localização dos fornecedores.

Dois casos estudados mostram como a utilização da modularidade evoluiu, ao longo dos últimos vinte e três anos, em um veículo de plataforma nacional (Gol) no que diz respeito ao desenvolvimento de novos produtos e processos, tomando como base os módulos painel de instrumentos e portas. Os resultados desta análise longitudinal da evolução da modularidade mostraram mudanças radicais nos tópicos acima citados.

Outros dois casos estudados realizaram uma descrição e uma análise do atual estágio de utilização da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em um veículo de plataforma mundial (Polo) na mesma montadora e em seus fornecedores, tomando como base os mesmos módulos utilizados no veículo Gol.

Através da análise transversal e do estudo comparativo da modularidade no veículo Gol – plataforma nacional – e Polo – plataforma mundial -, foi possível revelar o atual estágio do uso da modularidade e os seus principais impactos no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora brasileira e em seus fornecedores diretos.

Os principais resultados desta pesquisa mostram que a modularidade foi introduzida no desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automobilística como uma estratégia das montadoras para reduzir os seus custos e investimentos, acelerar a inovação de produtos e processos, e melhorar a qualidade nos novos veículos.

Abstract

This study is aimed at describing and analysing the impacts caused by the modularity in the development of new products and processes in the Brazilian automaker and its first tier suppliers. To achieve this goal, a multiple case study was conducted, so that it was possible to reach a detailed account of the main impacts caused by the modularity in the following topics: supplier selection, development strategies of new products and processes, division of the activities and responsibilities in the organization of the productive process and in the development of new products; share of the risk and investment of the business, and finally the proximity of the supplier.

The two cases studied reveal how the use of modularity has been evolving in the last 23 years in the development of products and processes in a Brazilian platform vehicle (Gol), using as a basis the instrument panel module and the door module. The results of this longitudinal analysis of the evolution of the use of modularity show us radical changes in the topics mentioned above.

Two other cases studied provided a description and analysis of the present stage of the use of modularity in the development of new products and processes in a global platform vehicle (Polo), in the same automaker and in its suppliers using the same modules as those of Gol.

Through a cross analysis, a comparative study was carried out concerning the present stage of the use of modularity between the global and the Brazilian platform vehicle in a new product and process development. It reveals the present stage of the use of modularity and its main impacts in the development of new products and processes development in a Brazilian automaker and its first tier suppliers.

The main results obtained show that modularity was implemented in the development of new products and processes in the automotive industry as a strategy adopted by automaker to reduce costs and investments, speed up the innovation of products and processes and improve the quality of new vehicles.

Sumário

CAPÍTULO 1	O PROBLEMA DE PESQUISA	
1.1	Introdução	01
1.2	Formulação do Problema	02
1.3	Questão Principal da Pesquisa	03
1.4	Objetivos da Pesquisa	03
1.5	Justificativa e Contribuições	04
1.6	Resumo da Pesquisa	04
CAPÍTULO 2	MODULARIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	06
2.1	O Conceito: Modularidade	07
2.1.1	Definição de Arquitetura do Produto	07
2.1.2	O Automóvel é um Produto de Arquitetura Modular ou Integral?	09
2.1.3	Um Exemplo da Importância da Modularidade na Indústria	09
2.1.4	O Início da Utilização da Modularidade na Indústria Automobilística	11
2.2	Modularidade e Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos na Indústria Automotiva	12
2.2.1	Seleção de Fornecedores	13
2.2.2	Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos	16
2.2.3	Estratégia de Desenvolvimento de Novos Processos	19
2.2.4	Divisão de Atividades e Responsabilidades no DPP	20
2.2.5	Divisão de Riscos e Investimentos no DPP	23
2.2.6	Localização dos Fornecedores	24
2.3	Modularidade e Arranjos Industriais na Cadeia Automotiva	25
2.3.1	Tendências na Formatação dos Arranjos Industriais	26
2.3.1.1	Consórcio Modular	26
2.3.1.2	Condomínio Industrial	27
CAPÍTULO 3	EMPRESA, PRODUTOS, MÓDULOS	29
3.1	Descrição da Empresa	30
3.1.1	VW Anchieta – São Bernardo do Campo	30
3.1.2	VW do Brasil e Modularidade	31
3.2	Descrição dos Produtos	34
3.2.1	História do Gol em três gerações	34
3.2.2	Chegada do Novo Polo	35
3.3	Descrição dos Módulos	35
3.3.1	Módulo e Conjunto Painel de Instrumentos – Veículos Gol e Polo	35
3.3.2	Conjunto Porta - Veículo Gol	36
3.3.3	Módulo Porta - Veículo Polo	37

CAPÍTULO 4	METODOLOGIA DE PESQUISA	38
4.1	Objetivo da Pesquisa	39
4.2	Tipo e Metodologia de Pesquisa	39
4.3	Estratégia de Pesquisa	42
4.4	Projeto de Pesquisa	42
4.4.1	Questão da Pesquisa	43
4.4.2	Proposições da Pesquisa	45
4.4.3	Unidade de Análise e Tipo de Estudo de Casos: Casos Múltiplos	46
4.4.3.1	Seleção de Casos	47
4.4.3.2	O Plano de Coleta de Dados	48
4.4.3.3	Coleta de Dados Secundários	49
4.4.3.4	Coleta de Dados Primários	50
4.4.4	Protocolo de Estudo de Campo	50
4.4.4.1	Seleção das Empresas	50
4.4.4.2	Abordagem às Empresas de Autopeças	51
4.4.4.3	Roteiro para Entrevistas	51
4.4.4.4	Estudo de Caso Piloto	52
4.4.5	Ligação entre os Dados e as Proposições: Análise dos Resultados	53
4.4.5.1	Apresentação e Análise Individual dos Casos	53
4.4.5.2	Análise entre os Casos	54
4.4.6	Crerios para Interpretar os Resultados e Limitações da Pesquisa	55
CAPÍTULO 5	ESTUDO DE CASOS	58
5.1	Caso: Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Gol	59
5.1.1	Descrição do Caso	59
5.1.2	Destaques do caso Painel de Instrumentos – Gol	69
5.2	Caso: Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Polo	72
5.2.1	Descrição do Caso	72
5.2.2	Destaques do Caso – Painel de Instrumentos Polo	78
5.3	Análise dos Casos - Módulo Painel de Instrumentos	82
5.4	Caso: Conjunto Porta - Veículo Gol	89
5.4.1	Descrição do Caso	89
5.4.2	Destaques do Caso – Conjunto Porta Gol	94
5.5	Caso Módulo Porta – Polo	96
5.5.1	Descrição do Caso	96
5.5.2	Destaques do Caso Módulo Porta – Polo	101
5.5.3	Análise dos Casos - Conjunto Porta e Módulo Porta	104

CAPÍTULO 6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114
6.1	Conclusão	115
6.2	Impactos Causados	115
6.2.1	Seleção de Fornecedores	117
6.2.2	Estratégia de Desenvolvimento de novos Produtos	118
6.2.3	Estratégia de Desenvolvimento de novos Processos	121
6.2.4	Divisão de Atividades e Responsabilidades	124
6.2.5	Divisão de Investimentos e Riscos	126
6.2.6	Localização dos Fornecedores	128
6.3	Contribuição para Literatura	129
6.4	Recomendações para Futuras Pesquisas	129
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
	ANEXOS	136

Lista de Figuras

Figura 1	Módulo Painel de Instrumentos	36
Figura 2	Conjunto Porta	36
Figura 3	Módulo Porta	37
Figura 4	Modularidade e Outsourcing	84
Figura 5	Modularidade e Outsourcing	87
Figura 6	Modularidade e Outsourcing	107
Figura 7	Modularidade e Outsourcing	110

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Origem dos Fornecedores – Módulo Painel de Instrumentos	83
Gráfico 2	Responsabilidade de Montagem do Painel de Instrumentos Montadora x Fornecedor	85
Gráfico 3	Fabricação de Componentes por Camada	86
Gráfico 4	Origem dos Fornecedores – Conjunto / Módulo Porta	105
Gráfico 5	Responsabilidade de Montagem do Conjunto/Módulo Porta Montadora x Fornecedor	108
Gráfico 6	Responsabilidade de Fabricação de Componentes do Conjunto/Módulo Porta Montadora x Fornecedor	109
Gráfico 7	Fabricação de Componentes por Camada	109

Lista de Tabelas

Tabela 1	Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Gol	68
Tabela 2	Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Polo	78
Tabela 3	Resumo Seleção de Fornecedores	83
Tabela 4	Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Produto	85
Tabela 5	Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Processo	87
Tabela 6	Resumo Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor	88
Tabela 7	Resumo Divisão de Investimentos e Riscos	89
Tabela 8	Conjunto porta – Veículo Gol	93
Tabela 9	Módulo Porta – Veículo Polo	101
Tabela 10	Resumo Seleção de Fornecedores	106
Tabela 11	Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Produto	107
Tabela 12	Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Processo	110
Tabela 13	Resumo Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor	111
Tabela 14	Resumo Divisão de Investimentos e Riscos	112

CAPÍTULO 1
O PROBLEMA DA PESQUISA

1.1 – Introdução

A indústria automobilística é um dos objetos de estudo mais presente na administração da produção, por sua importância na geração de renda, emprego e investimentos. É também um setor que se destaca em termos de inovações tecnológicas e organizacionais em relação a outros setores industriais. Tal dinamismo propiciou, ao longo do século XX, a formação de paradigmas dentro da Administração Industrial desde o Fordismo nos anos 20 à difusão das técnicas da Produção Enxuta nos anos 80. Estes dois sistemas de produção inovaram de maneira dramática o modo de “pensar” da Administração Industrial mudando as bases da competição da indústria automobilística.

Atualmente, um novo e importante debate vem surgindo sobre os rumos tomados pela indústria automobilística com a utilização da modularidade na organização da produção, no desenvolvimento de novos produtos e processos e na organização da cadeia de suprimentos.

De acordo com Baldwin e Clark (2000), a modularidade pode ser definida como a estratégia utilizada para construir produtos ou processos complexos a partir de pequenos subsistemas (módulos) que podem ser desenvolvidos de forma independente, mas que funcionam como um conjunto integrado.

Dividir atividades e responsabilidades de projeto e produção de um produto complexo como o automóvel representa um dos principais atrativos do uso da modularidade como uma estratégia competitiva dentro da indústria automobilística, que se transformou, a partir do final dos anos 80, com a transferência das atividades das montadoras para os seus fornecedores (HELPER et al, 1999). A importância da modularidade pode ser justificada pelo uso desta como uma estratégia para responder às intensas pressões pela redução de custos, aceleração da inovação e melhoria da qualidade nos novos produtos e processos automotivos (SAKO e WARBURTON, 1999; BALDWIN e CLARK, 1997).

O resultado prático do uso da modularidade foi a reorganização da cadeia produtiva, a redefinição das fronteiras das empresas, a redefinição das novas atividades e responsabilidades, a divisão dos riscos e investimentos e a implementação de novas formas de relacionamento entre montadora e fornecedores (SALERNO, 2001).

Dentro deste quadro, a pesquisa em questão limitou seu escopo de trabalho aos impactos causados pela modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora brasileira e seus fornecedores diretos. Este recorte foi necessário devido à grande abrangência e complexidade do assunto modularidade na indústria automobilística e, principalmente, pelo tempo disponível para a realização do estudo.

O presente trabalho investigou como a utilização da modularidade evoluiu ao longo dos últimos 23 anos no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora brasileira e em seus principais fornecedores diretos. Foram avaliados os principais impactos da utilização da modularidade nos seguintes tópicos: seleção de fornecedores pela montadora; estratégias de desenvolvimento de novos produtos e processos na montadora e em seus fornecedores; divisão de investimentos, riscos, atividades e responsabilidades entre a montadora e seus fornecedores; e, finalmente, localização dos fornecedores.

Para tanto, a pesquisa utilizou um veículo de plataforma nacional, acompanhando o desenvolvimento de dois módulos ou conjuntos - painel de instrumentos e portas – e realizou uma análise longitudinal desta evolução. Além disso, foi realizada uma análise do atual estágio de desenvolvimento da modularidade em um veículo de plataforma mundial, lançado no mercado brasileiro em 2002, utilizando os mesmos módulos. Após as análises, comparou-se a modularização dos dois veículos estudados com os seus respectivos módulos (painel de instrumentos e portas) com o objetivo de realizar uma análise transversal, através da comparação do uso da modularidade nos veículos Polo e Gol.

Este trabalho também reuniu e registrou as informações históricas das experiências vividas, estratégias adotadas e principais decisões tomadas na adoção da modularidade pela montadora brasileira e seus fornecedores diretos.

1.2 – Formulação do Problema de Pesquisa

Recentemente, percebeu-se que as montadoras de veículos e seus fornecedores diretos vêm acelerando o processo de adaptação e inovação de seus produtos e processos à nova configuração do mercado automobilístico nacional e internacional, mais complexa e competitiva. A modularidade foi adotada pelas montadoras e seus fornecedores como estratégia para responder às importantes transformações que ocorreram dentro da cadeia automotiva, mais especificamente nas áreas de desenvolvimento de novos produtos e processos.

As montadoras de automóveis estão procurando novas formas de dividir o projeto complexo de um automóvel e seu respectivo processo de fabricação com o objetivo de reduzir os custos, acelerar o processo de inovação e melhorar a qualidade (BALDWIN e CLARK, 1997). Transferiram-se, então, diversas atividades de manufatura e engenharia de produto para os fornecedores e com isso as montadoras têm diminuído suas responsabilidades. A extensiva prática desta estratégia de trabalho combinada com projetos modulares resulta em

uma dramática mudança na organização da cadeia automotiva e, principalmente, no desenvolvimento de novos produtos e processos (HELPER et al, 1999).

Porém, a utilização da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automobilística é relativamente recente, como resultado, as suas implicações não são claras (HELPER et al, 1999). Indo de encontro a esse fato, a presente pesquisa pretende investigar a evolução da utilização da modularidade e os seus impactos.

1.3 – Questão Principal da Pesquisa

Com a finalidade de orientar a realização deste trabalho, foi colocada a seguinte questão:

Quais os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos?

1.4 – Objetivos da Pesquisa

O objetivo principal deste projeto, portanto, é estudar quais os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos na montadora e em seus fornecedores diretos, centrando sua avaliação na evolução da utilização da modularidade de projeto e processo e seus efeitos em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos nos seguintes tópicos: seleção dos fornecedores; estratégias de desenvolvimento de novos produtos e processos; divisão de atividades e responsabilidades na organização dos processos produtivos e desenvolvimento de novos produtos; divisão de investimentos e riscos; e, finalmente, localização dos fornecedores.

O projeto também desenvolveu uma revisão bibliográfica sobre o tema modularidade com o propósito de definir os principais conceitos necessários para fundamentar a discussão conceitual da utilização da modularidade na indústria automobilística brasileira e mundial.

Após o levantamento bibliográfico realizado, iniciou-se uma pesquisa empírica que procurou identificar e analisar, através do método de estudos de casos – foram analisados quatro casos específicos, os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos na montadora e em seus fornecedores diretos. Com o objetivo de limitar o escopo do trabalho, a pesquisa de campo se restringiu ao módulo painel de instrumentos e módulo porta nos veículos Gol e Polo. Estes módulos foram escolhidos por apresentarem um volume elevado de produção (superior a 500 unidades/dia em Novembro/2003) e também por possuírem pesquisas semelhantes realizadas pelo IMVP (*International Motor Vehicle Program*) na Europa e Estados Unidos.

1.5 – Justificativas e Contribuições

A importância desta pesquisa consiste em mostrar como a utilização da modularidade evoluiu ao longo dos últimos 23 anos. É interessante destacar que este acompanhamento histórico da evolução da modularidade foi realizado no veículo de maior produção acumulada na indústria automobilística brasileira, o Gol, que superou a quantidade de quatro milhões de unidades produzidas no início do ano de 2003 (documentos internos da VW).

Além disso, a pesquisa também servirá de base para uma análise do atual estágio de desenvolvimento da utilização da modularidade na montadora brasileira e sua matriz, através da comparação de um veículo de plataforma nacional e outro recém lançado no mercado brasileiro de plataforma mundial.

Com estas informações levantadas, o estudo pretende contribuir como referência para praticantes e pesquisadores que estejam analisando a possibilidade de adoção da modularidade de projeto ou processo no desenvolvimento de seus novos produtos, sendo de particular interesse ao setor automobilístico.

A procura pela compreensão dos impactos causados pela modularidade representa um desafio para as empresas e os pesquisadores na busca de melhores práticas de organização da produção e desenvolvimento de novos produtos.

Apesar do foco restrito do trabalho, as questões levantadas poderão servir de subsídio para pesquisas em outras organizações que enfrentam situações semelhantes no desenvolvimento de novos produtos e processos.

1.6 – Resumo da Pesquisa

O capítulo 1 apresenta uma visão geral da pesquisa sobre os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora e seus fornecedores diretos, apresenta também as principais idéias desenvolvidas neste trabalho, permitindo ao leitor verificar quais capítulos possam ser de seu maior interesse.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre três assuntos que foram de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho, são eles: modularidade e desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automobilística, modularidade e Arranjos Industriais na de suprimentos automotiva.

O capítulo 3 descreve a empresa onde a pesquisa foi realizada e também os seus dois produtos e módulos que serviram de base para a realização da dissertação. Este capítulo apresenta um breve histórico da VW do Brasil desde a sua fundação até os dias atuais,

descrevendo de maneira resumida a evolução da utilização da modularidade pela empresa em suas novas fábricas e produtos no território nacional.

O capítulo 4 apresenta toda a metodologia de pesquisa utilizada, incluindo a seleção dos casos, a preparação para a realização do estudo, a coleta de dados e sua análise.

O capítulo 5 contém a descrição dos quatro casos estudados – caso conjunto painel de instrumentos do Gol, caso módulo painel de instrumentos do Polo, caso conjunto porta do Gol e caso módulo porta do Polo - com os principais pontos de destaque e com as análises individuais e análises entre os casos e suas respectivas interpretações.

O capítulo 6 apresenta as conclusões, a contribuição para a literatura e as recomendações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2
MODULARIDADE NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

2.1 – O Conceito: Modularidade

Os seres humanos possuem capacidade limitada para aprender, pensar e agir. Felizmente, produtos e processos complexos não foram criados por uma única pessoa ou uma única mente. Ao dividir um produto ou processo complexo em várias partes, com diferentes pessoas trabalhando nelas, a “limitação” desaparece. Portanto, a divisão de esforços e conhecimentos entre as pessoas é fundamental para a criação dos produtos e processos complexos (BALDWIN e CLARK, 2000).

É dentro desta idéia que a modularidade surge como uma estratégia das empresas. Projetistas, produtores e usuários têm ganhado uma enorme flexibilidade no desenvolvimento de novos produtos e processos com a divisão destes em partes menores e com diversos graus de complexidade.

De acordo com Baldwin e Clark (2000), a **modularidade** pode ser definida como a estratégia utilizada para construir produtos ou processos complexos a partir de pequenos subsistemas (módulos) que podem ser desenvolvidos de forma independente, mas que funcionam como um conjunto integrado.

Baldwin e Clark (2000) também classificam a modularidade em três tipos: **modularidade de projeto** - aquela que utiliza o princípio da arquitetura do produto modular, em que cada módulo é uma unidade física independente com funções e interfaces claramente definidas -, **modularidade de processo** - aquela que simplifica processos de produção complexos, através da divisão das atividades de manufatura independentemente das funções de cada elemento do produto -, e **modularidade de uso** – aquela que permite aos clientes a mistura e a combinação de módulos para formar um produto de acordo com seu gosto e necessidade.

Para um melhor entendimento da modularidade dentro da indústria automobilística, é necessário inicialmente definir alguns elementos conceituais básicos importantes que serão intensamente utilizados na investigação dos impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora brasileira e em seus fornecedores diretos. As seções subseqüentes descrevem estes conceitos básicos.

2.1.1 – Definição de Arquitetura do Produto

Transformar as necessidades do cliente em produtos representa um dos maiores desafios das empresas na criação e no lançamento de seus produtos. Uma boa arquitetura do produto é capaz de traduzir de forma eficiente às necessidades em novos produtos e ajudar a empresa no gerenciamento do desenvolvimento destes (CUTHERELL, 1996).

De acordo com Ulrich e Eppinger (1995), qualquer produto pode ser imaginado em termos funcionais e físicos. Os elementos funcionais são representados pelas operações individuais desempenhadas e os elementos físicos pelas peças, componentes, e subconjuntos montados - normalmente organizados em blocos físicos - que implementam as suas funções. Dessa maneira, pode-se definir a arquitetura do produto como o arranjo dos elementos funcionais em blocos físicos que interagem. Por exemplo, a função de uma chave de fenda é rosquear um parafuso e, normalmente, este é composto por dois blocos físicos, a manopla e a haste metálica.

Portanto, a arquitetura de um produto é maneira pela qual a função de um produto é mapeada na forma de um bloco físico.

Os produtos podem ser classificados entre as duas arquiteturas, a integral e a modular.

Um produto é classificado como produto de **arquitetura integral** quando os seus blocos físicos podem implementar muitos elementos funcionais e as interações entre os mesmos não podem ser claramente definidas (ULRICH e EPPINGER, 1995). Ele normalmente é projetado para atingir a mais alta performance, através da otimização da divisão dos elementos funcionais em vários blocos físicos cujas fronteiras são de difícil identificação ou mesmo inexistentes. A mudança de um componente específico pode exigir um novo projeto do produto (ULRICH e EPPINGER, 1995). Por exemplo, a porta de um veículo é um conjunto composto por dois painéis metálicos (externo e interno), levantador de vidro, revestimento interno, alto-falante, chicote e fechadura. O painel interno metálico tem como funções: ser a base de fixação dos demais componentes deste conjunto, garantir o posicionamento correto dos componentes da porta para assegurar o seu funcionamento e ser um dispositivo de segurança do usuário nas colisões laterais. Qualquer mudança deste painel acarreta em um novo projeto de produto para garantir todas as funções acima citadas.

Já um produto é de **arquitetura modular** quando os seus blocos físicos implementam um ou poucos elementos funcionais e suas interações são bem definidas e, geralmente, fundamentais para as funções primárias do produto (ULRICH e EPPINGER, 1995). A arquitetura modular permite a mudança do projeto de um módulo de forma independente, ou seja, sem necessidade de mudança em outros módulos. Esta flexibilidade da arquitetura modular está baseada na padronização das interfaces entre os módulos (BALDWIN e CLARK, 2000). Por exemplo, o computador é composto por vários módulos como a unidade de processamento de dados, fonte de alimentação, disco rígido, monitor etc, sendo cada um destes blocos responsável por uma determinada função.

É importante ter clareza da existência destas duas arquiteturas, pois, segundo Ulrich e Eppinger (1995), Cutherell (1996) e Baldwin e Clark (2000), sua definição é fundamental para o desenvolvimento de um produto, uma vez que:

- afeta a performance deste;
- influencia o modo pelo qual um produto pode ser modificado quando já estiver em produção;
- determina a variedade de produtos que pode ser oferecida ao mercado;
- reduz o tempo de desenvolvimento dos novos produtos;
- determina como o desenvolvimento de um produto pode ser gerenciado

2.1.2 – O Automóvel é um Produto de Arquitetura Modular ou Integral?

Difícilmente os produtos podem ser classificados em estritamente modulares ou integrais, eles podem ser classificados em relação a outros produtos apresentando um maior ou menor grau de modularidade (ULRICH e EPPINGER, 1995).

Sob a perspectiva da arquitetura do produto integral, os elementos funcionais do automóvel representam mais do que a soma dos elementos funcionais de cada uma de suas partes devido a sua integração. Por exemplo, para atingir uma especificação de projeto do nível de ruído e vibração do motor em relação à carroçaria em diferentes velocidades no automóvel, os engenheiros necessitam de um profundo entendimento sobre as interfaces existentes entre os conjuntos carroçaria, chassis, motor, suspensão. Estas interfaces funcionais não estão claramente definidas em um projeto e se apresentam de forma muito integrada, dificultando assim a separação e o mapeamento dos elementos funcionais em blocos físicos.

Sob a perspectiva da arquitetura de um produto modular, o automóvel é um conjunto físico de peças, componentes, módulos e uma série de sistemas eletromecânicos com funções específicas claramente definidas no projeto do produto e produzidas através de várias sub-montagens (bancos, painel de instrumentos, volante, teto, vidros, espelhos, motor, carroçaria etc.).

Portanto, a arquitetura de um automóvel é uma arquitetura intermediária entre a modular e a integral.

2.1.3 – Um Exemplo da Importância da Modularidade na Indústria

A modularidade vem sendo utilizada há muito tempo em vários processos produtivos em diferentes indústrias como eletrônica, telecomunicações, aeronáutica, naval, serviços bancários, seguros e etc.

Porém podemos destacar a indústria de informática, em particular, por ter utilizado a modularidade de maneira tão intensa que revolucionou e transformou toda a sua cadeia de suprimentos. Os estudiosos da modularidade conhecem a história da IBM (*International Business Machine*) na adoção da estratégia modular no desenvolvimento de computadores *mainframe* (*System 360*), pessoal (PC) e os seus principais impactos no desenvolvimento de novos produtos, processos e na cadeia de suprimento (BALDWIN e CLARK, 2000; FINE, 1999).

Em 1964, a IBM revolucionou a indústria de informática através do emprego da modularidade em seus computadores da família *System 360*. Até esta data, o mercado de computadores era composto por produtos de arquitetura integral, a renovação dos equipamentos dentro de uma empresa era necessariamente acompanhada pela troca não somente destes, mas também de todos os *softwares* ou aplicativos utilizados, sem a possibilidade de troca, manutenção de dados e o aproveitamento dos velhos equipamentos. Os computadores e seus aplicativos eram únicos e desenvolvidos especificamente para um determinado fim (BALDWIN e CLARK, 2000).

A família *System 360* foi concebida com uma arquitetura modular para solucionar estes problemas. Uma família composta por computadores de diferentes tamanhos para diferentes aplicações, todos eles utilizando as mesmas regras de projeto. A compatibilidade e a possibilidade de combinação de diferentes módulos possibilitava a escolha destes de acordo com as necessidades individuais de cada cliente (BALDWIN e CLARK, 2000).

O desenvolvimento do novo produto e processo, *System 360*, levou a IBM alcançar um enorme sucesso comercial e financeiro, expulsando muitos de seus concorrentes do mercado ou mesmo forçando estes a buscarem novos nichos.

No início da década de 80, a IBM novamente revoluciona a indústria de informática com o desenvolvimento do PC utilizando o conceito de produto de arquitetura modular, a empresa definiu as regras de projeto e os padrões para o desenvolvimento dos módulos para garantir a integração dos mesmos no produto. Com o objetivo de acelerar o lançamento do PC, a IBM terceirizou o desenvolvimento de módulos importantes como: microprocessadores para a Intel e os sistemas operacionais para Microsoft. É oportuno destacar neste ponto que esta decisão trouxe sérias e importantes conseqüências na cadeia produtiva deste setor. Os consumidores passaram a dar maior importância a marca “Intel – *inside*” ou “Windows 1995” do que a própria marca da montadora de computadores (FINE, 1999; BALDWIN e CLARK, 2000).

Desta forma, as principais lições retiradas desta história podem ser úteis à indústria automobilística, que vem intensificando a utilização da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos como uma estratégia a partir do final da década de 80.

2.1.4 – O Início da Utilização da Modularidade na Indústria Automobilística

Segundo Sako e Warburton (1999), as montadoras europeias foram as primeiras a adotarem a modularidade em suas fábricas a partir da metade dos anos 80 com o objetivo de aumentar a produtividade de suas linhas de montagem e reduzirem os seus custos.

O primeiro módulo *cockpit* foi utilizado na indústria automobilística no modelo Omega da montadora Opel, lançado em 1985 na fábrica de Ruesselsheim, Alemanha. Este módulo era constituído pelo painel de instrumentos, coluna de direção, e pedaleiras (pedal do freio, acelerador e embreagem) e era produzido dentro da própria montadora. Já, o primeiro módulo porta foi utilizado para o veículo Audi 80 em 1987, produzido pelo fornecedor Brose (SAKO e WARBURTON, 1999).

Nos anos 80, a montadora Fiat adotou a modularidade de processo no veículo Tipo produzido na fábrica de Cassino, na Itália, para aumentar o nível de automação de suas linhas de montagem devido aos problemas trabalhistas enfrentados na época. O lançamento do Tipo marcou o início de um programa de simplificação do projeto do produto e processo de fabricação dos veículos da Fiat, através da utilização de vários módulos comuns em diferentes modelos de automóveis da marca. A utilização desta estratégia permitiu que a montadora oferecesse ao mercado uma maior variedade de produtos através da simples combinação de diferentes módulos (SAKO e WARBURTON, 1999, McALIDEN et al, 1999).

O sucesso do Tipo encorajou as outras montadoras europeias a utilizarem a modularidade nos novos desenvolvimentos veiculares.

A montadora Chrysler nos Estados Unidos também influenciou as montadoras europeias em relação ao uso da modularidade e *outsourcing*. A Chrysler utilizou a modularidade como estratégia para o desenvolvimento de seus novos produtos devido a dificuldades financeiras enfrentadas no final da década de 80 e início dos anos 90. A divisão das atividades, responsabilidades, investimentos e riscos junto aos seus fornecedores possibilitou que a montadora saísse desta crise através do lançamento de novos veículos no mercado (FINE, 1999, SAKO e WARBURTON, 1999).

2.2 – Modularidade e Desenvolvimento de novos Produtos e Processos na Indústria Automotiva

Recentemente, o desenvolvimento de novos produtos e processos (DPP) tem assumido uma posição de vital importância estratégica na definição da competitividade dentro da indústria automobilística (CLARK e FUJIMOTO, 1991).

O desenvolvimento de novos veículos é uma missão complexa que consome várias horas de trabalhos de centenas de pessoas e alguns milhões de dólares. Planejar, desenvolver e gerir as inovações veiculares em um mercado em constante mutação, com ciclos de vida cada vez menores, com um número crescente de opções de produtos e uma complexidade de componentes cada vez maior devido a inovações tecnológicas, têm aumentado a importância do DPP dentro desta indústria.

De acordo com Clark e Fujimoto (1991) existem três forças que direcionam o DPP: a globalização da competição que cria uma grande pressão entre os participantes do mercado em escala mundial na busca por melhores produtos com menores custos; a fragmentação do mercado exigindo produtos com maior confiabilidade e sofisticação para consumidores mais exigentes; e o avanço da tecnologia que possibilita um maior número de soluções à necessidade dos clientes.

Dentro do DPP dos novos veículos, a modularidade surge como uma estratégia utilizada pelas montadoras e pelos fornecedores para responder às intensas pressões pela redução de custos, aceleração dos passos da inovação e melhoria da qualidade (BALDWIN e CLARK, 1997). Sako e Murray (1999) afirmam que o foco de atenção de muitas montadoras de automóveis americanas e europeias estão voltadas para a adoção da modularidade no desenvolvimento de seus novos produtos e processos.

Sob a perspectiva da montadora três diferentes estratégias estão guiando o processo de modularização no DPP dos novos veículos, são elas: a busca por uma melhor ergonomia na montagem do veículo, o aumento da confiança nos fornecedores em relação a sua competitividade tecnológica e a necessidade de redução de custos e investimentos (SAKO e WARBURTON, 1999).

A otimização da ergonomia na linha de montagem principal é conseguida através do desenvolvimento de linhas de pré-montagens com ferramentas e equipamentos específicos projetados para a produção de um determinado módulo, melhorando desta forma as condições de trabalho do operador.

O aumento da confiança das montadoras nos seus fornecedores surge da crença de que uma das melhores formas para manter a competitividade tecnológica dos veículos é através da delegação de atividades e responsabilidades do DPP aos fornecedores sob forma de módulos. As principais vantagens alcançadas pela montadora na adoção desta estratégia surgem da atuação dos fornecedores como integradores de peças e componentes aptos a desenvolverem novas tecnologias (SAKO e WARBURTON, 1999, BALDWIN e CLARK, 1997).

Outro fator importante é a eliminação dos investimentos e riscos diretos necessários à produção dos módulos, tais como infra-estrutura predial, laboratórios, equipamentos, ferramentas, dispositivos de montagem e controle de qualidade, pesquisa, mão-de-obra especializada etc.

Nas seções subseqüentes, serão descritos os principais temas levantados na revisão bibliográfica realizada sobre a utilização da modularidade no DPP e seus efeitos na indústria automobilística, focando os tópicos: seleção de fornecedores, estratégia de desenvolvimento de novos produtos e processos, divisão de atividades e responsabilidades, investimentos e riscos e localização dos fornecedores.

2.2.1 – Seleção de Fornecedores

A tendência de racionalização e diminuição do número de fornecedores pelas montadoras forçou aqueles a melhorarem suas competências tecnológicas de projeto e processo para garantirem o fornecimento de seus produtos. Muitos esforços foram empreendidos para serem reconhecidos como fornecedores de módulos da primeira camada, pois eles acreditavam que somente nesta condição poderiam garantir a prosperidade a longo prazo e evitar a sua marginalização dentro da cadeia automotiva (SAKO e WARBURTON, 1999).

A seleção dos fornecedores de módulos pelas montadoras é baseada em critérios relacionados ao histórico de qualidade, à capacidade financeira, à capacidade tecnológica, aos prazos de entrega, aos preços praticados e à proximidade dos centros de desenvolvimento do produto (SALERNO et al, 2002).

A modularidade exigiu uma maior capacitação tecnológica de produto e processo do fornecedor de um módulo do que de uma peça ou componente devido a sua maior complexidade (BALDWIN e CLARK, 1997). A produção de um módulo exigiu a especialização do fornecedor em várias tecnologias diferentes de produto e processo - para cada um dos seus componentes - e a capacidade de saber integrar, gerenciar e criar alianças

estratégicas com os subfornecedores para garantir uma boa performance no suprimento de seus módulos à montadora.

Em relação à capacidade financeira dos fornecedores de módulos, as montadoras exigiram que estes fossem capazes de garantir presença nos diversos países em que o veículo fosse produzido (*follow sourcing*), investir em P&D para assegurar as inovações nos produtos e processos, suportar os eventuais prejuízos por um determinado período nos casos em que o veículo não atingisse as metas de produção planejadas etc (DIAS, 1998).

Uma vez que os fornecedores nacionais não possuíam todas as características citadas, a modularidade influenciou na substituição deles por fornecedores multinacionais, principalmente a partir da abertura do mercado brasileiro nos anos 90.

A modularidade estimulou a montadora a utilizar fornecedores únicos para o desenvolvimento dos seus módulos, firmando contratos de longo prazo - com período de validade cobrindo a vida do veículo. Estes contratos estabeleciam objetivos de qualidade, produtividade e custos que deviam ser atingidos para a sua manutenção, o que Salerno et al (2002) chamavam de cláusula de “manutenção de competitividade”. Desta forma, as montadoras podiam fazer novas cotações com os concorrentes durante a vigência do contrato, e podiam “renegociar” seus preços caso encontrassem condições mais vantajosas no mercado. Porém, é importante salientar que a troca dos fornecedores de módulos era muito difícil, devido a base de fornecedores disponíveis com recursos financeiros e tecnológicos ser pequena.

Em relação à proximidade dos centros de desenvolvimentos das montadoras e dos fornecedores, é importante destacar o conceito de sede de projeto de Salerno et al (2002), em que ele afirma que “sediado um projeto de um novo veículo significa ser a unidade gestora do projeto, em termos de controle de gestão, gestão de engenharia, da definição e modificações das *part numbers* (peças e componentes). Significa sediar a engenharia que qualifica ou veta fornecedores... (p.26)”. Uma consequência importante desse fato é que sediar um projeto em uma montadora no Brasil, por exemplo, significa proporcionar maiores oportunidades de participação dos fornecedores nacionais, pois é a sede do projeto que possui o poder e a autonomia necessários para habilitar um fornecedor para o desenvolvimento de um novo veículo.

É importante destacar que a definição dos fornecedores chaves de um projeto veicular ocorre nas fases iniciais do DPP.

Para os veículos de plataforma mundial, as montadoras podem utilizar duas estratégias de compra para a seleção de seus fornecedores: o *global sourcing* e o *follow sourcing*.

Dentro da indústria automobilística, o *global sourcing* foi definido como o fornecimento de autopeças em escala global nas melhores condições de qualidade, custo e prazo de entrega (FREYSSINET e LUNG, 2000).

As principais vantagens do *global sourcing* estão nas possibilidades da utilização da economia de escala na produção, no projeto e nas condições locais de fornecimento como tecnologia disponível, matéria-prima, custos de mão-de-obra etc.

Segundo Dias (1998), o *global sourcing* é mais comumente encontrado na indústria automobilística em dois casos:

- componentes de alto conteúdo tecnológico desenvolvidos pela montadora e fornecedores nos produtos *gray box* ou nos produtos desenvolvidos somente pelos fornecedores nos produtos *black box*;
- componentes de baixo conteúdo tecnológico que podem gozar das vantagens locais com custos baixos a ponto de compensar um estoque elevado nas montadoras.

A viabilidade da utilização do *global sourcing* deve considerar os aspectos ligados às barreiras comerciais entre diferentes países e o fluxo de informação necessário para sua operacionalização (câmbio, prazo de entrega, especificações técnicas, especificações qualitativas etc).

Na estratégia do *follow sourcing*, o fornecedor de uma determinada peça, componente ou módulo de um veículo já produzido em uma região ou país segue a diretriz da montadora instalando sua fábrica para a produção desta mesma peça, componente ou módulo na região ou país em que este veículo vier a ser produzido (DIAS, 1998).

A principal vantagem do *follow sourcing* está na otimização do tempo de fabricação, devido à possibilidade de eliminação de várias etapas no desenvolvimento do projeto e processo por não se tratar de um novo projeto. Outra vantagem importante que o *follow sourcing* oferece é a diminuição dos custos e preços em relação aos concorrentes devido ao domínio do *know how* no processo de fabricação adquirido no país de origem (HUMPHREY et al, 2000).

O *follow sourcing* também pode apresentar desvantagens como a possibilidade da nova unidade instalada na região ou país indicado pela montadora não oferecer a escala de fabricação necessária para viabilizar a sua operação. Para lidar com esta situação, os fornecedores procuram estabelecer contratos com outras montadoras, associar-se com

fornecedores locais através de *joint ventures* ou aquisições (DIAS, 1998, HUMPHREY et al, 2000).

O Brasil tem apresentado uma forte preferência pela adoção do *follow sourcing* em seus novos projetos automotivos (HUMPHREY et al, 2000).

2.2.2 – Estratégia de Desenvolvimento de novos Produtos

Localização dos centros de DPP

A modularidade permite a descentralização das atividades de projeto na montadora e nos fornecedores ou mesmo nas matrizes e subsidiárias tanto da montadora quanto dos fornecedores para o desenvolvimento de módulos. A decisão sobre o desenvolvimento de um projeto em uma filial depende de inúmeros fatores como a competência local, conhecimento tácito, tamanho do mercado, importância estratégica da subsidiária, incentivos governamentais locais etc (SALERNO, 2001).

O desenvolvimento de atividades ligadas a um novo produto representa um sinal importante da relevância da empresa (montadora e fornecedor) e do país no contexto da divisão de trabalho dentro da indústria automobilística mundial (SALERNO, 2001).

Segundo Salerno (2001), atualmente a estratégia de desenvolvimento de novos produtos dentro da montadora e de seus fornecedores diretos está passando por profundas transformações estruturais quanto à divisão do trabalho entre montadora e fornecedores e entre matrizes e filiais.

A política de desenvolvimento de novos projetos veiculares varia de acordo com cada montadora e da importância do mercado onde ela atua. Nos mercados periféricos e integrados, como o México e Europa Central, em que a indústria é voltada principalmente para exportação para os Estados Unidos e Oeste da Europa, as atividades de desenvolvimento de novos produtos se encontram limitadas e pouco desenvolvidas, pois estas são realizadas pelas matrizes da montadora localizadas nos países importadores (HUMPHREY et al, 2000).

Para os mercados emergentes regionais como MERCOSUL e ASEAN, os projetos dos novos veículos podem ser realizados pelas subsidiárias locais das montadoras, desde que o volume de produção o justifique. O objetivo é obter maior agilidade no desenvolvimento de novos produtos para atender as mudanças das necessidades e oportunidades deste mercado, além de resolver problemas técnicos de adaptação dos veículos globais às condições locais de rodovias, qualidade de combustível, legislação etc (HUMPHREY et al, 2000).

As novas fábricas abertas no Brasil apresentam uma tendência de redução nos veículos projetados e desenvolvidos localmente (SALERNO, 2001).

No Brasil, para os veículos de plataforma mundial cujas sedes de projeto se localizam nas matrizes das montadoras e dos fornecedores, nota-se que as atividades mais “nobres” do DPP (concepção, especificação básica, desenhos de engenharia) foram realizadas por suas sedes, deixando as filiais brasileiras responsáveis pelas atividades de adaptação do projeto do produto ou do processo às condições nacionais (SALERNO et al, 2002).

DPP de plataformas

Segundo Muffato (1999), dentro da indústria automobilística uma plataforma pode ser definida como um conjunto composto pelo assoalho do veículo e o sistema de suspensão. O assoalho é composto pelo assoalho frontal, central, compartimento do motor, e o chassi do veículo.

A utilização do conceito de plataforma envolve simultaneamente os aspectos técnicos, estratégicos e organizacionais. Os aspectos técnicos estão relacionados à arquitetura do produto e modularidade, os estratégicos estão ligados à produtividade e eficiência do projeto do produto (custos e menores tempos de desenvolvimento) e os aspectos organizacionais estão relacionados à organização do desenvolvimento do produto, na formação e coordenação de equipes nas atividades de DPP (MUFFATO, 1999).

Segundo Sako e Warburton (1999) e Muffato (1999) a estratégia de plataformas e a modularidade possuem objetivos comuns como:

- redução de investimento necessários em ferramentas, dispositivos e equipamentos no desenvolvimento dos processos de manufatura, pois estes passam a ser utilizados em vários modelos diferentes;
- redução no tempo de lançamento de novos produtos devido a separação do desenvolvimento da plataforma e módulos dos demais componentes do veículo;
- redução do número de protótipos durante o desenvolvimento de novos produtos;
- aumento do volume de veículos produzidos, utilizando os mesmos componentes; proporciona-se, assim, a utilização de economia de escala;
- aumento da competência técnica e especialização em partes específicas do veículo por parte dos fornecedores.

Segundo Lung (2000), a estratégia das plataformas utilizadas pelas maiores montadoras de veículos representa uma tentativa para obtenção de economia de escala e, ao

mesmo tempo, economia de escopo através da produção global de carros com componentes comunizados, que podem ser adaptados aos mercados locais. Esta estratégia afeta os fornecedores diretos, que diluem os custos e benefícios da economia de escala e escopo usando componentes complexos que necessitam maior investimentos em P&D nos vários modelos de carros produzidos globalmente e, algumas vezes, usando os mesmos componentes em diferentes modelos produzidos pela mesma montadora ou modelos de outra marca de veículos.

DPP local e global

Sugiyama e Fujimoto (2000) definem quatro estratégias básicas para o desenvolvimento do projeto de um veículo:

- projeto do produto global utilizando uma plataforma totalmente nova;
- projeto do produto local utilizando uma plataforma nova;
- projeto do produto global utilizando uma plataforma velha;
- projeto do produto local utilizando uma plataforma velha.

Cada uma destas estratégias apresenta vantagens e desvantagens, a escolha dependerá do posicionamento estratégico esperado por cada montadora em sua região de atuação, conforme descrito no item anterior **Localização dos centros de DPP**.

Os projetos globais possibilitam a redução de custos através do desenvolvimento de um único veículo em vários mercados diferentes, porém a principal dificuldade está em satisfazer diferentes necessidades e especificidades que cada mercado apresenta.

Já os projeto locais apresentam custos elevados devido ao menor volume de produção que impede a obtenção da economia de escala, porém as possibilidades de atenderem às necessidades locais são maiores.

A escolha de novas ou velhas plataformas está intimamente ligada à introdução de novas tecnologias de produção ou produto nos veículos e seus componentes. A vantagem pela escolha de novas tecnologias está no crescimento da exigência dos consumidores em relação à qualidade, conforto e segurança, porém isto também pode encontrar restrições devido aos custos.

A utilização da modularidade de projeto é uma tendência recente dentro da indústria automobilística, portanto ela se apresenta como a mais utilizada na estratégia de desenvolvimento do projeto de plataformas novas e com veículos globais.

DPP padronizados e comunizados

Existe atualmente uma tendência de comunização e padronização de componentes dos módulos em diferentes modelos e em diversas montadoras de veículos no desenvolvimento e lançamento de novos produtos, principalmente se estes componentes não são visíveis ao consumidor final. Por exemplo, o módulo de porta utiliza fechaduras muito similares em regiões não visíveis nos veículos Passat, Laguna e Vectra (SAKO e MURRAY, 1999).

DPP e simplificação do produto

Segundo Freyssenet e Lung (2000) e Fujimoto (1999), as montadoras têm buscado simplificar os seus produtos retirando do carro os itens complexos e supérfluos, pois estes aumentam os custos diretos - na manufatura de seus componentes e na complicação da montagem - e os custos indiretos resultantes de, por exemplo, peso excessivo ou mesmo de custos de gerenciamento de uma grande variedade de componentes.

A introdução das novas tecnologias nos veículos e nas autopeças, objetivando o maior conforto, qualidade ou segurança implica em um aumento nos preços dos veículos, porém tais aumentos nem sempre podem ser justificados, particularmente quando melhorias permanecem imperceptíveis aos clientes finais. A simplificação do produto é uma resposta a estes excessos (FUJIMOTO, 1999, FREYSSNET e LUNG, 2000).

As modularidades de projeto e processo vêm sendo utilizadas como um meio de facilitar a simplificação de projetos de novos modelos de veículos e de componentes através da racionalização do projeto do produto e processo dentro de uma perspectiva global.

2.2.3 – Estratégia de Desenvolvimento de novos Processos

A modularidade de processo consiste em organizar um grande número de peças ou componentes dentro de um módulo para que estes sejam montados em uma linha de pré-montagem, trazidos para a linha de montagem principal e incorporados aos veículos através de operações pequenas e simples. O objetivo da modularidade de processo é reduzir a complexidade dentro da linha principal através da transferência de suas atividades para outras partes do processo produtivo. Isto simplificou a linha principal, diminuiu seu comprimento, melhorou a ergonomia das atividades de montagem para os operadores e elevou o controle de qualidade dos módulos através dos pré-testes funcionais antes de sua inserção no veículo etc (HELPER et al, 1999).

Portanto, a transferência de várias atividades de montagem da linha principal do veículo para as linhas de pré-montagem representou o início da utilização da modularidade de processo dentro da indústria automobilística. Esta modularidade baseia-se na habilidade de saber combinar um grande número de componentes em módulos para serem montados fora da linha de montagem principal do veículo.

Segundo McAlinden et al (1999), este tipo de modularidade é o mais antigo e o mais comumente utilizado pela indústria automobilística. Salerno (2001), ainda destaca que a modularidade de processo é tão antiga quanto à produção em massa e cita como exemplos às linhas de sub-montagens dos motores e bancos. De acordo com Salerno (2001), a única diferença entre a modularidade atual, pós anos 80, e a “antiga”, está em quem produz ou monta os módulos (montadora ou fornecedor).

A desverticalização da indústria automobilística através da transferência das linhas de pré-montagens das montadoras para os fornecedores foi uma tendência dominante durante os anos 80 (HELPER et al, 1999). Com a delegação das atividades e responsabilidades das linhas de pré-montagem aos fornecedores, estes passaram a se especializar na produção e posteriormente nos projetos de módulos (SAKO e MURRAY, 1999).

Esta produção exigiu que os fornecedores se especializassem em muitos processos de manufatura diferentes de acordo com os módulos sob sua responsabilidade (SAKO e MURRAY, 1999). Além destas especializações, os fornecedores melhoraram em relação ao gerenciamento, à integração, ao controle e à organização dos fornecedores da segunda camada (SAKO e MURRAY, 1999).

É interessante destacar neste ponto que o Brasil assumiu um papel importante na implementação da modularidade de processo com a terceirização das linhas de montagem dos módulos, pois segundo Humphrey et al (2000) e Salerno (2001) alguns mercados emergentes são campos privilegiados para experiências sociais e organizacionais. Estes autores ressaltam que, em alguns casos, tais mercados assumem o papel de laboratórios, em que as inovações organizacionais podem ser testadas em condições sociais favoráveis longe de pressões das matrizes das montadoras. O melhor exemplo destas experiências em inovação organizacional ocorrida no Brasil com o uso da modularidade de processo é o Consórcio Modular da Fábrica de Caminhões VW Resende.

2.2.4 – Divisão de Atividades e Responsabilidades no dpp

Com a divisão de atividades de desenvolvimento do projeto e processo entre montadora e fornecedores, aquela assumiu um papel gerenciador e integrador de módulos,

responsabilizando-se pela definição das regras do projeto do produto - que estabelecem e especificam quais as funções de cada módulo, suas interfaces, suas interações, e os padrões de desempenho dentro do veículo - e estes se especializaram no projeto e na fabricação de módulos (BALWIN e CLARK, 1997).

De acordo com Sako e Warburton (1999), a terceirização das linhas de pré-montagens dos módulos marcou o início da utilização da modularidade e *outsourcing* na indústria automobilística e, depois, consolidou-se com a terceirização das atividades de projetos dos módulos gerenciados pelas áreas de Compras e Engenharia de Produto das montadoras.

Modularidade e outsourcing

O *outsourcing* pode ser definido como uma prática em que parte do conjunto de um produto ou serviço de uma empresa é executada por outra, externa, num relacionamento colaborativo e interdependente (PIRES, 1998).

A modularidade e o *outsourcing* foram inicialmente adotados na indústria automobilística com o objetivo de simplificar a linha de montagem principal da montadora através da delegação da montagem de subconjuntos aos fornecedores, e posteriormente motivada pelos departamentos da engenharia de produto e compras na busca da redução de custos, na mudança para os projetos em *co-design*, na redução de peso e peças em um veículo e na globalização de compras (SAKO e WARBURTON, 1999).

De acordo com Takeishi e Fujimoto (2001), as montadoras européias e americanas têm expandido o escopo da modularização e *outsourcing* por três motivos: primeiro, pela busca por menores custos salariais dentro dos fornecedores; segundo, pela possibilidade de minimizar os investimentos e riscos do negócio delegando uma maior responsabilidade aos fornecedores; e terceiro, pela política de redução da base de fornecedores na primeira camada.

Sako e Warburton (1999), acrescentam também a importância da capacidade do fornecedor em relação ao domínio da tecnologia de produto e processo que representa um dos maiores pontos atrativos no processo de modularização e *outsourcing* para montadora. Baldwin e Clark (1997) argumentam que a melhor forma de inovar os produtos e os processos é delegar as atividades de desenvolvimento aos fornecedores.

A necessidade de diminuição dos investimentos em novas fábricas para o lançamento de novos modelos de veículos também representa um dos atrativos para adoção da modularidade e *outsourcing* para a montadora.

A desverticalização através do *outsourcing* se apresentou como uma estratégia adotada pelas montadoras desde a década de 90, provocando a transferência do projeto e da produção aos fornecedores. Esta estratégia está intimamente ligada a um grande esforço por parte da montadora no desenvolvimento de projetos mais modulares. O uso intensivo do *outsourcing* combinado com projetos modulares gerou grandes mudanças nas relações interempresas dentro da cadeia de valor da indústria automobilística (HELPER et al, 1999, SALERNO, 2001).

O *outsourcing* em proporções significativas de produção e o crescimento da difusão da montagem modular reforçaram o papel das maiores fornecedores multinacionais. Com suas específicas competências tecnológicas e seus grandes recursos financeiros, estes passaram a negociar em igualdade com as montadoras, o que era impossível de se imaginar nesta indústria altamente verticalizada antes da modularidade. Isto estimulou mudanças no poder dentro das relações dos participantes da cadeia automotiva (FREYSSENET e LUNG, 2000).

Redefinição de *Core Competences* nas montadoras e nos fornecedores

Com a nova divisão de atividades e responsabilidades dentro da cadeia automotiva devido à crescente utilização da modularidade e *outsourcing*, tanto a montadora como os fornecedores da primeira e segunda camada passam atualmente por uma redefinição das *core competences* de suas empresas (DIAS, 1998; ARBIX e ZILBOVICIUS, 1997).

Segundo Prahalad e Hamel (1990), a competência representou o aprendizado coletivo de uma organização em uma determinada área, um conjunto único que permite à empresa criar produtos.

Dentro dos novos arranjos produtivos utilizados pelas montadoras, o consórcio modular foi uma redefinição radical das *core competences* de uma montadora de automóveis, pois esta delegou não somente as atividades da montagem do veículo aos seus fornecedores da primeira camada, como também os principais serviços associados a ela como a engenharia de processo, o planejamento logístico, as manutenções (corretivas e preventivas) das máquinas e equipamentos etc. A montadora neste arranjo se especializou nas atividades de engenharia de produto (desenvolvimento e certificação), definição do *design* do veículo, marketing e finanças. E os fornecedores da primeira camada, por sua vez, adquiriram competências na administração, integração e gerenciamento da segunda camada, montagem dos subconjuntos, módulos e montagem final do veículo (MARX et al, 1997).

O condomínio industrial também reforçou a necessidade da redefinição das *core competences* dos fornecedores devido à transferência de responsabilidades de projeto e

fabricação de componentes, sistemas e módulos. Neste sentido, a importância da assistência técnica passou ser maior, pois houve um aumento da complexidade dos produtos e serviços prestados à montadora (DIAS, 1998).

2.2.5 – Divisão de Riscos e Investimentos no dpp

A utilização da modularidade propiciou a redefinição das fronteiras dos negócios dentro da cadeia automotiva e a redefinição da relação de risco e retorno. A terceirização da produção dos módulos, de parte dos projetos de produtos realizados em *co-design*, dos projetos dos processos de fabricação, do desenvolvimento dos novos ferramentais etc, alterou o escopo dos negócios das montadoras de automóveis e de seus fornecedores (SALERNO et al, 1998).

Com a utilização da modularidade houve uma diminuição do montante de investimentos necessários para o projeto e processo de manufatura de um módulo nas montadoras em suas áreas produtivas, administrativas, de engenharia de produto, de logística e de manutenção. Diminuíram-se também os investimentos em laboratórios, em centros de P&D, em equipamentos, em ferramentas, em mão-de-obra especializada etc, pois estes passaram a ser realizados pelos fornecedores de módulos (SAKO e WARBURTON, 1999). Segundo Dias (1998), isto é altamente desejável pelas montadoras nos períodos de incerteza devido a diminuição dos riscos associados aos investimentos.

Outra vantagem alcançada pelas montadoras com o uso da modularidade e com a conseqüente divisão dos investimentos, segundo Salerno (2000), é que as montadoras necessitaram de investimentos menores para lançarem os novos veículos e implantarem novas plantas. Isto possibilitou que a montadora instalasse fábricas em diferentes regiões, continentes, países, com menores investimentos e riscos.

Para os fornecedores, além dos riscos financeiros associados aos investimentos específicos e dedicados terem aumentado, houve também o aumento do risco do negócio com a diminuição da flexibilidade de suas instalações, equipamentos, ferramentas e mão-de-obra reduzindo a possibilidade de atender diferentes clientes com a mesma infra-estrutura fabril. Outro risco assumido pelos fornecedores estava associada à possível dificuldade de sua operacionalização caso a escala prevista para produção do veículo planejada não fosse atingida pela montadora (DIAS, 1998; SALERNO, 2000).

Para compensar tais riscos necessários à produção de módulos de uma única montadora, os fornecedores passaram a exigir destas, contratos de exclusividade e de longo

prazo dificultando assim qualquer possibilidade de troca. Isto aumentou a barreira de entrada de novos concorrentes dentro da cadeia automotiva.

Para contornar este aumento do poder dos fornecedores de módulos, normalmente caracterizados por serem fontes únicas e grandes empresas, as montadoras exigiram em seus contratos de fornecimento a planilha de custos e investimentos realizados no desenvolvimento dos projetos e processos de fabricação dos módulos e a cláusula de “manutenção de competitividade” já comentada no item seleção de fornecedores deste capítulo, diminuindo desta forma a margem de manobra dos fornecedores na definição dos preços de um módulo.

A escolha de fonte única de suprimento dos módulos aumentou os riscos do negócio na montadora devido a uma maior possibilidade de parada de sua linha de montagem de veículos por problemas de produção, qualidade ou entrega de módulos (DIAS, 1998).

Desta maneira, à medida que ocorre o repasse de investimentos e riscos específicos e dedicados da montadora aos seus fornecedores, os riscos do negócio são compartilhados entre eles.

2.2.6 – Localização dos Fornecedores

A proximidade física entre montadora e fornecedor é de fundamental importância para a produção de algumas peças, componentes e módulos, principalmente para aqueles que apresentam um volume espacial elevado (bancos, módulo painel de instrumentos, pára-choques, tanque de combustível) e riscos de deterioração durante o transporte (revestimentos internos, peças pintadas, peças estampadas). A localização propicia a redução dos custos logísticos em termos de transporte e níveis de estoque dentro das montadoras e fornecedores (SALERNO e DIAS, 2000).

Segundo Salerno et al (1998), a proximidade representa uma relação de serviço, pois facilitou a comunicação entre as empresas em novos desenvolvimentos de produtos, com maior integração entre os departamentos envolvidos; melhorou e agilizou a assistência técnica dos fornecedores em relação a problemas de qualidade na linha de produção de veículos; proporcionou uma maior flexibilidade nas reprogramações ou adaptações da produção às flutuações da demanda de veículos; e agilizou e proporcionou maior confiabilidade no fluxo de informações entre montadora e fornecedores.

O uso da modularidade fez com que a proximidade entre montadoras e fornecedores fosse um elemento essencial para o desenvolvimento de produtos, principalmente devido ao aumento da complexidade de um módulo em relação a uma peça. O recebimento de um módulo pela montadora representa o recebimento de um menor número de componentes,

porém com maior complexidade e valor agregado, elevando desta forma o nível de serviço esperado pela montadora.

2.3 – Modularidade e Arranjos Industriais na Cadeia Automotiva

Até 1980, o debate em relação à reestruturação da indústria automobilística era focado no impacto da produção enxuta e no relacionamento com os fornecedores de autopeças (HUMPHREY et al, 2000).

Na década de 90, a indústria automobilística é caracterizada pelo processo de internacionalização de suas estruturas de produção. Há um movimento claro das montadoras dos mercados saturados da Tríade (Estados Unidos, Europa e Japão) rumo aos mercados emergentes. Os novos espaços automobilísticos ou mercados emergentes foram eleitos como a maior fonte de crescimento desta indústria no início do século XXI (HUMPHREY et al, 2000). A busca por novos mercados consumidores privilegiou o mercado brasileiro, surgindo, então, a segunda onda de migração das indústrias montadoras de automóveis para o Brasil (ARBIX e ZILBOVICIUS, 1997).

No Brasil, o processo de internacionalização pode ser caracterizado pela aceleração da abertura comercial com a remoção de barreiras alfandegárias, privatização das indústrias de base e alterações no perfil dos consumidores cujas exigências se aproximaram aos padrões mundiais (ARBIX e ZILBOVICIUS, 1997).

Assim como na indústria automobilística, a indústria de autopeças também vem passando por transformações turbulentas devido a sua interdependência intensa com aquela, porém o grau de exposição foi maior e os efeitos foram mais fortemente sentidos devido ao seu tamanho e poder serem menores. O que está ocorrendo nesta indústria é uma profunda mudança estrutural, com a desnacionalização das empresas e a extinção de vários participantes (POSTHUMA, 1997).

Para enfrentar esta situação, as montadoras e os fornecedores de autopeças estão se reorganizando e transformando as suas relações empresariais. As montadoras com objetivo de reduzir os custos estão alterando profundamente o modo de operação dos seus fornecedores, sua relação com eles e também suas atividades internas (SAKO e MURRAY, 1999).

A definição de novos conjuntos de atividades delegadas aos fornecedores de autopeças, como a demanda por sub-montagens, houve o estabelecimento de uma nova forma de relacionamento interempresas, verificando e analisando as novas necessidades, responsabilidades, exigências, riscos, custos e conflitos.

O conceito de módulo assume vital importância através da terceirização das atividades de montagem de subconjuntos. A delegação destas atividades, que tradicionalmente pertenciam às montadoras, redefiniu-se o seu *core business* com um direcionamento mais voltado às atividades de marketing, concepção, projeto e gestão da qualidade do que para as atividades montagem.

2.3.1 – Tendências na Formatação dos Arranjos Industriais

Dois tendências de arranjo industrial estão formatando os padrões de relações entre montadora e a indústria de autopeças no Brasil. São elas o consórcio modular e o condomínio industrial (SALERNO et al, 1998).

2.3.1.1 – Consórcio Modular

O consórcio modular é a configuração produtiva em que cada fornecedor – localizado na linha de montagem do produto final na montadora - possui uma área específica e uma equipe própria de funcionários executando as operações de montagem dos subconjuntos, módulos e do produto final.

A única fábrica da montadora VW no mundo que trabalha com o sistema de consórcio modular é a fábrica de caminhões e ônibus da Volkswagen localizada em Resende no estado do Rio de Janeiro. Esta fábrica iniciou suas atividades em 1996, e foi idealizada por José Ignacio Lopez de Arriortúa (ARBIX e ZILBOVICIUS, 1997, RAMALHO e SANTANA, 2002).

O consórcio modular tem como objetivos principais a redução dos custos (fixos e variáveis) e do investimento inicial por parte da montadora, pois uma fração deste é suportado pelos fornecedores “parceiros” (DIAS, 1998; MARX et al, 1997).

Neste novo conceito, os “parceiros” são responsáveis pelos processos de montagem dos veículos com os próprios ferramentais, funcionários, redes de fornecedores e processo logístico. A montadora é responsável pelas funções consideradas estratégicas como estilo, engenharia de desenvolvimento do produto, controle de qualidade, certificação do produto, garantia, distribuição, marketing e finanças (DIAS, 1998; MARX et al, 1997).

A divisão do caminhão em módulos foi realizada pela engenharia de produto e manufatura da montadora levando em consideração os seguintes fatores:

- Independência dos módulos entre si dentro do caminhão (exemplo: o módulo da cabine que reúne a armação e funilaria independe de qualquer mudança no processo/projeto do módulo chassis (independência interna);

- Interdependência de determinadas atividades e parâmetros de projeto dos módulos no caminhão como um todo, isto é, a performance de um módulo pode ser afetada por um outro módulo (exemplo: o processo de fixação da cabine ao chassis pode afetar a performance do caminhão na integração cabine/chassis (interdependência externa);
- arquitetura do produto, definindo as funções alocadas a cada componente e suas interfaces garantindo a integração do veículo (exemplo: sistema de fixação do chassis e cabine);
- racionalização do processo de fabricação através do rearranjo de um grande número de componentes dentro de cada módulo, verificando as tecnologias de processo e produto e a competência de cada fornecedor (exemplo: cabine: tecnologia de soldagem e armação, chassis: tecnologia em estamparia pesada (maior 1000 toneladas) e montagem de subconjuntos de chassis).

A escolha dos fornecedores “parceiros” do consórcio modular foi baseada nos seguintes critérios (DIAS e SALERNO, 1998):

- capacidade financeira para suportar os resultados negativos durante a fase inicial de operação;
- capacidade tecnológica para novos projetos em *co-design* e de desenvolvimento de processos de fabricação;
- qualidade de fornecimento em prazo e custos;
- bons serviços de assistência técnica para todos os setores da montadora (engenharia de produto, engenharia de manufatura, logística, qualidade, compras).

2.3.1.2 – Condomínio Industrial

O condomínio industrial pode ser definido como uma configuração produtiva em que alguns fornecedores foram escolhidos por uma montadora para estabelecerem suas instalações nas adjacências de sua planta e fornecerem componentes ou subconjuntos completos (DIAS e SALERNO, 1998).

Esta configuração produtiva foi adotada nas novas plantas das montadoras de veículos no Brasil e no mundo, estando intimamente ligada ao fornecimento de subconjuntos montados e módulos (SALERNO e DIAS, 2000).

Um aspecto fundamental que caracterizou o condomínio industrial foi a presença da montadora como gerenciadora do projeto, estabelecendo as estratégias a serem seguidas,

negociando os benefícios com o governo, definindo os seus participantes, produtos, preços, tipo de entrega e frequência (DIAS e SALERNO, 1998).

A escolha dos participantes do condomínio industrial dependeu basicamente dos produtos a serem fornecidos, dos custos logísticos, da prestação de serviços, dos tipos de entrega, do tamanho da empresa e do domínio da tecnologia de processo e produto.

Em relação aos custos logísticos, os produtos que apresentaram maior volume espacial (por exemplo, módulo painel de instrumentos, bancos etc) e maior risco de deterioração durante o transporte (por exemplo, conjuntos estampados, revestimentos internos do veículo, conjuntos pintados etc) foram preferidos pelas montadoras na participação de um condomínio industrial.

A complexidade do produto exigiu também um sistema de assistência técnica diferenciado por parte dos fornecedores, com maior frequência e capacitação técnica. No caso de ocorrência de qualquer tipo de problema, a proximidade foi fundamental para otimizar e agilizar o tempo de resposta.

Para as entregas *just in time* e *just in time* seqüenciadas, a proximidade se tornou um fator imprescindível, pois a necessidade de uma maior flexibilidade nas reprogramações por parte da montadora foi fundamental para evitar qualquer possibilidade de parada da linha de montagem dos veículos no caso de ocorrência de algum tipo de problema. Além disso, a proximidade entre montadora e fornecedores viabilizou uma maior frequência de entregas e conseqüentemente um menor estoque e espaço necessário para sua armazenagem.

Outros fatores importantes na escolha dos fornecedores se basearam na capacidade financeira do fornecedor para suportar qualquer tipo de prejuízos durante um certo período, evitando, assim, interrupções no fornecimento e garantindo um domínio tecnológico de produto e processo para o desenvolvimento de projetos em *co-design* (SALERNO e DIAS, 2000).

A principal diferença entre o consórcio modular e um esquema de condomínio industrial é a participação do valor agregado industrialmente pela montadora, menor no caso do consórcio modular (SALERNO et al, 1998).

CAPÍTULO 3
EMPRESA, PRODUCTOS, MÓDULOS

3.1 – Descrição da Empresa

A Volkswagen do Brasil (VW do Brasil) iniciou suas atividades em um armazém localizado no bairro do Ipiranga, São Paulo, em 1953. Naquela época, os seus veículos eram montados de maneira artesanal por doze colaboradores, utilizando componentes importados da Alemanha.

Sua primeira linha de montagem de veículos foi instalada em São Bernardo do Campo (SP) em 1957, dedicada à produção de uma perua, batizada como Kombi, com um índice de nacionalização de 50%. Porém, a inauguração oficial veio a ocorrer somente dois anos mais tarde, em 18 de novembro de 1959, com lançamento do Fusca, um veículo de passeio projetado na Alemanha.

Com cinquenta anos de existência, esta empresa já produziu, só no Brasil, mais de 13 milhões de veículos nos mais diversos segmentos da indústria automobilística nacional. Possui atualmente (novembro/2003) em torno de 24 mil colaboradores distribuídos em suas cinco fábricas em operação espalhadas pelo Brasil: São Bernardo do Campo (SP), Taubaté (SP), São Carlos (SP), Resende (RJ) e São José dos Pinhais (PR).

A VW do Brasil representa um dos maiores negócios fabris do Grupo Volkswagen fora da Alemanha, apresentando um faturamento superior a cinco bilhões de Euros no ano de 2001. Naquele mesmo ano, ela foi considerada a maior empresa privada da América do Sul, sendo o maior fabricante e o maior exportador de automóveis do Brasil.

A VW do Brasil foi responsável por quase um terço da produção de veículos no país nos últimos dez anos e tem se destacado dividindo a liderança com outras três montadoras General Motors, Fiat e Ford.

As principais atividades da VW do Brasil são: estamparia, armação e carroçaria, pintura, montagem final, produção e distribuição de peças de reposição, fabricação de motores e centro de pesquisa - planejamento e desenvolvimento de produto.

3.1.1 – VW Anchieta – São Bernardo do Campo

A Volkswagen Anchieta ou Fábrica Anchieta como é comumente conhecida foi o local onde a pesquisa foi realizada.

Esta fábrica foi inaugurada em 18 de novembro de 1959. Está localizada na cidade de São Bernardo do Campo, na região do ABC paulista, a 18 km de São Paulo. Possui uma área total de 1.984.811 m² e área construída de 1.123.948 m², representando a segunda maior fábrica da Volkswagen no mundo (a primeira está Wolfsburg, na Alemanha).

A Fábrica Anchieta já produziu o Fusca, a Variant, o TL, o SP 1 / 2, a Brasília e o Passat. Atualmente nela são produzidos os veículos Gol, Saveiro, Santana, Kombi, Polo e Polo Sedan.

Em 2002, a VW do Brasil remodelou a fábrica Anchieta para a produção de seu veículo de plataforma mundial, o Polo. A introdução deste veículo requisitou um investimento em torno de R\$ 2 bilhões devido à necessidade de uma profunda renovação tecnológica nos processos produtivos na estamparia, armação de carroçarias, pintura, montagem final e outros setores de suporte como laboratórios, pista de provas etc.

Para aumentar o nível tecnológico de fabricação, ela foi amplamente remodelada, passando, desde então, a ocupar a condição da unidade produtiva da VW mais avançada do continente americano, segundo palavras do presidente da companhia na época, Dr. Herbert Demel (Jornal da Volkswagen, fev/02).

Foram incorporados cerca de 400 novos robôs em toda fábrica Anchieta, sendo 300 na operação de armação da carroçaria responsável pela soldagem do veículo e o restante, nas operações de estamparia, pintura e montagem final.

Praticamente todo processo de fabricação deste veículo foi inovado na fábrica Anchieta, com a instalação de ilhas robotizadas na armação, utilização de máquinas de solda a laser, linhas automatizadas de pintura, montagem por sistema modular e transportadores de carroçarias que se adaptam à altura do empregado melhorando a ergonomia.

Com 16 mil funcionários e cerca de 9,5 mil “terceiros” sua capacidade de produção diária é de 1400 veículos, porém a fábrica trabalha atualmente com uma produção diária em torno de 850 veículos (Dez/2003).

As principais atividades da Fábrica Anchieta são: estamparia, armação e carroçaria, pintura, montagem final, produção e distribuição de peças de reposição, fabricação de motores e centro de pesquisa - planejamento e desenvolvimento de produto.

3.1.2 - VW do Brasil e Modularidade

Desde a década de 90, a indústria automobilística vem sofrendo uma grande reestruturação no Brasil, principalmente devido à abertura do mercado e a entrada de novos concorrentes.

O Brasil, que se mostrava defasado tecnologicamente até o final dos anos 80 em relação ao seu parque industrial e, principalmente, a seus produtos, devido a um mercado altamente protegido, viu-se, no início dos anos 90, envolvido com a acirrada competição globalizada, inicialmente com a importação de veículos vindos da Ásia, Estados Unidos e

Europa, liberada pelo governo Collor (1990) e depois com a invasão das novas montadoras com veículos mundiais.

Houve então uma “revolução” dentro do setor automobilístico nacional, uma corrida das montadoras já instaladas pela reoxigenação tecnológica, com novos produtos mundiais, novas instalações fabris e uma renovação das formas de gestão. No Brasil, mais de US\$ 10 bilhões de dólares foram investidos na indústria automobilística entre 1991 e 1997. A média anual de investimento foi US\$ 2 bilhões de dólares de 1995 a 1997, comparados com US\$ 0,5 bilhões de 1985 a 1987 (HUMPHREY et al, 2000).

Somente no ano de 1996, a VW do Brasil investiu em duas novas plantas, a fábrica de motores em São Carlos (SP) e a fábrica de caminhões e ônibus em Resende (RJ), marcando assim o início da retomada dos investimentos no Brasil por sua matriz localizada na Alemanha (VW AG).

A nova fábrica de caminhões e ônibus idealizada por seu vice-presidente mundial de operações na época, José Ignacio Lopez de Arriortua, revelou uma das mais inovadoras configurações produtivas dos últimos anos na indústria automobilística nacional e mundial, o consórcio modular.

O consórcio modular pode ser definido como uma reunião de diferentes fornecedores que se localizavam nas instalações industriais, mais especificamente, na linha de montagem da montadora, onde cada fornecedor possuía uma área específica, uma equipe própria de funcionários executando as operações de montagem dos veículos, com os seus próprios ferramentais, redes de fornecedores e processo logístico.

Dentro da fábrica de Resende, caminhões e ônibus eram montados em uma linha de montagem convencional, onde sete fornecedores “parceiros” ou “moduleiros” eram responsáveis por todas as operações de montagem dos módulos e veículos. A montadora não possuía nenhum funcionário que trabalhe diretamente nesta linha de montagem.

O investimento realizado nesta fábrica foi cerca de US\$ 250 milhões e contou com a participação dos “moduleiros” com o equivalente a um terço do total investido (LUNG et al, 1999). Atualmente os “moduleiros” empregam três quartos do quadro de funcionários da fábrica.

No ano de 1999, a VW do Brasil inaugurou sua terceira fábrica da década de 90, em São José dos Pinhais (PR), responsável pela produção de dois veículos de plataforma mundial, o Golf e o Audi A3. Nesta nova fábrica foram investidos US\$ 700 milhões e juntaram-se as operações da VW às da Audi para atenderem os exigentes mercados dos Estados Unidos e Canadá.

Esta planta apresentou dois movimentos importantes da VW do Brasil na nova conjuntura do mercado automobilístico brasileiro: primeiro, a utilização intensiva da modularidade em seus novos projetos veiculares e novas instalações fabris e segundo, a produção de veículos de plataformas mundiais.

A fábrica de veículos de São José dos Pinhais foi concebida para utilizar em grande escala os subconjuntos pré-montados na linha de montagem final do veículo. Um veículo é um sistema formado por vários componentes. Há um grande número de opções e maneiras de organizar e administrar o processo de montagem destes componentes dentro de um veículo. As linhas de montagem tradicionais utilizavam a montagem de cada componente, por exemplo: cinto de segurança, revestimento de portas, levantador de vidro, fechaduras etc, um a um na carroçaria dos veículos na linha de montagem final. Por outro lado, nas novas fábricas da VW estes componentes individuais passaram a ser montados em linhas separadas, por exemplo: linha de montagem do módulo porta onde a fechaduras da porta, levantador de vidro, chicote e alto-falantes, são pré-montados em um painel chamado base, e inseridos na forma de módulos ou subconjuntos montados na carroçaria dos veículos.

O conceito de módulo assumiu vital importância, com a terceirização das atividades de desenvolvimento e montagem de subconjuntos aos fornecedores. Com a delegação destas atividades que tradicionalmente pertenciam às montadoras, houve a redefinição do seu *core business* com o direcionamento mais voltado às atividades de marketing, concepção, projeto e gestão da qualidade do que às atividades montagem.

Em relação à utilização de plataformas mundiais, é importante ressaltar que houve uma clara mudança estratégica da empresa na forma de atuação no mercado brasileiro. Os veículos fabricados no Brasil não mais se apresentavam em total concordância com as necessidades de um mercado globalizado, a empresa não se apresentava integrada na estrutura mundial de produção, principalmente devido à produção de um veículo de plataforma exclusiva sem correspondentes no mundo, com um nível de nacionalização de seus componentes girando em torno de 95%.

O lançamento do Golf e do Audi A3 na fábrica de São José dos Pinhais mostrou, desta forma, uma crescente preocupação da empresa na substituição de seus produtos nacionais por mundiais, mesmo que o produto nacional (Gol) ainda se apresentasse como líder do mercado em seu segmento de atuação.

Em 2002, a VW do Brasil lançou mais um veículo mundial produzido em sua fábrica em São Bernardo do Campo, o Polo. Este veículo também utiliza em grande escala a modularidade, utilizando um total de 26 módulos em sua montagem.

Outro aspecto importante nos novos veículos mundiais lançados de 1997 até 2002 pela VW do Brasil estava relacionado com a perda de autonomia decisória no desenvolvimento dos novos produtos e processos, pois estes passaram a ser centralizados em sua matriz na VW AG. A subsidiária brasileira passou a assumir um papel essencialmente operacional, sendo responsável pela montagem do veículo.

Em relação aos principais fornecedores dos módulos dos novos veículos, as atividades de desenvolvimento de produto e processo passaram também a ser centralizados em suas matrizes localizados em sua maioria na Europa.

3.2 – Descrição dos Produtos

3.2.1 – História do Gol em Três Gerações

O Gol nasceu com a difícil missão de substituir o Fusca, um dos maiores símbolos da indústria automobilística nacional e mundial da VW, com uma produção acumulada que atingiu a marca de 3,4 milhões de veículos.

Trata-se de um veículo de plataforma nacional, projetado e desenvolvido no Brasil. É um veículo de passeio compacto, estilo *hatchback* lançado em 1980 que sofreu duas grandes re-estilizações em sua carroçaria, a primeira ocorrida em 1994 e a segunda em 1999, desde então passou a ser conhecido no mercado brasileiro através de suas gerações, variando do Gol primeira geração ao Gol terceira geração.

Após 23 anos de idade, o Gol representa para a VW do Brasil e para a indústria automobilística nacional uma história de sucesso, pois superou a marca de 4 milhões de unidades produzidas para o mercado local e de exportação, ultrapassando o Fusca e representando, desta forma, o carro com maior volume de produção de toda história da indústria automobilística nacional. Apresenta-se como líder de vendas nos últimos 16 anos (documentos internos VW).

A frota brasileira possui atualmente 13% de veículos deste modelo que foram produzidos pelas fábricas da VW Anchieta ou VW Taubaté (documentos internos VW).



Foto Gol G1



Foto Gol G2



Foto Gol G3

3.2.2 – Chegada do Novo Polo

Trata-se de um veículo de passeio de plataforma mundial, compacto, quatro portas, estilo *hatchback* lançado inicialmente na Europa no final de 2001, e nove meses depois no mercado brasileiro. Seu projeto foi totalmente desenvolvido pela VW AG em conjunto com os seus principais fornecedores.

Este veículo é atualmente produzido em vários países como Espanha, Eslováquia, Brasil, África do Sul e China.

O Polo fabricado no Brasil atende o mercado nacional e de exportação. Atualmente a VW Anchieta produz em torno de 200 veículos diários (Dezembro/2003) em apenas um turno de trabalho.



Foto Polo

3.3 – Descrição dos Módulos

3.3.1 – Módulo e Conjunto Painel de Instrumentos – Veículos Gol e Polo

Para esta pesquisa o conjunto painel de instrumentos (Gol primeira geração) e módulo painel de instrumentos (Gol segunda e terceira geração e Polo) foram definidos como conjuntos constituídos pelos seguintes componentes: corpo do painel (maior componente do conjunto painel de instrumentos, responsável pela parte estrutural, nele são fixados diversos outros componentes), tampa do porta luva, moldura do difusor (moldura montada ao redor do difusor de ar do painel), moldura do cluster (moldura montada ao redor do instrumento combinado (velocímetro, conta giros, marcador de combustível, temperatura, etc)), moldura central (moldura fixada ao redor do local de instalação do rádio ou CD player localizado no centro do painel), canal de ar (duto responsável pela distribuição de ar no painel) e aplique superior (peça montada na parte superior do painel entre o pára-brisa e o corpo do painel, possui direcionadores de ar para impedir o embaçamento do pára-brisa).

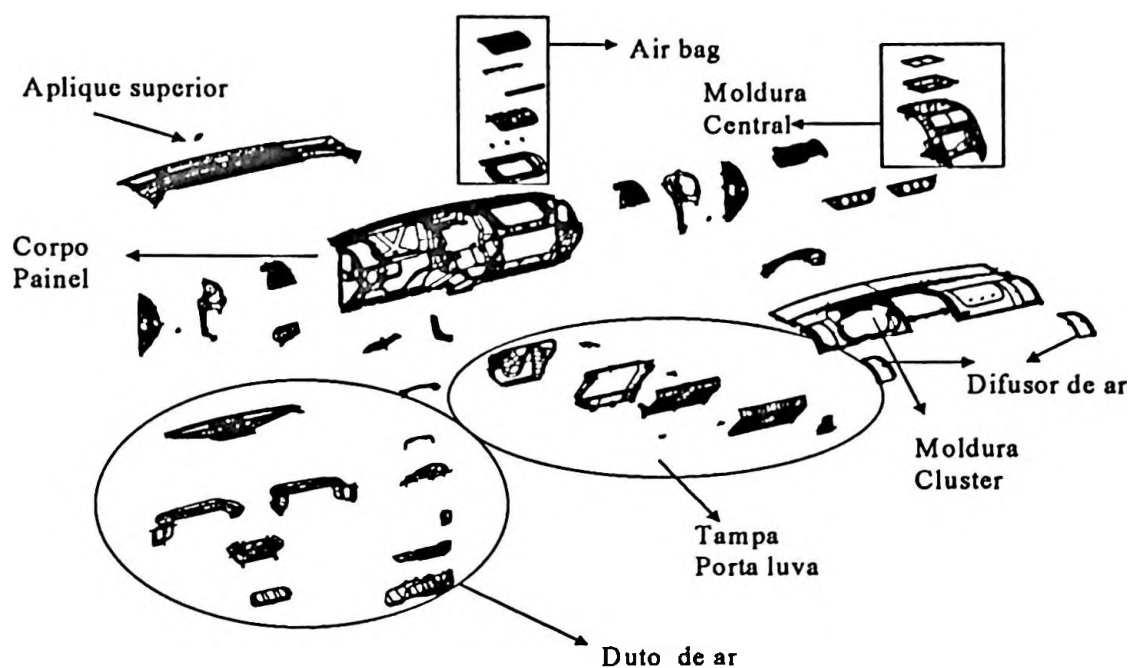


Figura 1 – Módulo Painel de Instrumentos

3.3.2 – Conjunto Porta – Veículo Gol

Para esta pesquisa, a porta do veículo Gol foi definida como o conjunto de peças constituído por dois painéis metálicos (externo e interno), levantador de vidro, alto-falante, chicote e fechadura.

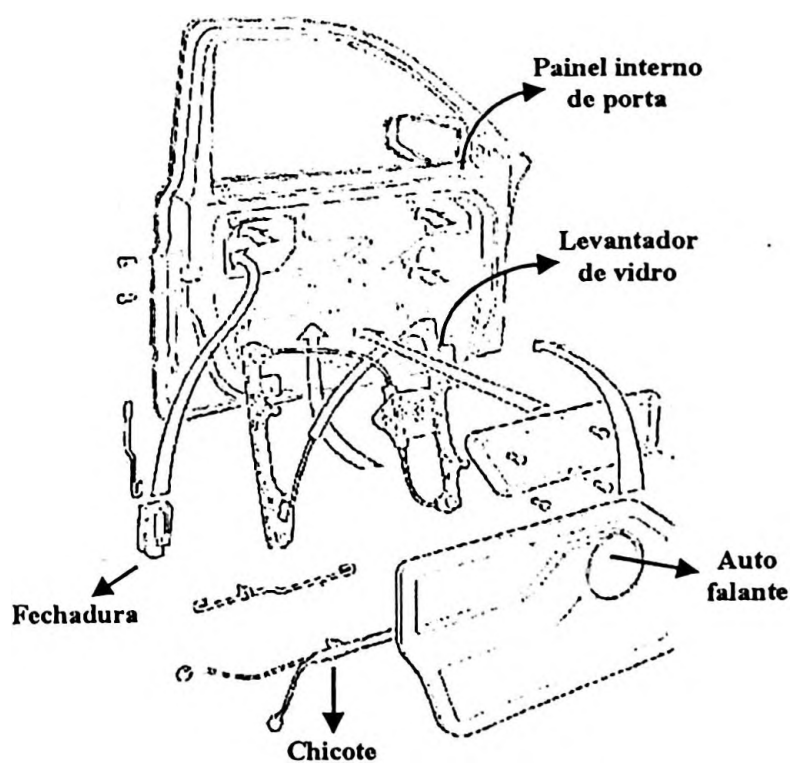


Figura 2 – Conjunto Porta

3.3.3 – Módulo Porta – Veículo Polo

Para esta pesquisa o módulo porta foi definido como o conjunto constituído pelos seguintes componentes: **placa base** (componente responsável pela parte estrutural interna da porta onde são fixados os demais componentes do módulo porta), **levantador de vidro** (mecanismo utilizado para a movimentação do vidro na porta), **alto-falante**, **chicote** (fiação elétrica) e **fechadura**.

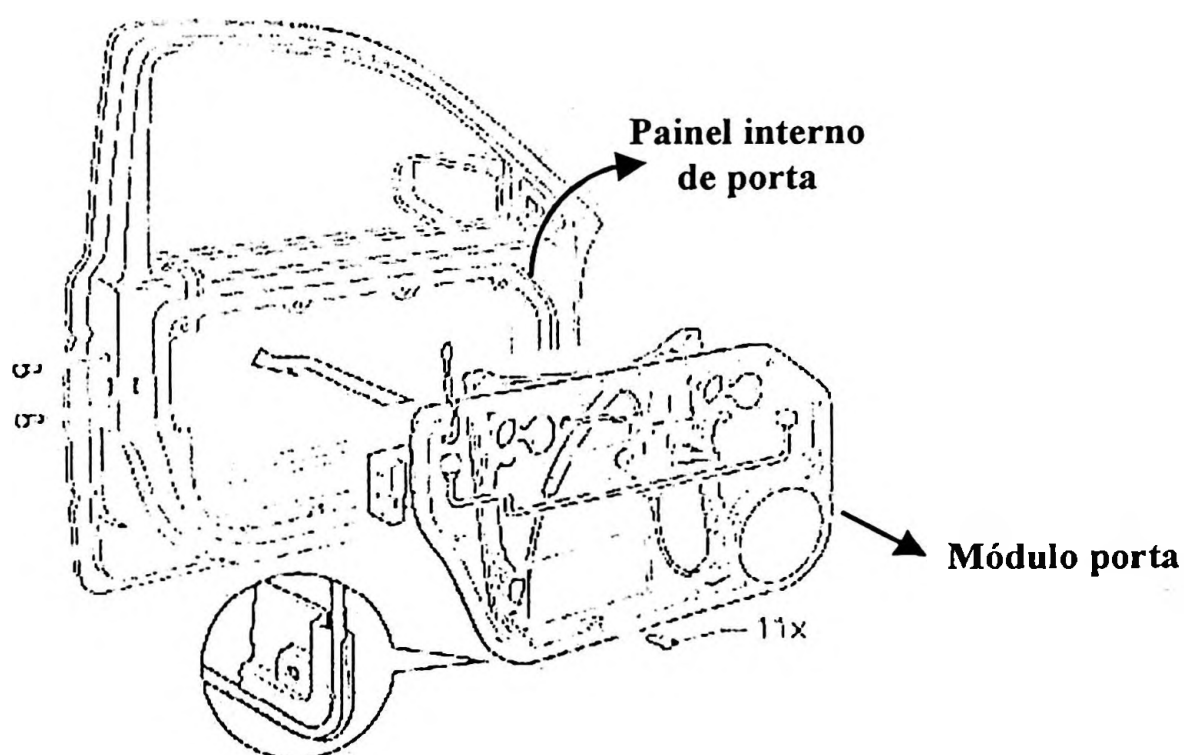


Figura 3 – Módulo Porta

CAPÍTULO 4
METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1 – Objetivos da Pesquisa

Este projeto tem como objetivo principal estudar quais os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automobilística.

Com a finalidade de atingir este objetivo principal, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver uma revisão bibliográfica sobre os temas modularidade, desenvolvimento de novos produtos e processos, e finalmente organização da cadeia automotiva. Esta revisão definirá os principais conceitos necessários para fundamentar a discussão teórica da utilização da modularidade na indústria automobilística brasileira e mundial. Esta revisão também tem o objetivo de orientar a realização do estudo de caso.
- Realizar um estudo empírico com o objetivo de descrever e avaliar em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos como foi a evolução da utilização da modularidade de projeto e processo em dois veículos - plataforma nacional e plataforma mundial - acompanhando dois módulos - painel de instrumentos e portas - em cada um deles. A partir das informações levantadas na revisão bibliográfica e no estudo empírico, esta pesquisa demonstrará quais os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos veiculares na montadora e nos fornecedores diretos.

O primeiro objetivo específico foi atingido através do levantamento bibliográfico e das considerações apresentadas no capítulo 2.

Os próximos itens deste capítulo apresentam a descrição do estudo empírico realizado para atender ao segundo objetivo específico e ao objetivo principal, e incluem a definição do tipo e da metodologia de pesquisa utilizada, e a descrição dos procedimentos usados para análise dos resultados.

4.2 – Tipo e Metodologia de Pesquisa

A pesquisa realizada neste trabalho é de natureza qualitativa e exploratória e foi conduzida pelo método de estudo de caso.

De acordo com Marshal e Rossman (1995), uma pesquisa é “um processo de tentativa para conseguir um melhor entendimento das complexidades das interações humanas”. As autoras afirmam que, através de meios sistemáticos, o pesquisador reúne as informações sobre

as ações e interações, reflete sobre seus significados, realiza as avaliações e chega a conclusões e interpretações.

Segundo Strauss e Corbin (1990) uma pesquisa é classificada como qualitativa quando é capaz de chegar a conclusões através de meios distintos de procedimentos estatísticos ou outros meios de quantificação. A pesquisa qualitativa diferencia-se da quantitativa na forma de apreensão de uma realidade, isto é, na pesquisa qualitativa o mundo é conhecido por meio de experiência e senso comum (conhecimento intuitivo) enquanto que na quantitativa mediante a abstrações (modelos).

De acordo com Selltitz et al (1965), “os estudos realizados para adquirir familiaridade com um fenômeno ou obter novos discernimentos sobre ele, muitas vezes para a formulação de um problema mais preciso de pesquisa ou para desenvolver hipóteses, são geralmente chamados de estudos formulativos ou exploratórios”.

A pesquisa qualitativa vem sendo utilizada como base de informação para muitos campos das ciências sociais como: a história, as ciências políticas e a antropologia. Recentemente, pesquisadores de outras áreas, por exemplo: da psicologia, da sociologia, da administração de empresas, da educação etc, adotaram os métodos qualitativos de pesquisa como uma ferramenta vital em seus estudos para investigar e entender importantes aspectos em suas respectivas áreas (MILES e HUBERMAN, 1994).

Os dados qualitativos normalmente são obtidos através de entrevistas individuais ou em grupos, de observações e documentações (STRAUSS e CORBIN, 1990). Estes dados são reconhecidos por possuírem uma riqueza de descrições dos processos como um todo, verificando a interação entre as partes e analisando o fenômeno de uma maneira holística. Eles podem ser documentados cronologicamente de forma a possibilitar a investigação de um dado fenômeno.

Segundo Eisenhardt (1989), a pesquisa qualitativa junto com o estudo de caso, são indicados para pesquisas em seus estágios iniciais em que há pouco conhecimento sobre um fenômeno ou para situações em que novas perspectivas sobre um tópico de pesquisa são necessárias para o seu desenvolvimento, por exemplo: quando a perspectiva atual de algum estudo parece conter uma explicação inadequada, ou quando novas descobertas de alguma pesquisa rumam para uma outra direção. Os métodos de pesquisa qualitativa são indicados para responder perguntas do tipo “como” e “por que” de um dado fenômeno.

Entretanto, a pesquisa qualitativa apresenta algumas desvantagens. A primeira delas é uma maior dificuldade na determinação da validade e confiabilidade dos resultados (MILES e HUBERMAN, 1994). Uma segunda desvantagem deste tipo de pesquisa é a verificação de

que os projetos qualitativos podem se tornar muito complexos dificultando a identificação das relações mais importantes de um grande volume de dados para a construção de uma teoria (EISENHARDT, 1989). Por último, e talvez a maior desvantagem dos métodos de pesquisa qualitativa é “o método de análise não estar bem formulado” (MILES e HUBERMAN, 1994).

Ao contrário dos métodos de pesquisa quantitativa que possuem procedimentos para coleta, análise e avaliação de dados amplamente aceitos, os métodos qualitativos são considerados, de certa forma, uma arte, pois estão baseados fortemente na intuição, experiência, conhecimento, julgamento e reflexão do pesquisador. Entretanto, para enfrentar esta dificuldade na pesquisa qualitativa, alguns métodos sistemáticos de coleta e análise de dados foram criados para ajudar os pesquisadores a chegarem às suas conclusões (MILES e HUBERMAN, 1994).

Apesar dos problemas acima citados, o método de pesquisa qualitativa foi a alternativa escolhida para investigação dos impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos dentro da indústria automobilística. Justifica-se tal escolha, uma vez que, esta pesquisa busca estudar o processo de adoção da modularidade por uma das maiores montadoras da indústria automobilística brasileira e seus fornecedores diretos, mais especificamente no desenvolvimento de novos produtos e processos ao longo dos últimos vinte e três anos. Este projeto estuda os impactos causados pela modularidade na estratégia de desenvolvimento de produto e processo, os novos papéis da montadora e fornecedores devido à divisão de atividades e responsabilidades de projeto e fabricação de peças, subconjuntos, módulos e veículos. Analisa a divisão dos investimentos e riscos assumidos por cada uma das empresas no desenvolvimento de novos produtos e processos e finalmente relaciona a modularidade com as estratégias de globalização da indústria automobilística.

O processo de modularização é complexo, sua adoção por montadoras e fornecedores implica em importantes transformações no relacionamento entre as empresas que atuam na cadeia automotiva, na localização das atividades produtivas, na área de engenharia de desenvolvimento de produto e também na organização dos processos produtivos.

Além disto, o fenômeno da modularização na indústria automobilística brasileira é recente, isto é, sua intensificação ocorre após a metade da década de 90 com a chegada de novas montadoras ao Brasil e com a forte remodelação das montadoras já aqui estabelecidas. Todas as novas unidades montadoras de automóveis e mesmo as “antigas” remodeladas estão utilizando em alguma medida o conceito da modularidade. (SALERNO et al, 2002).

É possível dizer, portanto, que o estudo desse fenômeno ainda se encontra em seu estágio inicial de construção de teoria, sendo justificado o estudo exploratório. O que se

buscou foi a obtenção de uma visão geral do fenômeno e de suas características principais, oferecendo uma análise de contexto e obtendo assim indicações de questões ou hipóteses para futuras pesquisas mais aprofundadas.

4.3 – Estratégia de Pesquisa

Segundo Yin (2002), o estudo de caso é uma forma de se fazer pesquisa social empírica e investigar o fenômeno atual dentro de seu contexto real, uma vez que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e múltiplas fontes de evidência podem ser usadas. O estudo de caso permite que a investigação mantenha as características significativas e holísticas de eventos da vida real - como, por exemplo, estudos sobre a modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos dentro de uma indústria.

Perguntas do tipo “como” e “por que” dentro de uma pesquisa refletem uma preocupação explanatória sobre um fenômeno, que pode levar à utilização do estudo de casos como estratégia de pesquisa. A estratégia de estudo de caso aliada às pesquisas históricas e aos experimentos pode revelar questões importantes sobre as ligações operacionais entre os eventos que necessitam ser traçados ao longo do tempo, em vez de serem observados como simples repetições ou incidências.

O tipo de questão que estamos propondo neste trabalho permite que esta estratégia de pesquisa seja utilizada, pois a pesquisa busca descrever a evolução da utilização da modularidade e seus efeitos no desenvolvimento de novos produtos e processos procurando responder a perguntas de “como” e “por que” - “Como e por que a modularidade afeta a montadora e seus fornecedores na inovação de produtos e processos?”. As perguntas do tipo “quais” – “Quais os impactos da modularidade?” (seleção de fornecedores, estratégia de desenvolvimento de novos produtos e processos, divisão de atividades e responsabilidades, investimentos e riscos, localização dos fornecedores) - são de caráter exploratório e, portanto, também são adequadas a estudo de casos.

4.4 – Projeto de Pesquisa

Segundo Yin (2002) para o método de pesquisa com estudo de caso, cinco componentes são importantes dentro de um projeto de pesquisa, são eles:

- As questões da pesquisa
- As proposições da pesquisa

- As unidades de análise da pesquisa
- A lógica que une os dados às proposições
- Os critérios para se interpretar as descobertas

Estes itens serão descritos a seguir.

4.4.1 – Questão da Pesquisa

A pergunta principal desta pesquisa é:

Quais os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos?

Para compreender melhor a pergunta acima, as seguintes definições operacionais serão adotadas:

Montadora: empresa responsável pela montagem de um veículo.

Fornecedores diretos: fornecedores pertencentes à primeira camada de fornecimento dentro da cadeia de suprimentos automotivos, responsáveis pelo suprimento de peças, subconjuntos ou módulos de forma direta para a montadora.

Modularidade: estratégia utilizada para construir produtos ou processos complexos a partir de pequenos subsistemas (módulos) que podem ser desenvolvidos de forma independente, mas que funcionam como um conjunto integrado (BALDWIN e CLARK, 2000).

Desenvolvimento de novos produtos: é o ato de conceber a idéia de um produto, projetar este em detalhes, criando um sistema de manufatura para produzi-lo e introduzi-lo em um mercado (WHEELWRIGHT e CLARK, 1993).

Desenvolvimento de novos processos: é o ato de criar o processo de manufatura a ser executado, de modo a especificar detalhadamente os processos requeridos e sua seqüência na elaboração de um produto atendendo as especificações do projeto.

Impactos da modularidade: compreende qualquer alteração ou mudança causada pela modularidade na opinião dos especialistas da indústria automobilística.

Para efeito desta pesquisa, os impactos considerados no desenvolvimento de novos produtos e processos serão os seguintes:

- Seleção de fornecedores:
 - Critérios para escolha dos fornecedores de projeto e processo
 - Nacionalidade dos fornecedores
 - Localização dos centros de desenvolvimento de novos produtos e processos nos fornecedores
 - Follow Sourcing
 - Global Sourcing
- Estratégia de desenvolvimento de novos produtos:
 - Localização dos centros de desenvolvimento de novos produtos
 - Padronização, comunização e simplificação dos produtos
 - Internacionalização dos produtos
 - Autonomia de desenvolvimento de produto (local x global)
 - Desenvolvimento dos veículos de plataforma mundial e nacional
- Estratégia de desenvolvimento de novos processos:
 - Localização dos centros de desenvolvimento do projeto do processo produtivo
 - Desenvolvimento do projeto do processo de fabricação (projeto do ferramental, equipamentos, controle de processo de fabricação, procedimentos operacionais)
 - Padronização, comunização, simplificação dos processos
 - Desenvolvimento dos processos de veículos de plataforma mundial e nacional
 - Autonomia de desenvolvimento de processos
- Divisão de atividades e responsabilidades entre montadora e fornecedores:
 - Desenvolvimento do projeto do produto de peças, subconjuntos, módulos e veículos
 - Fabricação de peças, subconjuntos, módulos e veículos
 - Controle de Qualidade
- Divisão dos investimentos e riscos dos recursos de desenvolvimento de produto e recursos produtivos entre a montadora e fornecedor.
- Localização dos fornecedores.

4.4.2 – Proposição da Pesquisa

As proposições de estudo servem para direcionar o estudo de caso, determinando os aspectos que devem ser examinados dentro do escopo de estudo. As proposições podem ser entendidas como afirmações que estabelecem, de certa maneira, relações teóricas entre os fatores pesquisados. Elas estabelecem os limites e mostram onde procurar as evidências relevantes de uma pesquisa, pois sem elas o pesquisador pode ser tentado a coletar “tudo”, algo impossível de se realizar (YIN, 2002).

De acordo com Yin (2002), para a elaboração de proposições dentro de uma pesquisa é necessário inicialmente um levantamento bibliográfico sobre a teoria antes de qualquer coleta de dados, pois a qualidade da pesquisa depende da compreensão do que está sendo estudado.

Com o objetivo de definir uma referência teórica para o presente estudo e elaborar as proposições da pesquisa, foi realizada uma revisão da bibliografia existente com o objetivo de identificar na literatura e em publicações especializadas, as principais questões e aspectos referentes à modularidade e ao desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automobilística.

O levantamento bibliográfico indicou que as principais questões sobre a modularidade na indústria automobilística podem ser divididas nos seguintes temas:

- Modularidade
- Desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automotiva
- Novos Arranjos Industriais na cadeia de suprimentos automotiva

As proposições de estudo adotadas para esta pesquisa foram as seguintes:

- A modularidade estabelece uma nova forma de relação entre montadora e fornecedores, redefinindo suas atividades e responsabilidades no desenvolvimento de produtos e processos
- A utilização da modularidade vem crescendo com o lançamento dos novos veículos na indústria automobilística
- Os principais direcionadores da adoção da estratégia modular pela montadora são:
 - Busca de uma melhor ergonomia no processo de montagem do veículo
 - Simplificação da linha de montagem dentro da montadora
 - Maior competência tecnológica do produto e do processo dos fornecedores
 - Busca da redução de custos, investimentos e riscos do negócio (desenvolvimento de novos produtos e processos, P&D, produção etc.).

- Os principais direcionadores da adoção da estratégia modular pelos fornecedores são:
 - A modularidade propicia um crescimento rápido na receita dos fornecedores
 - A modularidade influencia na concentração e no tamanho dos fornecedores de autopeças da primeira camada e exige maior qualificação destes no desenvolvimento de produtos e processos
 - A modularidade minimiza a participação de fornecedores nacionais no desenvolvimento de novos veículos

4.4.3 – Unidade de Análise e Tipo de Estudo de Casos: Casos Múltiplos

Segundo Yin (2002), uma pesquisa de estudo de casos deve levar em consideração duas dimensões para a sua realização: o número de casos que compõem o estudo (único ou múltiplos) e o foco que será dado à unidade de análise.

Para esta pesquisa optou-se pela realização de casos múltiplos, pois as evidências obtidas por meio de casos múltiplos são geralmente consideradas mais convincentes e o estudo como um todo mais robusto (Yin, 2002).

O objetivo da utilização de casos múltiplos é possibilitar a comparação dos impactos da utilização da modularidade no desenvolvimento de produtos e processos em um veículo de plataforma nacional e outro de plataforma mundial através de dois módulos - painel de instrumentos e portas - pertencentes a estes.

Quanto ao foco, os estudos podem ser de dois tipos: holísticos e incorporados. Para os estudos de caso holísticos a unidade de análise é o todo, enquanto os estudos de caso incorporados observam as diferenças entre os diversos componentes de uma mesma unidade de análise, mas com o objetivo de obter maiores informações para compreender o todo.

Para esta pesquisa, a unidade de análise será representada pelo processo de adoção da modularidade em dois veículos - Gol e Pólo - acompanhando os módulos painel de instrumentos e portas. A partir desta definição, pode-se perceber que o estudo tem natureza incorporada, uma vez que é possível que o processo de modularização seja visto de maneira diferente pelas empresas envolvidas, ou mesmo pelos diferentes departamentos que compõem cada uma delas, assim como os impactos oriundos de sua implementação.

4.4.3.1 – Seleção de Casos

De acordo com Yin (2002), a escolha dos casos para o estudo de casos múltiplos deve seguir a lógica de escolha de vários experimentos de uma pesquisa experimental, em que cada caso procura comprovar ou negar determinado aspecto da teoria. Porém, é necessário esclarecer que esta lógica é diferente da empregada na definição de amostragem utilizada nas pesquisas quantitativas que procura obter o grau de precisão para inferências estatísticas sobre a população. Yin (2002) alerta que “uma percepção importante que se deve ter é considerar casos múltiplos como se consideraria experimentos múltiplos”, ou seja, seguir a lógica da replicação literal ou teórica. A replicação literal é feita buscando-se casos onde se prevê que os resultados já verificados em casos semelhantes ocorram novamente reforçando uma teoria que está sendo construída. A replicação teórica ocorre buscando-se casos onde se prevê resultados contraditórios aos já obtidos, mas por causas conhecidas. A replicação teórica testa os limites da teoria em construção.

É importante neste ponto comentar sobre o conceito de generalização analítica: uma teoria previamente elaborada é utilizada como referência contra a qual se comparam os resultados empíricos do estudo de caso. Se dois ou mais casos mostram suportar a mesma teoria, uma situação de replicação pode ser reivindicada. Os resultados empíricos podem ser considerados ainda mais fortes se dois ou mais casos suportarem a mesma teoria, mas não suportarem uma teoria rival igualmente plausível. A generalização analítica é assim possível.

A generalização não ocorre de um caso ou vários casos para o universo de casos, como é objetivo das generalizações estatísticas. O objetivo da generalização analítica é generalizar um caso ou vários casos para uma determinada teoria mais abrangente. A generalização analítica não ocorre de maneira automática. A teoria precisa ser testada através de replicações dos resultados em mais de um caso, onde a teoria especificou que os mesmos resultados devem ocorrer. A teoria se torna, assim, o veículo para a generalização dos resultados do estudo de caso (YIN, 2002).

A seleção dos casos, neste estudo, foi feita cuidadosamente de forma a confirmar os resultados previstos pela interpretação da teoria sobre a modularidade (replicação literal) ou produzir resultados contraditórios devido a causas também previsíveis pela teoria da modularidade (replicação teórica). Se os casos estudados sobre a modularização confirmarem as proposições iniciais, teremos uma replicação literal. Se os casos estudados apresentarem resultados diferentes das proposições iniciais por causas conhecidas, teremos a replicação teórica.

Outras características foram consideradas importantes para a escolha dos casos como: o histórico de adoção da modularidade no desenvolvimento de novos produtos no Brasil e no mundo, mostrando que os subconjuntos internos do veículo se encontram em estágios mais avançados da modularidade (SAKO e WARBURTON, 1999); a produção em escala elevada dos módulos painel de instrumentos e portas nas empresas pesquisadas (VW e fornecedores diretos com uma quantidade superior 500/dia em Nov/2003); a existência de pesquisas semelhantes realizadas na Europa e Estados Unidos sobre a modularidade realizadas pelo IMVP (*International Motor Vehicle Program*). É importante destacar que os estudos realizados pelo IMVP englobam várias montadoras e fornecedores dos módulos *cock pit* (subconjunto formado basicamente pelo painel de instrumentos, pedaleiras, coluna de direção, chicotes e dutos de ar) e portas diferindo desta pesquisa, não apenas nos módulos escolhidos, mas também no período coberto, uma vez que a pesquisa do IMVP apresenta a situação modularidade no ano de 1999 e esta pesquisa engloba os últimos 23 anos em uma única montadora e vários fornecedores diretos.

Outra questão importante no estudo de múltiplos casos é a definição do número de casos recomendável. Para estabelecer o número de casos para a pesquisa duas considerações foram tomadas: a restrição de recursos, em especial de tempo do pesquisador e o escopo do presente trabalho, uma dissertação de mestrado.

Desta forma, quatro casos foram selecionados para a pesquisa:

- O módulo ou conjunto montado painel de instrumentos do Gol ao longo de suas três gerações, 23 anos
- O conjunto montado porta do Gol ao longo de suas três gerações, 23 anos
- O módulo painel de instrumentos do Polo lançado em 2002
- O módulo porta do Polo lançado em 2002

4.4.3.2 – O Plano de Coleta de Dados

Segundo Yin (2002), as seis fontes de evidências são: documentação, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Para obtenção dos dados necessários a esta pesquisa, todas as seis fontes de evidência foram utilizadas.

Para o caso conjunto painel de instrumentos do veículo Gol geração 1 que se tornou o módulo painel de instrumentos no Gol geração 2, e para o caso subconjunto porta no Gol geração 1 e 2, as fontes de evidência: documentação, registros em arquivos e artefatos físicos

(conjunto painel de instrumentos e porta) tiveram maior grau de importância na coleta de dados para pesquisa devido a dificuldade em encontrar os especialistas da montadora e fornecedores que trabalharam no projeto do Gol geração 1, há vinte três anos e há praticamente dez anos no Gol geração 2, para a realização de entrevistas. É importante também relatar que muitos dos fornecedores do Gol geração 1 e 2 não mais fornecem diretamente para VW do Brasil ou não mais atuam no mercado automobilístico devido a falências, absorções, fusões etc.

Para os casos módulo painel de instrumentos do Gol Geração 3 e Polo, módulo porta do Polo e subconjunto porta do Gol geração 3, as seis fontes de evidências foram utilizadas, com maior ênfase nas entrevistas, observações diretas, observações do participante - o pesquisador participou do desenvolvimento dos veículos. A maior facilidade de realização da coleta de dados é justificada, pois estes casos representam desenvolvimentos de produto e processos recentes na montadora e nos fornecedores.

Segundo Eisenhardt (1989), estas múltiplas fontes de evidências de dados qualitativos e quantitativos combinados de maneira sinérgica fortificam o estudo de caso para corroborar a teoria existente.

O processo de levantamento de dados foi facilitado pela acessibilidade do pesquisador ao objeto de estudo, devido ao seu exercício profissional na VW, no departamento Qualidade Assegurada de Peças Compradas, e contatos com os fornecedores.

4.4.3.3. – Coleta de Dados Secundários

Os dados secundários são dados e informações já coletados em publicações, cadastros, fichários, dados internos de empresas, resultados de pesquisas feitas com outros objetivos etc.

Os dados secundários têm vantagens significativas para o pesquisador, como economia de tempo, dinheiro, esforços e, principalmente, serve como subsídio para a obtenção de dados primários. Porém os dados secundários também apresentam algumas desvantagens como a provável incompatibilidade na natureza dos dados (unidade e/ou escala de medida, faixas de valores, conceitos), obsolescência da informação, escassez de informação (amostra insuficiente, série temporal reduzida etc), dificuldade para aferir confiabilidade e validade e, principalmente, dificuldade relacionada ao fato de não terem sido produzidos em função da pesquisa proposta.

Com o objetivo de aumentar a eficácia desta pesquisa, foram verificados os dados secundários disponíveis na montadora e nos fornecedores. Após esta verificação, realizou-se uma análise crítica destes com o intuito de verificar se eles atendiam aos objetivos da pesquisa

e somente após a conclusão desta fase foram definidos quais dados primários seriam necessários para o estudo.

Para esta pesquisa, os dados secundários foram considerados de vital importância na fase inicial e exploratória, pois serviram de base para a elaboração do questionário para as entrevistas na montadora e nos fornecedores.

Os dados secundários foram coletados na montadora e seus fornecedores diretos através de relatórios gerenciais, manuais de qualidade, desenhos de produto, folhas de processo, relatórios de desempenho de qualidade etc.

4.4.3.4 – Coleta de Dados Primários

A coleta de dados primários é projetada especificamente para uma determinada pesquisa, através da utilização de instrumentos como questionários, entrevistas e observações. A escolha de um ou outro instrumento está relacionada com o tipo de dado necessário e com o tipo de população junto à qual irá se obter os dados.

4.4.4 – Protocolo de Estudo de Campo

Segundo Yin (2002), a elaboração de um protocolo para o estudo de caso é muito importante como base de integração dos instrumentos de pesquisa, pois ele representa um roteiro descrevendo os instrumentos e a suas aplicações no campo.

A seguir apresentamos o protocolo desta pesquisa.

4.4.4.1 – Seleção das Empresas

As empresas escolhidas para este estudo de caso foram os fornecedores diretos de autopeças do painel de instrumentos e porta que estão em atividade atualmente, isto é, aqueles que ainda fornecem diretamente para VW.

Os motivos desta escolha são diversos. O principal deles é que devido a pesquisa cobrir um período de tempo muito grande, vinte três anos, alguns fornecedores já não mais existem no mercado automotivo devido a falências ou aquisições por grupos empresariais maiores. Dentro desta realidade, é importante destacar também a existência de profissionais que trabalharam nos projetos do Gol geração 1 e 2 e que estão em atividade na mesma empresa.

Outro motivo para escolha destes fornecedores é a mudança do perfil, ao longo dos últimos anos, dos fornecedores da primeira camada em relação aos requisitos de qualidade,

logística, compras e engenharia de produto exigido pela montadora (POSTHUMA, 1997; ARBIX e ZILBOVICIUS, 1997).

4.4.4.2 – Abordagem às Empresas de Autopeças

O contato com as empresas fornecedoras foi feito através da listagem dos fornecedores indicados nos registros internos da montadora às quais o pesquisador tem acesso. Ressaltou-se o caráter acadêmico do estudo, o sigilo, a preocupação em evitar transtornos às atividades normais da empresa e a relevância do estudo.

Um resumo dos fundamentos teóricos e dos objetivos do trabalho foi apresentado no início das entrevistas.

4.4.4.3 – Roteiro para Entrevistas

Os roteiros para as entrevistas foram elaborados a partir das proposições iniciais, das informações coletadas na revisão bibliográfica e também dos dados secundários já analisados. Os principais autores utilizados para esta elaboração foram Sako e Warburton (1999), Sako e Murray (1999), Salerno (2001), Salerno et al (2002) e Dias (1998) que abordam a utilização da modularidade na indústria automobilística mundial e brasileira, enfatizando os aspectos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos, processos e organização da cadeia automotiva.

Entrevistar as lideranças e os especialistas das empresas de autopeças - gerentes ou especialistas de engenharia de produto, qualidade, vendas, assistência técnica, logística, manufatura - e da montadora - gerentes ou especialistas de engenharia de produto, qualidade, compras, manufatura, logística - envolvidas diretamente com os módulos do painel de instrumentos e portas possibilitaram a checagem e o cruzamento de informações aumentando a confiabilidade dos dados coletados. Segundo Selltitz et al (1965) “a escolha de indivíduos que representam diferentes posições na estrutura [...] auxilia a obtenção de uma opinião mais completa da situação”.

Os roteiros de entrevistas foram elaborados para cada caso e divididos entre montadora e fornecedores.

As entrevistas geralmente começavam com a utilização do roteiro, porém elas não seguiam uma seqüência fixa de perguntas e repostas, pois em alguns momentos o investigador julgou necessário um aprofundamento maior sobre algum tópico a ser explorado ou mesmo a necessidade de adaptação das perguntas a um contexto específico abordado durante o estudo.

A flexibilidade nas pesquisas qualitativas é necessária para se conseguir atingir uma melhor qualidade de informações (YIN, 2002, EISENHARDT, 1989, MILES e HUBERMAN, 1994).

4.4.4.4 – Estudo de Caso Piloto

Segundo Yin (2002) o estudo de caso piloto é o estudo que auxilia os pesquisadores no momento de aprimorar os planos para a coleta de dados em relação ao conteúdo dos dados quanto aos procedimentos que devem ser seguidos. O estudo de caso piloto permite ao pesquisador de maneira mais formativa, o desenvolvimento do alinhamento relevante das questões, provavelmente até providenciando algumas elucidações conceituais para o projeto de pesquisa.

A coleta e análise de dados e as notas de campo neste estudo piloto, permitem ao pesquisador uma maior familiarização com os dados e o obrigam a olhar além das impressões iniciais e ver as evidências através de múltiplas lentes (EISENHARDT, 1989).

Para esta pesquisa, escolheu-se como caso piloto o caso do módulo painel de instrumentos do Gol, em que o questionário, os conceitos e a realidade puderam ser confrontados para aumentar a validade do estudo através da triangulação entre bibliografia, realidade e discurso.

Este caso piloto foi escolhido pelos seguintes principais motivos:

- O módulo painel de instrumentos apresenta um processo de modularização mais desenvolvido em relação ao módulo porta, pois este último iniciou o processo de modularização na segunda geração do Gol, continuando na terceira geração, Enquanto que o módulo porta só foi adotado pela VW do Brasil no veículo Polo.
- O acesso a dados e informações do módulo painel de instrumentos é maior, pois o módulo painel de instrumentos do Gol geração 2 e Gol geração 3, encontram-se atualmente em produção na VW.
- As entrevistas com especialistas da VW não dependiam apenas da memória dos entrevistados, pois eles continuam a exercer suas atividades profissionais cotidianas com este módulo.

As entrevistas realizadas neste estudo de caso piloto envolveram somente os especialistas do módulo painel de instrumentos da montadora e dos fornecedores, isto é, o corpo técnico - engenheiros e analistas - das empresas. Esta escolha foi premeditada por dois motivos principais: primeiro para testar o roteiro de pesquisa buscando aprimorar os planos de

coleta de dados em relação ao conteúdo, realizar todos os ajustes necessários e eliminar as dúvidas conceituais para o projeto de pesquisa; o segundo motivo se baseou na dificuldade de acesso ao corpo gerencial das empresas. A agenda dos executivos das duas empresas se encontra muito mais restrita, e, portanto optou-se em realizar somente uma entrevista com cada liderança somente na fase de pesquisa de campo, quando o questionário se encontraria definido.

Este caso piloto mostrou a necessidade de mudança do questionário de entrevistas e a retirada de algumas questões consideradas ambíguas.

4.4.5 – Ligação entre os Dados e as Proposições: Análise dos Resultados

A análise dos resultados obtidos foi realizada por meio de relatórios individuais, sendo um para cada caso estudado. Também foi realizado um estudo comparativo entre os casos, em que os principais elementos de cada caso serão comparados.

4.4.5.1 – Apresentação e Análise Individual dos Casos

Um passo importante para construção de uma teoria é a análise individual do estudo de casos múltiplos. Eisenhardt (1989) afirma que não há um padrão formal estabelecido para análise de casos, porém a autora ressalta a necessidade da familiarização com cada caso do estudo de múltiplos casos como uma entidade isolada pelo pesquisador para permitir-lhe a identificação das suas características únicas e posteriormente buscar identificar os padrões entre eles, uma vez que a familiarização acelera o processo de comparação.

A maioria dos métodos de análise dentro de uma pesquisa qualitativa envolve quatro atividades principais: 1) identificação dos conceitos; 2) agrupamento destes em categorias ou áreas de interesse da pesquisa; 3) classificação dos dados de acordo com as categorias; e 4) desenvolvimento das categorias através da investigação mais profunda e comparação dentro de cada categoria, entre categorias, entre casos etc (STRAUSS e CORBIN, 1990; MILES e HUBERMAN, 1994).

As quatro atividades para análise de dados foram aplicadas ao longo de todo projeto de pesquisa.

Eisenhardt (1989) recomenda a sobreposição da fase de análise de dados com a coleta de dados para melhorar os resultados de uma pesquisa qualitativa.

Dentro desta pesquisa, a sobreposição das fases de análise e coleta de dados ocorreu com a divisão das entrevistas planejadas em várias rodadas. Entre cada rodada, os dados eram sistematicamente analisados (teoria x resultados) com o objetivo de aprofundar o

entendimento dos casos e também o conhecimento, assim como corrigir as falhas do pesquisador durante as entrevistas. Esta sobreposição possibilitou o surgimento de novas idéias, a cristalização de outras, o aprofundamento das questões de pesquisa, além de possibilitar um melhor foco nas áreas de interesse do trabalho. Surgiram também dúvidas durante a fase de coleta de dados e análise que foram anotadas e dirimidas pelo professor orientador que elaborou seus comentários, apresentando as lacunas importantes a serem esclarecidas nas próximas entrevistas.

Para apresentações dos relatórios de estudo de caso foi utilizada a estrutura analítica linear, pois segundo Yin (2002) esta estrutura é a mais vantajosa para uma pesquisa de mestrado e é aplicável a estudos explanatórios, descritivos ou exploratórios. Os relatórios foram organizados de modo a apresentar os diferentes tópicos de interesse relativo às proposições iniciais. Em cada caso, foram apresentados os pontos de maior interesse para a pesquisa.

A descrição dos casos foi bastante detalhada para preservar o contexto em que este está inserido e também para proporcionar ao leitor o acompanhamento do raciocínio utilizado na elaboração das conclusões do estudo.

A preservação do contexto do caso e a sua descrição completa permitem aos futuros pesquisadores a utilização das conclusões em outros estudos de casos (YIN, 2002).

Os relatórios dos casos foram elaborados a partir dos seguintes pontos:

- Contexto do caso: escolha do módulo, veículo e fornecedores envolvidos; época de análise; descrição das atividades e responsabilidades pelo desenvolvimento de produto e processo; divisão de investimentos e riscos entre montadora e fornecedores; globalização da cadeia automotiva; etc..
- Análise dos resultados do caso frente às proposições iniciais e ao referencial teórico realizado na revisão bibliográfica, mostrando os resultados esperados

4.4.5.2 – Análise entre os Casos

A análise de dados qualitativos utilizou algumas das técnicas analíticas propostas por Miles e Huberman (1994), tais como: criação de uma matriz de categorias e disposição das evidências dentro destas, criação de uma tabela de dados para examiná-los e disposição das informações em ordem cronológica para avaliação dos eventos.

Neste projeto, uma matriz de categorias foi criada para viabilizar as comparações dos casos estudados, baseada nas proposições iniciais teóricas e nas evidências coletadas no campo. As categorias foram elaboradas considerando os seguintes pontos:

- Estratégias de desenvolvimento de novos produtos e processos com a modularização dentro da montadora;
- Forma de relação entre montadora e fornecedores com a redefinição de atividades e responsabilidades no desenvolvimento de novos produtos e processos com a utilização da modularidade;
- Semelhanças entre os processos de modularização observado nos diferentes módulos e veículos, direcionadores da modularidade (ergonomia, competência tecnológica dos fornecedores, novas atividades e responsabilidades, divisão de riscos e investimentos);
- Diferenças entre os processos de modularização observado nos diferentes módulos e veículos, direcionadores da modularidade (ergonomia, competência tecnológica dos fornecedores, novas atividades e responsabilidades, divisão de riscos e investimentos);
- Seleção dos fornecedores dos módulos de cada veículo;
- Nacionalidade dos fornecedores das peças, dos componentes e dos módulos de cada veículo;
- Análise dos impactos da modularidade frente às proposições iniciais e ao referencial teórico levantado na revisão bibliográfica;
- Novas idéias geradas a partir da análise dos casos.

4.4.6 – Critérios para Interpretar os Resultados e Limitações da Pesquisa

De acordo com Yin (2002), os estudos de casos têm sido encarados por alguns pesquisadores como uma forma menos desejável de investigação do que os experimentos ou os levantamentos. Estes que assim pensam, acrescenta Yin, afirmam que os resultados obtidos não podem ser generalizados. Entretanto, Yin observa que o mesmo tipo de problema também ocorre nos métodos experimentais, pois não é possível generalizar a partir de um único experimento.

Segundo Yin (2002), os fatos científicos são normalmente baseados em vários experimentos que replicam o mesmo fenômeno sob diferentes condições. Esta lógica pode ser aplicada aos estudos de caso na replicação teórica e literal, e os estudos de casos, de forma semelhante aos experimentos, são generalizáveis para as proposições teóricas e não para populações ou universos. Sob este prisma, um caso não representa uma amostra, e o “objetivo

do pesquisador é expandir e generalizar teorias – generalização analítica – e não enumerar freqüências – generalização estatística”.

Desta forma, os resultados obtidos nos estudos de casos podem ser generalizados de forma analítica por aspectos de sua construção. O pesquisador pode avaliar a validade externa: se os exemplos apresentados, suas limitações, os tipos de empresas, o setor industrial, o processo de desenvolvimento de novos produtos e processos, aplicam-se ao seu caso específico.

Yin (2002) aponta outro problema quanto ao uso de estudos de caso, referindo-se à questão do rigor empregado em uma pesquisa e da influência do pesquisador nos resultados (validade interna). Já foram explicitadas as precauções tomadas para esta pesquisa, que podem ser resumidas a seguir:

- utilização de um questionário ou roteiro para orientar as entrevistas;
- realização das entrevistas, das transcrições e da redação pelo próprio pesquisador;
- utilização de múltiplas fontes de evidência para confirmar ou completar as informações das entrevistas;
- confirmação das descrições dos casos pelos entrevistados.

Sobre as limitações desta pesquisa, relacionadas ao método empregado, pode-se dizer que:

- por ser um estudo em que a montadora pesquisada permitiu a divulgação de seu nome, é possível que algumas informações importantes para o estudo tenham sido enviesadas;
- os casos descritos têm forte influência do ponto de vista da fonte principal de informação, ou seja, das pessoas entrevistadas nas empresas e de suas memórias, uma vez que o projeto de pesquisa cobriu um período de 23 anos;
- houve cuidado, por parte do pesquisador, em entrevistar pessoas de pelo menos duas áreas distintas das empresas pesquisadas (montadora e fornecedores), no entanto, é necessário que se considere que os resultados são parciais e não representam toda a complexidade envolvida no fenômeno estudado.

Muitos dados e fatos relevantes para a pesquisa não estavam disponíveis em documentos nem estavam registrados de alguma forma, sendo que o levantamento de dados dependeu em certa medida da memória dos entrevistados, principalmente nos casos do painel de instrumentos e conjunto porta da primeira e da segunda geração do Gol. Esta é outra limitação de caráter prático, que fez com que, em alguns casos, as informações estivessem incompletas ou carentes de maior precisão.

CAPÍTULO 5
ESTUDO DE CASOS

5.1 – Caso: Módulo Painel de Instrumentos - Veículo Gol

5.5.1 – Descrição do Caso

Gol geração 1

O Gol primeira geração foi concebido em uma época em que o Brasil possuía apenas quatro grandes montadoras de automóveis instaladas - VW, GM, Fiat e Ford - em 1980. A concorrência internacional era inexistente, pois o mercado para importação de veículos se encontrava fechado.

Naquele momento, a VW do Brasil se encontrava como líder na produção e vendas de veículos e era detentora de uma fatia de 43% do mercado automotivo brasileiro (ANFAVEA, 2002).

A principal preocupação da VW do Brasil, ao lançar o Gol, foi projetar, testar, produzir e vender o primeiro veículo nacional capaz de substituir o Fusca, um dos maiores sucessos de vendas da história da VW no Brasil e no mundo.

A estrutura produtiva da VW do Brasil se encontrava bastante verticalizada, os principais componentes dos veículos como motor, câmbio, transmissão, eixos, conjuntos estampados e soldados, bancos, chicotes etc eram produzidos internamente.

O conjunto painel de instrumentos do Gol em sua primeira geração foi totalmente desenvolvido pela VW do Brasil desde sua concepção à produção na linha de montagem, sem a interferência da VW AG. A VW do Brasil detinha todo o *know-how* necessário ao desenvolvimento do projeto de produto e processo deste conjunto, incluindo, também, toda a infra-estrutura necessária à sua produção (equipamentos, ferramentas, mão-de-obra especializada etc).

Não houve a participação de nenhum fornecedor no projeto do produto do conjunto painel de instrumentos ou em qualquer um de seus principais componentes, pois a montadora considerava o projeto como uma atividade específica de sua responsabilidade. Ela também não acreditava que dentro da cadeia automotiva houvesse algum fornecedor com capacidade tecnológica e infra-estrutura necessárias para desenvolver um conjunto complexo como este, em que as regulamentações técnicas (testes de rodagem, durabilidade, corrosão etc) e legislativas (teste de impacto, segurança etc) eram extremamente rigorosas. A montadora considerava o painel de instrumentos um conjunto crítico para o desempenho do veículo e

também o mais perceptível ao consumidor final com a capacidade de definir aceitação deste no mercado.

A montadora justificou a verticalização da produção do painel de instrumentos devido à dificuldade de se encontrar fornecedores capacitados a entregar produtos com qualidade, preço razoável, quantidade e prazos de entrega confiáveis. A produção do conjunto painel de instrumentos exigia uma alta qualificação e um *know-how* sobre diferentes processos de fabricação como estamparia, soldagem, pintura e montagem.

A exceção a esta verticalização na produção foi feita a dois fornecedores (F1 e F2) para a produção da moldura do cluster e dutos de ar da área de injeção de plásticos, por dois motivos principais: a montadora os considerava como peças simples, não-estratégicas, e a tecnologia empregada no painel de instrumentos estava centrada na área metálica.

A política de recursos humanos da montadora na época era criar e desenvolver uma mão de obra especializada para a produção de seus veículos, incluindo os seus principais componentes, e para isto a empresa contava com investimentos intensos na área de treinamento e desenvolvimento, mantendo inclusive uma unidade do SENAI instalada em sua fábrica de São Bernardo do Campo. O objetivo da VW do Brasil era assegurar o controle da tecnologia embarcada no veículo.

O processo de inovação de produto e processo do veículo estava centrado dentro da montadora, assim como de seus principais componentes. O Gol exigiu uma área de P&D local dentro do departamento de Tecnologia do Produto para o seu desenvolvimento.

Os departamentos de Tecnologia do Produto, Engenharia de Manufatura e Qualidade Assegurada, responsáveis pelo desenvolvimento do projeto de produto e processo, eram constituídos por funcionários treinados e desenvolvidos internamente.

A principal especialidade dentro dos departamentos envolvidos no desenvolvimento do painel de instrumentos era composta por uma mão de obra especializada na área metálica, pois o principal componente do painel, o seu corpo, era uma peça estampada e soldada.

Inicialmente, o projeto do produto do conjunto painel de instrumentos utilizou o conceito de um produto de arquitetura integral, isto é, cada elemento físico representado por uma peça ou componente executava um conjunto específico de funções que possuíam uma interação bem definida com outros elementos físicos (ULRICH e EPPINGER, 1995). Por exemplo, o corpo do painel estampado era soldado na carroçaria tornando-se parte integrante dela, sendo responsável não somente pela fixação dos demais componentes do painel a ele, mas também pela parte estrutural do veículo.

No início dos anos 80, os veículos projetados no Brasil e na Europa pela VW não utilizavam o conceito de uma arquitetura de produto modular para o conjunto painel de instrumentos, isto é, a modularidade de projeto ainda não era aplicada neste conjunto. Segundo Sako e Warburton (1999), o primeiro *cock pit* com painel de instrumentos integrado a pedaleira e coluna direção a ser modularizado na indústria automobilística foi em 1985 no modelo Omega da Opel.

É oportuno informar que os desenhos de produtos no projeto do painel de instrumentos da geração 1, ainda não se encontravam em formato eletrônico, ou seja, informações importantes estavam apenas desenhadas em papel e recursos importantes como CAD (*Computer Aided Design*) não eram disponíveis.

Os investimentos necessários para a produção do painel de instrumentos em equipamentos, ferramentas, dispositivos de montagem, dispositivos de controle etc, foram realizados pela montadora, e esses se concentravam basicamente nas áreas de estamperia, soldagem e montagem.

A montadora desenvolveu todo o projeto e a confecção das ferramentas e dos dispositivos de produção e controle de qualidade do painel de instrumentos em sua própria Ferramentaria. As manutenções das ferramentas e dispositivos também estavam sob a responsabilidade deste departamento.

Gol geração 2

No início da década de 90, a VW passou por uma situação de turbulência a partir da liberação comercial ocorrida no governo Collor. Com a abertura do mercado à importação de automóveis e autopeças, ocorreu a introdução de novos estilos e produtos, e novas tecnologias acirrando a competição dentro do mercado automobilístico brasileiro.

Em 1993, surgiu o conceito do carro popular e com isso o mercado automotivo sofreu um súbito *boom*, um crescimento na demanda de veículos devido ao segundo acordo automotivo firmado entre o governo e as montadoras com a concessão de benefícios como a redução de IPI e ICMS para a produção de veículos populares.

Em 1994, a VW do Brasil viveu um momento de reestruturação com a dissolução da Autolatina. Após sua separação da montadora Ford do Brasil, a montadora assumiu uma nova postura estratégica de atuação no Brasil, reiniciando maciços investimentos em novas fábricas e novos produtos.

Em meio a este ambiente conturbado, em 1994, a VW lançou o Gol segunda geração com uma grande re-estilização em sua carroçaria e seus principais componentes. Novos

processos de fabricação foram implementados com novas ferramentas, dispositivos e equipamentos nas unidades produtivas da montadora, buscando-se uma maior produtividade, qualidade e redução de custos. A modularidade foi adotada como uma opção para alcançar tais objetivos.

Com a evolução do Gol para sua segunda geração, iniciou-se o desenvolvimento do produto e processo do módulo painel de instrumentos de forma independente da carroçaria ou dos demais componentes do veículo.

A carroçaria do automóvel e o painel de instrumentos sofreram profundas alterações técnicas e de estilo para viabilizar a utilização da modularidade de processo. Os pontos de fixação do painel de instrumentos na carroçaria sofreram algumas mudanças conceituais, isto é, os pontos de fixação deixaram de ser soldados para serem parafusados. A carroçaria sofreu algumas adaptações para receber o módulo do painel de instrumentos completo na linha de montagem principal.

Com o desenvolvimento da modularidade de processo, o processo de montagem original do conjunto painel de instrumentos sofreu mudanças. Uma linha de pré-montagem foi concebida paralelamente à linha de montagem principal, em que todo o módulo painel de instrumentos era preparado e testado para avaliação de sua qualidade antes de sua introdução no veículo.

A utilização desta linha de pré-montagem gerou inúmeras vantagens como: diminuição do comprimento da linha principal e sua simplificação devido à retirada das operações de montagem dos componentes um a um no painel; melhoria da qualidade do automóvel devido aos pré-testes funcionais do módulo antes, melhor ergonomia para os operadores - por exemplo, na utilização de dispositivos específicos de montagem para fixação de componentes do painel de instrumentos, melhorando o acesso de ferramentas e a visualização das operações para o montador; e finalmente a diminuição do tempo total de montagem do veículo devido a utilização de atividades paralelas de montagem, tais como a pré-montagem do painel sendo executada ao mesmo tempo em que ocorre a montagem do veículo completo.

Mais uma vez, todo o projeto de produto e processo foi realizado internamente. Naquele momento, a montadora ainda acreditava que nenhum fornecedor possuía o domínio tecnológico e a capacidade para desenvolver o módulo painel de instrumentos de seu principal veículo, líder de vendas no mercado brasileiro. Os fornecedores (F1) e (F2) do Gol geração 1 deixaram de suprir a moldura do cluster e os dutos de ar para Gol segunda geração, devido à mudança do projeto, porém ainda continuaram a pertencer a base de fornecedores da VW do

Brasil suprindo outros componentes individuais que não pertenciam ao módulo painel de instrumentos.

Na segunda geração do Gol, o módulo painel de instrumentos passou a utilizar novos materiais que permitiram uma maior flexibilidade na definição do seu estilo e *design*. Intensificou-se a utilização de peças plásticas no acabamento interno do veículo. Dessa maneira, o processo de injeção de plásticos ganhou grande destaque no processo de manufatura do novo veículo.

A injeção de plástico se mostrava eficiente nos painéis injetados em outros veículos e passaria a ser adotada no Gol geração 2. A tecnologia de injeção de plástico proporcionava uma maior flexibilidade na escolha do formato do produto em relação ao processo de estampagem e soldagem para a construção de painéis mais modernos de acordo com a tendência do gosto dos usuários finais, além de apresentar outras vantagens tecnológicas como: redução de peso que proporcionava a redução no consumo de combustível do veículo, menor exigência dos motores, e das suspensões etc.

A mudança de material também mudou a qualificação necessária ao desenvolvimento de produto e processo do painel, passando de especialistas da área metálica para especialistas da área química e mecânica.

Os investimentos para produção do painel de instrumentos na segunda geração do Gol mudaram também de área de concentração, passaram da estamparia e soldagem para área de injeção de plásticos e montagem final. Assim como na primeira geração do Gol, todos ferramentais e dispositivos de controle e montagem da segunda geração foram desenvolvidos dentro da montadora.

Gol geração 3

Em 1997, o Brasil viveu um momento de grande crescimento no setor automotivo, houve um aumento na produção de veículo de 226,5% em relação a 1990 (HUMPHREY et al, 2000).

Nesta ocasião surgiu a segunda onda de migração das montadoras de automóveis para o Brasil: Mercedes Benz (Classe A), VW Audi (Golf, A3, caminhões, motores), BMW Land Rover (Defender), Chrysler (Dakota), Chrysler BMW (motores), GM (estamparia, autos, Celta), Ford (autos), Navistar (caminhões), Renault (Scenic, Megane, novo Clio), Fiat (motores, *pick up*, Palio), Iveco (caminhões leves), Toyota (Corola), Mitsubishi (*pick ups*), Honda (Civic). Associada a esta entrada de novas montadoras, a indústria de autopeças também se reestruturou com a entrada de novas empresas, seja através da instalação de novas

fábricas ou através de associações e aquisições de empresas nacionais para atender a demanda da produção de novos modelos de veículos.

Na época, a VW realizou maciços investimentos inaugurando três novas fábricas no Brasil, foram elas: VW ônibus e caminhões em Resende (RJ) em 1996, VW motores em São Carlos (SP) em 1996 e VW Automóveis em São José dos Pinhais (PR) em 1999.

A VW do Brasil passou a valorizar mais as metas de qualidade, produtividade e lucratividade do que a participação do mercado para fazer frente à nova configuração do mercado brasileiro.

O Gol em sua terceira versão foi lançado em 1999 para competir com os lançamentos das novas montadoras, com a expectativa de continuar se mantendo na liderança e sendo o principal produto da marca no Brasil.

Todo processo de produção deste veículo foi redesenhado, a utilização da automação dos processos produtivos se intensificou com o uso da microeletrônica e vários robôs foram instalados na linha de soldagem da carroçaria.

A organização da cadeia suprimentos passou a ser mais rigorosa, adotando-se a redução do número de fornecedores diretos baseados em critérios de qualidade, capacidade tecnológica de produto e processo, custos, prazos de entrega e localização dos centros de desenvolvimentos de novos produtos. A utilização de fornecedores para entregas de conjuntos pré-montados e módulos se intensificou.

As atividades de projeto passaram, então, a ser compartilhadas e mais integradas aos fornecedores, com a participação desses nas fases iniciais de concepção. A utilização da modularidade se intensificou com o sucesso da fábrica de ônibus e caminhões de Resende no Rio de Janeiro (Consórcio Modular).

Os projetos para o desenvolvimento de produtos passaram a utilizar os recursos como CAD (*Computer Aided Design*)/ CAE (*Computer Aided Engineering*)/ CAM (*Computer Aided Manufacturing*), de forma mais intensa dentro da montadora e nos fornecedores.

A carroçaria do Gol novamente sofreu alterações em seu *design*, principalmente nas áreas de maior visibilidade aos usuários (faróis, lanternas, grades, calotas, capô, revestimentos plásticos, bancos, painel de instrumentos etc). Entretanto, nos locais menos perceptíveis aos olhos do consumidor (plataforma, suspensão, freios etc) não houve mudanças. A interface entre a carroçaria e o módulo painel de instrumentos permaneceu a mesma do Gol geração 2, por exemplo, os pontos de fixação.

O Gol geração 3 confirmou a utilização do conceito do módulo painel de instrumentos na utilização dos veículos da marca nos novos lançamentos veiculares e o início da terceirização das atividades de projeto e produção deste módulo aos fornecedores.

A implementação estratégica da modularização da geração 3 do Gol foi comandada pelas áreas de Compras e Engenharia com o objetivo de reduzir custos, melhorar a ergonomia e otimizar a utilização de recursos tecnológicos dentro e fora da montadora. Embora o objetivo de reduzir os custos tenha sido enfatizado pela VW do Brasil, a montadora apresentou dificuldades de justificar a terceirização do módulo em uma base puramente financeira, devido à falta de uma metodologia padronizada para apontar os verdadeiros custos de uma montagem interna e externa com suas respectivas vantagens e desvantagens.

O fornecedor escolhido para o projeto e produção deste módulo estava localizado a cerca 80 km de distância da montadora e apresentava as seguintes características classificadas como importantes pela VW do Brasil: preços competitivos, qualidade e confiabilidade na entrega de produtos, capacidade de desenvolver projetos em *co-design*, além de ser uma empresa globalizada possuidora de um volume de capital considerável para suportar eventuais prejuízos por determinados períodos sem interromper o fornecimento.

É importante ressaltar que o contrato firmado entre a VW e o fornecedor passou a ser de exclusividade e longo prazo. Os preços praticados e as informações sobre fatores e índices que compõem os custos, como por exemplo custos de matéria-prima, mão-de-obra, transporte, índices e metas de produtividade, qualidade etc, foram definidos por critérios estabelecidos no contrato. O fornecedor atual do módulo painel de instrumentos do Gol terceira geração continua sendo o mesmo desde o seu lançamento, totalizando cinco anos de parceria com a VW do Brasil.

O processo de desenvolvimento do novo módulo painel de instrumentos do Gol em sua terceira geração contou com a participação do fornecedor nas fases iniciais do projeto, porém ainda de forma tímida e modesta, pois as aprovações de quaisquer propostas sugeridas tanto no projeto do produto como no processo de fabricação foram sujeitas a aprovações prévias da montadora antes de sua implementação. O domínio da tecnologia empregada no projeto do produto e produção do módulo ainda se encontrava dentro da montadora, porém deu-se início ao processo de transferência ao fornecedor. É oportuno também informar que a propriedade do projeto do produto continuou sendo da montadora assim como nas gerações anteriores.

A administração do desenvolvimento do projeto do produto do módulo painel de instrumentos sofreu transformações, as atividades que tradicionalmente pertenciam a VW do

Brasil começaram ser supridas pelo fornecedor marcando, desta forma, a transmissão mútua de habilidades e de conhecimentos.

Com a terceira geração do Gol, a fabricação dos componentes do painel de instrumentos e a linha paralela foram transferidas para o fornecedor (F3). A partir desta transferência, o fornecedor (F3) passou a ser responsável pela pré-montagem, testagem, entrega e seqüenciação dos módulos através do uso de *Kanban*. Embora a maior parte desta linha de pré-montagem tivesse sido delegada ao fornecedor, algumas atividades ainda permaneciam dentro da montadora, por exemplo a montagem da moldura do cluster, pois as restrições do projeto do produto e de processo impediram a delegação de todas as atividades de montagem ao fornecedor.

Durante a transferência do *know how* do processo de fabricação do módulo da VW ao fornecedor, os funcionários da montadora trabalharam conjuntamente com os funcionários do fornecedor no desenvolvimento do projeto do produto e projeto do processo de fabricação. Foi importante observar que alguns “segredos” profissionais eram mais comuns do que se poderia imaginar, especialmente no processo de transferência de atividades da montadora para o fornecedor, onde a manufatura exigia um razoável grau de organização e uma engenharia sofisticada. As diferenças entre o previsto, o projetado, o prescrito e o que se fazia no dia-a-dia ficou evidente nas questões levantadas durante o processo de transferência de tecnologia. Segundo os colaboradores da montadora, a discussão sobre o projeto e processo de fabricação com os principais interessados do fornecedor foi muito importante, pois havia uma diferença significativa entre projetar e colocar em prática. O projeto do processo, por mais detalhado que tenha sido, não conseguiu controlar ou prever uma série de variáveis de produção e o fornecedor passou por tais situações. A análise desta questão teve uma importância fundamental para a compreensão dos aspectos críticos da implementação da modularidade.

Dentro dos principais imprevistos discutidos pela montadora que interferiram na produção, foram citados: a falta de material, problemas de ajuste de máquinas, problemas nos dispositivos de montagem e controle, problemas de parada de linha, quebras de máquinas e ajustes de ferramentas. A importância dos “segredos” de cada peça injetada foi considerada grande devido a várias situações de produção que não estavam previstas nos projetos de processo de fabricação.

O fornecedor e a montadora realizaram conjuntamente as atividades de ajustes do ferramental e equipamentos, a avaliação do produto e tomaram as decisões de aprovação dos processos de injeção dos componentes e montagem do módulo painel de instrumentos.

O aprendizado do fornecedor de suas novas tarefas foi feito sob uma base *on the job*, em que a VW indicava os pontos mais importantes e críticos que poderiam afetar a qualidade do módulo painel de instrumentos. Os funcionários do fornecedor receberam um treinamento teórico específico para cada peça crítica do módulo, com a verificação e o esclarecimento de dúvidas, dos engenheiros de produto e processo da VW.

Com a terceirização das atividades de injeção e montagem parcial do módulo painel de instrumentos para o fornecedor, este passaria a ser responsável pelos processos de fabricação dos componentes e a montagem do módulo, com os seus próprios equipamentos, funcionários, redes de fornecedores e processo logístico.

Na ocasião, a VW sentiu necessidade de formar um novo grupo de profissionais capacitados para realizar o acompanhamento do desenvolvimento de novos produtos e processos no fornecedor, pois a montadora possuía colaboradores com muito conhecimento técnico no produto, porém com pouco conhecimento para integração entre fornecedor e montadora.

A terceirização exigiu um novo perfil profissional dentro da montadora, um profissional com capacidade integrar e coordenar o desenvolvimento de módulos e/ou conjuntos montados nos fornecedores. Isto não quer dizer que a especialização deixou de ser importante para a montadora, mas que o grau de especialização continuou sendo necessário até um certo limite, isto é, o funcionário da montadora deveria possuir um conhecimento suficiente para poder gerenciar um fornecedor especialista. Por exemplo, o profissional deveria entender bem sobre a soldagem por vibração de componentes plásticos, saber propor soluções gerais, mas não necessitaria entender sobre a reologia do material ou a composição detalhada e seus efeitos sobre a microestrutura do plástico.

A montadora também passou a exigir maior competência técnica e gerencial do fornecedor de produtos mais complexos como o painel de instrumentos, uma vez que o desenvolvimento, a manufatura e a entrega de módulos exigem muito mais recursos do que a manufatura de componentes individuais.

A comunicação entre VW e fornecedor se intensificou durante as fases de desenvolvimento do produto e processo de fabricação.

A montadora passou a definir a arquitetura do produto com as regras de projeto (definição de especificações, tolerância, condição de trabalho etc) do módulo para interagir de maneira eficiente dentro do veículo e para o fornecedor se especializar no projeto e processo de fabricação do módulo.

A repartição dos investimentos em equipamentos e ferramentas entre montadora e fornecedor foi realizada da seguinte maneira: todas as ferramentas de injeção foram projetadas e confeccionadas pela VW, sendo a manutenção delas de responsabilidade do fornecedor, e as injetoras de plásticos e os equipamentos da linha de montagem ficaram sob a responsabilidade do fornecedor.

Veículo	Data Lanç	Origem Projeto	Plataf	Montagem conjunto	Componente	Fabricação componente		Origem fornecedor	Camada
						Mont	Forn		
Gol G1	1980	VWBr	Brasil	Interna	Corpo Painel	VWBr			0
				Montagem pçs na linha principal	Tp Porta luvas	VWBr			0
					Mold Difusor	VWBr			0
					Mold Central	VWBr			0
					Mold Cluster		F1	Nacional	1
					Canal de ar		F2	Nacional	1
					Aplique Sup	NA	NA	NA	NA
Gol G2	1994	VWBr	Brasil	Interna	Corpo Painel	VWBr			0
				Montagem pçs na linha paralela (Pré montagem)	Tp Porta luvas	VWBr			0
					Mold Difusor	VWBr			0
					Mold Central	VWBr			0
					Mold Cluster	VWBr			0
					Canal de ar	VWBr			0
					Aplique Sup	NA	NA	NA	NA
Gol G3	1999	VWBr+ F3	Brasil	Externa	Corpo Painel		F3	Inglaterra	1
				Montagem air bag e mold cluster linha VWB	Tp Porta luvas		F3	Inglaterra	1
					Mold Difusor		F3	Inglaterra	1
					Mold Central		F3	Inglaterra	1
					Mold Cluster		F3	Inglaterra	1
					Canal de ar		F3	Inglaterra	1
					Aplique Sup		F3	Inglaterra	1

Tabela 1 – Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Gol

Legenda:

Fi: fornecedor i responsável pela fabricação do componente

VWBr: montadora responsável pela fabricação do componente

NA: item não aplicável

Camada: posição relativa do fornecedor na cadeia de suprimento automotivo

5.1.2 – Destaques do Caso Painel de Instrumentos – Gol

Impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos

Seleção de fornecedores

A participação efetiva de um fornecedor no desenvolvimento do produto e processo do módulo painel de instrumentos do Gol ocorreu somente em sua terceira geração, pois até este momento, os projetos de produto e processo eram desenvolvidos dentro da montadora.

A seleção do fornecedor do módulo painel de instrumentos foi realizada pela montadora brasileira sem a interferência de sua matriz na Europa.

As atividades de desenvolvimento do projeto do produto do Gol, na VW do Brasil, privilegiaram a escolha dos fornecedores instalados em território nacional, pois a integração entre a montadora e os fornecedores necessitavam ser mais estreitas, principalmente com um fluxo de informação permanente entre os diversos departamentos -Tecnologia do Produto, Qualidade, Manufatura, Compras, Assistência Técnica, Logística - da montadora e fornecedores durante a fase de desenvolvimento de um novo produto e processo.

Os principais critérios utilizados na escolha dos fornecedores estavam baseados na capacidade tecnológica de produto e processo, capacidade financeira para suportar eventuais perdas por determinados períodos sem afetar a linha de produção da montadora, histórico de qualidade, preços competitivos e confiabilidade nos prazos de entrega.

A globalização da competição no setor de autopeças pôde ser notada no módulo painel de instrumentos a partir da terceira geração do veículo Gol, dada a necessidade da maior capacitação tecnológica e financeira que um produto modular exige.

O módulo painel de instrumentos do Gol terceira geração apresentou um contrato de exclusividade e de longo prazo - seu prazo cobria o tempo de vida do módulo painel de instrumentos no veículo, desde que o fornecedor conseguisse atender as metas de qualidade, produtividade e custos firmados neste. O atual contrato de fornecimento deste módulo está completando cinco anos de idade.

O contrato de suprimento do módulo painel de instrumentos tem o período de duração superior aos contratos de componentes individuais, pois a produção de um módulo exige maior competência técnica e gerencial, melhor infra-estrutura de desenvolvimento do projeto e processo e maior investimento inicial para seu fornecimento em relação aos componentes individuais.

Os preços praticados entre a montadora e o fornecedor foram firmados por critérios definidos no contrato e por informações sobre fatores e índices que compõem os custos, por exemplo, custos de matéria-prima, mão-de-obra, transporte, índices e metas de produtividade, qualidade etc.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos

A montadora brasileira gerenciou o desenvolvimento do projeto do produto do conjunto ou módulo painel de instrumentos do Gol nas suas três gerações de maneira independente, sem a participação de sua matriz na Alemanha ou mesmo de fornecedores nacionais ou multinacionais. Toda atividade de desenvolvimento do produto em termos de planejamento e gerenciamento de engenharia nas fases de concepção, definição, modificação das especificações básicas (tolerância, material, normas, prescrições de ensaios), desenhos de peças ou componentes do painel de instrumentos foi realizada internamente.

Para isto a montadora possuía toda infra-estrutura necessária nas áreas de Engenharia, Qualidade, Metrologia, Laboratórios - Químico, Mecânico ou Elétrico -, Logística e Manufatura. A mão-de-obra especializada era desenvolvida dentro da empresa para garantir o domínio da tecnologia do produto e processo dos principais componentes do automóvel.

Na época, a montadora acreditava que o domínio da tecnologia de produto e processo do conjunto painel de instrumentos representava um diferencial competitivo dentro do mercado automotivo. Havia uma crença de que a montadora deveria reunir o maior número de atividades de projeto e processo possível dentro de suas instalações fabris, pois os fornecedores disponíveis apresentavam um histórico não muito confiável de qualidade, prazo de entrega e principalmente de competência tecnológica de produto e processo para o desenvolvimento do painel de instrumentos de um veículo.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Processo

Os projetos dos processos produtivos do conjunto e módulo painel de instrumentos nas duas primeiras gerações do Gol foram realizados integralmente pela montadora brasileira. Somente na terceira geração do Gol, esse projeto contou com a colaboração de um fornecedor multinacional localizado no Brasil e sem a participação de sua matriz.

O processo de adoção da modularidade adotado pela VW no veículo Gol em suas três gerações pode ser dividida em duas etapas, a seguir:

- Primeiramente, pela busca da otimização da produção dentro da linha de montagem principal do veículo, com a transformação do painel de instrumentos de um produto de arquitetura integral na primeira geração para um produto de arquitetura modular na segunda geração. Esta transformação possibilitou a inauguração de uma linha de pré-montagem dedicada ao painel, paralela a linha de montagem principal. Otimizou-se o processo de fabricação através da retirada de atividades da linha principal e obteve-se uma melhor ergonomia para os montadores (veículo Gol geração 1 para geração 2).
- A segunda etapa consistiu na transferência da linha de pré-montagem do módulo painel de instrumentos da montadora para o fornecedor. Cabe destacar que esta transferência ocorreu com uma supervisão intensiva da montadora (segunda para terceira geração do veículo Gol).

Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor

O trabalho identificou o crescente aumento da competência tecnológica do fornecedor no desenvolvimento do processo de fabricação do módulo painel de instrumentos do Gol. Os projetos de processo que eram desenvolvidos dentro da montadora passaram a ser gradativamente desenvolvidos externamente pelos fornecedores. Nesse movimento, nota-se a passagem do domínio tecnológico de processo do módulo da montadora para os fornecedores.

A consolidação da modularidade conduziu a mudanças no foco estratégico de cada um dos integrantes da cadeia automotiva, com a montadora atuando mais especificamente nas áreas de *design*, projeto do produto, qualidade e *marketing*, e o fornecedor assumindo novas atividades como montadora de módulo e se especializando nessa atividade.

O processo de desenvolvimento do produto do módulo painel de instrumentos trouxe consigo importantes lições sobre as novas atividades desenvolvidas com os fornecedores, principalmente sobre os novos rumos a serem tomados pela montadora na mudança do perfil de sua mão-de-obra que necessitava ser transformada de especialista de uma peça para uma mão-de-obra generalista integradora de módulos nos veículos. O processo de transformação ou a mudança de perfil dos trabalhadores da montadora ocorreu de maneira natural, através de treinamentos realizados dentro da VW ou pela saída de especialistas da empresa devido a aposentadorias e demissões ou pela contratação de novos funcionários. É importante ressaltar que a VW, atualmente, possui um quadro de aproximadamente 15 mil funcionários, bem inferior ao quadro do início dos anos 80 com 40 mil funcionários.

Divisão de Investimentos e Riscos Montadoras x Fornecedores

Somente na terceira geração do Gol houve uma divisão de investimentos e riscos entre a montadora e o fornecedor na produção do módulo painel de instrumentos, pois até então todas as atividades e os riscos no desenvolvimento de novos produtos e processos desde sua fase de concepção à sua produção eram assumidas integralmente pela montadora.

A terceirização da produção do módulo do painel de instrumentos propiciou a redução dos investimentos dedicados e específicos, por parte da montadora, necessários à produção através da eliminação de atividades e parte do processo produtivo até então desenvolvidos internamente. Essa redução dos investimentos se deu na linha de pré-montagem do módulo painel de instrumentos, nos equipamentos - tais como a máquina de injeção de plástico e a máquina de solda – nas ferramentas, nos laboratórios, na manutenção, na mão-de-obra operacional e administrativa e no espaço físico da produção de seus componentes.

Por outro lado, estes investimentos foram realizados pelo fornecedor aumentando os seus riscos operacionais. Estes riscos estavam relacionados ao alto investimento dedicado a um só modelo de veículo que poderia apresentar sucesso ou não em suas vendas e também a menor flexibilidade de adaptação dos recursos produtivos a outros modelos de veículos para outras montadoras.

Localização do Fornecedor

A localização do fornecedor do módulo painel de instrumentos do Gol - 80 km da fábrica Anchieta - determinou a necessidade de armazenagem do módulo nas instalações da montadora para minimizar o risco de parada da linha de montagem principal devido à falta do módulo painel de instrumentos e, também, para dar uma maior flexibilidade na variação da seqüência de montagem dos módulos nos veículos de acordo com as eventuais mudanças das programações de produção da montadora. É comum a montadora variar a programação da produção de veículos devido a problemas de falta de componentes ou de qualidade.

5.2 Caso: Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Polo

5.2.1 – Descrição do Caso

A VW do Brasil iniciou a produção de veículos de plataforma mundial a partir de 1999, com a inauguração da fábrica em São José dos Pinhais (PR) e a fabricação do veículo Golf da VW e A3 da Audi utilizando a mesma plataforma.

O terceiro modelo de veículo de plataforma mundial lançado no Brasil pela VW foi o Polo, em 2002, com o projeto do produto totalmente desenvolvido na VW AG.

A VW AG foi a unidade gestora do desenvolvimento do projeto e processo do veículo e de todos os seus componentes, desde sua fase de conceituação passando pelo desenvolvimento do projeto, detalhamento, testes, refinamentos e finalmente produção. Portanto, a VW AG foi e continua sendo responsável pelo gerenciamento de todo o projeto do produto do Polo. A participação da VW do Brasil estava resumida a informar a VW AG sobre alguns requisitos técnicos específicos do Brasil, como legislação, condições de rodagem, hábitos dos clientes brasileiros etc.

Com a produção do Polo na planta Anchieta, a VW do Brasil se integrou melhor na estrutura mundial de produção VW, mostrando, desta forma, a estratégia da montadora brasileira de substituição de seus produtos nacionais por mundiais, mesmo que o produto nacional, no caso o Gol, ainda se apresente como líder do mercado em seu segmento de atuação devido a falta de competitividade deste a médio prazo.

A escolha do fornecedor do módulo painel de instrumentos foi definida na fase inicial do projeto do produto do veículo pela VW AG na Europa, para possibilitar o seu desenvolvimento de forma simultânea ao desenvolvimento do automóvel.

A VW AG exigia que o desenvolvimento deste módulo fosse realizado por um fornecedor com grande competência tecnológica para projetar os componentes com alta tecnologia (eletrônica, composição de material etc), possuidor de um profundo *know how* de processo e com capacidade de fornecer produtos com os mais altos padrões de qualidade, não somente em termos de baixo índice de defeitos, mas também em termos de integridade do produto. O fornecedor necessitaria ter, além disso, uma boa estrutura na área de P&D com mão-de-obra especializada, qualificada e competente para possibilitar a inovação do painel de instrumentos. Outro fator importante na definição do fornecedor estava relacionado a sua capacidade financeira para atuar em escala global juntamente com a montadora no projeto e processo de fabricação do módulo painel de instrumentos.

A VW AG definiu a escolha dos subfornecedores dos principais componentes do módulo painel de instrumentos utilizando os mesmos critérios e procedimentos usados para a seleção do fornecedor do módulo.

Com a escolha dos sub-fornecedores sendo realizada pela montadora, esta se responsabilizava pela negociação dos preços e condições de entrega dos componentes para o fornecedor do módulo. Na negociação a montadora obtinha todas as informações de produto e processo necessárias sobre cada componente para formação de seu preço.

O desenvolvimento do produto e processo do módulo painel do Polo envolveu uma aliança da VW AG com o seu fornecedor e subfornecedores em escala mundial.

A VW do Brasil não participou do processo de seleção e definição do fornecedor do módulo, mesmo sabendo que a produção dele ocorreria no país.

O objetivo da terceirização do desenvolvimento do produto e processo do módulo painel de instrumentos pela VW AG ao fornecedor era viabilizar o lançamento de um novo veículo com um montante limitado de capital. A terceirização possibilitou a redução dos custos de desenvolvimento de produto através da utilização da especialização do fornecedor e da diminuição do uso dos recursos de mão de obra interna na área de Tecnologia de Produto, Manufatura, Qualidade, Laboratório de Ensaios e diversos outros departamentos de apoio. Dentro da área de produção, os principais objetivos estavam relacionados à redução de investimentos em novas instalações produtivas, melhoria do processo de fabricação, redução do número de componentes a serem montados na linha de montagem principal da montadora, melhoria da qualidade do veículo através dos pré-testes funcionais do módulo antes de sua instalação do veículo, ajustes dos ferramentais, redução da área produtiva dentro da montadora e redução da estrutura de apoio como manutenção de equipamentos e ferramentas.

Desta forma, o processo de desenvolvimento do projeto do produto do módulo painel de instrumentos do Polo foi realizado de forma conjunta entre a VW AG e a matriz do fornecedor (F4) localizado na Europa. O contrato de compras firmado entre as duas partes estabelecia a exclusividade de fornecimento do módulo painel de instrumentos para o veículo Polo em escala global e de longo prazo.

Neste projeto de desenvolvimento de produto e processo, a VW AG fornecia apenas os requisitos de projeto do módulo (condições de contorno das interfaces com o veículo, sua performance, custos objetivos, requisitos de qualidade, normas de segurança, legislação veicular, matéria-prima etc) responsabilizando o fornecedor pelo desenvolvimento do projeto desde a sua concepção até o processo de fabricação. Portanto, as atividades de desenvolvimento de produto e processo do módulo painel (concepção do produto, projeto do produto, desenvolvimento de ferramental, desenho de produto, projeto do processo de fabricação) foram centralizadas nas matrizes da montadora e do fornecedor.

A divisão das atividades de projeto entre a VW AG e o fornecedor propiciou a diminuição do prazo de lançamento do Polo, pois a montadora pôde desenvolver o módulo painel de forma simultânea ao veículo sem a utilização dos recursos de projeto em termos de mão-de-obra especializada e equipamentos disponíveis nos departamentos de Tecnologia do Produto, Qualidade, Manufatura e Laboratórios de Ensaios.

As atividades da subsidiária do fornecedor e da montadora localizadas no Brasil ficaram resumidas aos trabalhos de adaptação do produto (engenharia aplicada) ou do projeto do processo e produção de acordo com as condições locais (qualidade, demanda, automação, mão-de-obra etc).

O processo de transferência de informações entre as matrizes e as subsidiárias brasileiras no desenvolvimento do produto e processo foi realizado através do intercâmbio técnico com as visitas de engenheiros da VW do Brasil e do fornecedor (F4) em suas matrizes durante todas as fases de desenvolvimento e principalmente de forma mais intensa na fase de ajustes dos processos produtivos (ferramentais, dispositivos de controle e montagem, linha de produção etc) e aprovação dos mesmos. Todos projetos para o desenvolvimento de produto utilizaram os recursos de CAD / CAE / CAM de forma intensa, facilitando a comunicação dentro da montadora e fornecedores (matrizes e filiais) e também entre montadora e fornecedores.

Em relação à produção do módulo painel de instrumentos do Polo no Brasil, o fornecedor (F4) adquiriu um novo prédio vizinho à fábrica VW Anchieta, antiga Ala 18 da montadora, com uma área de 13 mil m² onde instalou toda infra-estrutura produtiva necessária para a injeção de componentes plásticos do painel de instrumentos e a sua montagem com 250 funcionários. É oportuno informar neste ponto que esta fábrica adquirida pelo fornecedor (F4) para a produção do módulo painel de instrumentos do Polo também fornece outros produtos para outras montadoras a fim de viabilizar a sua operacionalização, dado que o nível de investimentos necessários em ativos específicos de produção se mostrava muito elevado, por exemplo, equipamentos de injeção de plástico com capacidade superior a mil toneladas, máquina de fragilização a laser etc, para o fornecimento de apenas um produto para uma única montadora.

A proximidade da fábrica do fornecedor (F4) em relação à montadora possibilitou a redução de custos logísticos de transporte e armazenamento, uma maior flexibilidade de adaptação aos pedidos de reprogramação de entrega da montadora, e principalmente na prestação de serviços da área de assistência técnica do fornecedor em casos de quebra de qualidade na produção. É importante lembrar que o módulo painel de instrumentos apresentou um tamanho e volume elevado e uma complexidade do produto muito maior que um simples componente, exigindo desta forma um sistema logístico mais eficiente e uma assistência técnica de melhor qualidade.

Esta proximidade otimizou a eficiência no sistema de entrega do módulo através de menor tempo de transporte, menor quantidade de módulos por entrega, menor espaço de armazenamento na montadora e menor risco de parada da linha de montagem do veículo.

Na produção do módulo painel de instrumentos do Polo no Brasil, o fornecedor (F4) iniciou o seu processo de transferência de atividades de fabricação dos componentes do painel de instrumentos para os seus fornecedores (F5 e F6), gerando desta forma o surgimento da segunda camada de suprimento. Ressalta-se que estes fornecedores da segunda camada são também fornecedores multinacionais que atuam na Europa.

A administração da produção, logística e qualidade da segunda camada de fornecimento ficou sob a responsabilidade do fornecedor (F4), conforme descrição contratual estabelecida entre a VW do Brasil e o fornecedor do módulo.

Dentro da montadora, a VW AG projetou a carroçaria do Polo para receber o módulo painel de instrumentos montado do fornecedor para sua inserção na linha de montagem principal. Este conceito de montagem previa que os pontos de fixação do módulo fossem mantidos constantes durante as futuras modificações que poderiam vir a ocorrer nas futuras mudanças de estilo ou *design* nos *face lifts* anuais do veículo.

A introdução do Polo de plataforma mundial trouxe consigo lições importantes no desenvolvimento de produtos e processos do módulo painel de instrumentos. A utilização de um único projeto de produto e processo do painel desenvolvido na VW AG possibilitou a utilização da economia de escala, devido à diluição dos custos de desenvolvimento em um maior volume de veículos produzidos em diferentes países. Por exemplo, o ferramental de injeção do corpo do painel foi desenvolvido uma única vez pela mesma Ferramentaria para diferentes países onde o veículo seria produzido. O primeiro jogo de ferramentas foi desenvolvido para a VW Pamplona (Espanha), onde todos os ajustes e correções no projeto do molde e no ferramental foram realizados nas primeiras peças produzidas, e os parâmetros de injeção, posicionamento dos bicos de injeção de plástico no molde, saídas de gases, fluxo de material no ferramental e outros itens foram testados em condição de produção. O segundo jogo de ferramentas que foi produzido para o Brasil necessitou de um prazo menor devido ao conhecimento acumulado das experiências anteriores, gerando desta forma uma redução do tempo de lançamento do veículo no mercado nacional.

Outra vantagem na utilização de projetos padronizados estava na possibilidade de acessar outra fonte de fornecimento em caso de indisponibilidade de peças no local de produção do veículo. Por exemplo, a ferramenta de injeção do corpo do painel localizado no Brasil possuía uma capacidade de 1000 pç/dia, com um consumo previsto de 700 pçs/dia; na

Europa existiam mais duas ferramentas iguais com a mesma capacidade, e consumo previsto de 1500 pç/dia. Caso houvesse falta de peças na Europa, o Brasil poderia fornecer e vice-versa.

Em relação à mão de obra, as novas atividades desenvolvidas conjuntamente com os fornecedores exigiram que a montadora mudasse o perfil de seus colaboradores que necessitava ser transformado de especialista de uma peça para um generalista integrador de módulos nos veículos.

Todo o investimento necessário ao desenvolvimento do projeto e confecção do ferramental ficou sob a responsabilidade da montadora, enquanto a manutenção destes foi assumida pelos fornecedores.

Por outro lado, a utilização de um único projeto poderia também encarecer um produto devido a uma menor flexibilidade de ajuste do projeto do produto para as necessidades locais, por exemplo, a especificação funcional do produto quanto a temperatura de trabalho do painel de instrumentos entre -35 a 110 graus Celsius definida na norma da VW AG para utilização de veículos na Europa, o Brasil não apresenta condições climáticas para uma especificação funcional tão rigorosa como definida nesta norma.

Em relação à flexibilidade para mudanças ou adaptações do produto às condições brasileiras, estas necessitam ser aprovadas pela VW AG, pois ela é a unidade responsável pela centralização e gerenciamento de todas as informações referentes ao veículo Polo. Esta centralização acarretou em uma perda de autonomia decisória no desenvolvimento do produto e processo da VW do Brasil. É interessante notar que isto tornou o processo de modificação do produto muito mais burocrático, moroso e lento causando uma perda de agilidade da subsidiária brasileira. Por exemplo, uma modificação poderia demorar mais de 6 meses até a sua implementação devido a necessidade de análise mais profunda da matriz sobre os impactos que esta modificação poderia causar em diferentes mercados.

Outra desvantagem na utilização de projetos padronizados do módulo painel foi em relação ao volume de produção, como o projeto dos processos foi concebido nas matrizes, a utilização da automação podia ser justificada pelos volumes previstos inicialmente e também pelos custos da mão-de-obra na Europa, porém o que se encontrou no Brasil foi uma grande necessidade de adaptação dos processos às condições locais, com um volume muito menor que o inicialmente previsto e uma mão-de-obra muito mais barata que a europeia. Outra dificuldade encontrada durante a implementação dos processos produtivos no fornecedor estava relacionada à importação de componentes dos equipamentos para manutenção sem similares no Brasil. Por exemplo, alguns equipamentos utilizados na produção do painel eram

projetados sob encomenda na Europa, portanto não apresentando peças similares de reposição em caso de quebra ou desgaste no mercado nacional.

Veículo	Data Lanç	Origem Projeto	Plataf	Montagem conjunto	Componente	Fabricação componente		Origem fornecedor	Camada
						Mont	Forn		
Polo	2002	VW AG + Fornec Matriz	Mundial	Externa	Corpo Painel		F4	França/Alemanha	1
					Tp Porta luvas		F5	Portugal	2
					Mold Difusor		F6	Portugal	2
					Mold Central		F6	Portugal	2
					Mold Cluster		F5	Portugal	2
					Canal de ar		F4	França/Alemanha	1
					Aplique Sup		F4	França/Alemanha	1

Tabela 2 – Módulo Painel de Instrumentos – Veículo Polo

Legenda:

Fi: fornecedor i responsável pela fabricação do componente

VWAG: montadora responsável pela fabricação do componente (VW Alemanha)

Camada: posição relativa do fornecedor na cadeia de suprimento automotiva

5.2.2 – Destaques do Caso – Painel de Instrumentos Polo

Impactos no Desenvolvimento de Novos Produtos e Processo

Seleção de Fornecedores

A escolha do fornecedor foi realizada pela VW AG sem a participação da montadora brasileira no processo decisório de definição da fonte de fornecimento.

A centralização do projeto do produto na Europa impossibilitou a participação dos fornecedores nacionais no projeto de desenvolvimento do módulo painel de instrumentos do Polo, não só pelos critérios de capacitação financeira e tecnológica, mas também pela grande distância física entre o Brasil e a Europa.

O fornecedor escolhido supriria o módulo painel de instrumentos para a montadora em escala mundial através do *global sourcing* ou *follow sourcing*. No Brasil, adotou-se o *follow sourcing* para o fornecimento deste módulo, uma vez que o fornecedor escolhido já possuía uma instalação produtiva em território nacional.

O módulo painel de instrumentos apresentou um contrato de exclusividade e de longo prazo - sua validade cobriria o tempo de vida do módulo painel no veículo, desde que o fornecedor conseguisse atender as metas anuais de melhoria de qualidade, produtividade e redução de custos firmados neste. O atual contrato de fornecimento deste módulo está completando um ano de idade no Brasil.

Os contratos de suprimento de módulos tiveram o período duração superior aos contratos de componentes individuais, pois estes exigiam uma maior competência técnica e gerencial do fornecedor de produtos mais complexos e uma melhor infra-estrutura de desenvolvimento do projeto e processo, enfim muito mais recursos financeiros e tecnológicos do que o fornecimento de componentes individuais.

Os preços praticados entre a montadora e o fornecedor foram definidos por critérios estabelecidos no contrato e por informações sobre fatores e índices que compõem os custos. O fornecedor ficava obrigado a disponibilizar a planilha de custos para a montadora para avaliação e análise crítica, por exemplo, os custos da matéria-prima, da mão-de-obra e do transporte, os índices e as metas de produtividade, a qualidade etc. O poder de barganha e de manipulação dos custos no fornecedor se encontrou muito limitado devido ao nível de informação exigido pela montadora.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos

O presente trabalho identificou maior competência tecnológica do fornecedor no desenvolvimento do módulo painel de instrumentos do que da montadora. É importante relatar que dentro de um processo de modularização, as competências exigidas pelas montadoras passaram a ser cada vez maiores para viabilizar a delegação de uma maior proporção do projeto, da produção e montagem de componentes aos fornecedores.

A especialização do fornecedor possibilitou uma maior competência deste no processo de fabricação do módulo, com a introdução de novas tecnologias de processo como a fragilização a laser através de micro furos no corpo do painel no local de atuação do *air bag*. Esta inovação foi possível devido ao grande número de experimentos realizados pelo fornecedor na área de P&D.

A utilização de plataformas mundiais com projetos desenvolvidos e centralizados nas matrizes da montadora e fornecedores gerou uma falta de flexibilidade de atuação da engenharia de produto local para adaptações necessárias no módulo no mercado local.

A VW do Brasil não possuía autonomia para realizar qualquer modificação no produto sem aprovação da VW AG, tornando a necessidade de adaptação do veículo às condições

nacionais um processo lento e burocrático, reduzindo, dessa maneira a velocidade de implementação de mudanças ao mercado local.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Processos

O processo de adoção da modularidade adotado pela VWAG no veículo Polo foi realizado na fase de sua concepção, portanto o painel de instrumentos do Polo já foi desenvolvido utilizando o conceito de um produto de arquitetura modular.

O módulo painel de instrumentos foi concebido na fase de projeto para utilizar uma linha de pré-montagem dedicada ao painel no fornecedor. Otimizou-se o processo de fabricação do veículo através da retirada de atividades da linha principal e obteve-se uma melhor ergonomia para os montadores.

Toda linha de pré-montagem do módulo painel de instrumentos foi projetada pelo próprio fornecedor na Europa sem interferência da VW AG, caracterizando desta forma o domínio daquele sobre a tecnologia no processo de fabricação do módulo.

Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor

O processo de desenvolvimento do produto do módulo painel de instrumentos em uma plataforma mundial trouxe consigo importantes lições sobre as novas atividades desenvolvidas com os fornecedores (matriz e filial) e com a matriz da montadora.

A divisão de atividades entre as matrizes e filiais, tanto na montadora como nos fornecedores, centralizou as atividades de maior conteúdo técnico (conceito, definição de produto, P&D, design, desenho do produto etc) em suas matrizes deixando as subsidiárias com as atividades essencialmente operacionais. Esta divisão de trabalho ocorreu nas fases iniciais do desenvolvimento do produto e processo do módulo painel de instrumentos.

Portanto, com a modularização do painel e a utilização de um projeto de plataforma mundial, a VW do Brasil perdeu vários postos de trabalho importantes nas áreas de desenvolvimento de novos produtos (engenharia de produto, laboratórios de testes e validação de veículos, estilo e *design*, gestão de projetos) e na produção com a terceirização das atividades de montagem do módulo e automação dos processos fabris do veículo.

A consolidação deste novo conceito conduziu a mudanças no foco estratégico de cada montadora, com a matriz atuando mais nas áreas de *design*, projeto do produto, qualidade e *marketing*, e a filial adaptando os produtos e processos a condições nacionais.

A mesma situação ocorreu dentro dos fornecedores, isto é, a matriz assumiu as novas atividades de projeto do módulo em *codesign* com a matriz da montadora e deixou às suas filiais a adaptação dos processos e do módulo às condições nacionais.

Nesta situação, as duas filiais, da montadora e dos fornecedores, deixaram de ter autonomia na mudança do produto ou processo do módulo painel de instrumentos.

Outro ponto importante na divisão de atividades entre montadora e fornecedor se relacionou à mudança na capacitação de cada um dos integrantes da cadeia automotiva. O fornecedor necessitou melhorar a sua capacitação para o gerenciamento da segunda camada de fornecedores, melhorar a capacitação tecnológica em engenharia do produto e processo, o gerenciamento de qualidade e a assistência técnica de produtos mais complexos. A montadora necessitou mudar o perfil de seus funcionários de especialistas de peças para integradores de módulos.

Divisão de Investimentos e Riscos Montadora x Fornecedor

A terceirização do módulo painel propiciou a redução dos investimentos dedicados e específicos, por parte da montadora, necessários à sua produção através da eliminação de atividades e de parte do processo produtivo até então realizados internamente na montadora. A redução nos investimentos ocorreu em escala global, mais precisamente nos locais onde seriam produzidos os veículos Polo pela VW - República Tcheca, Espanha, China, Brasil e África do Sul - e essa redução se deu na linha de pré-montagem do módulo painel de instrumentos, nos equipamentos (máquina de injeção de plástico e máquina de solda), nas ferramentas, nos laboratórios, na manutenção, na mão-de-obra operacional e administrativa e no espaço físico na produção de seus componentes.

Houve um compartilhamento dos riscos operacionais entre montadora e fornecedor, pois os investimentos dedicados a um módulo de um único modelo de veículo que poderia ser sucesso de vendas ou não em cada país representava uma aposta ousada do fornecedor.

Localização do Fornecedor

A localização do fornecedor do módulo painel de instrumentos do Polo nas imediações da fábrica Anchieta promoveu uma redução nos custos logísticos envolvidos na produção. Os principais ganhos puderam ser representados pelos custos de transporte e armazenagem, dado que o módulo painel de instrumentos apresenta um elevado volume.

A proximidade também promoveu uma maior flexibilidade e facilidade de reprogramação e adaptação da produção às flutuações de demanda da montadora, devido a maior rapidez e confiabilidade das informações e de menores prazos de entrega.

A menor distância possibilitou uma melhor assistência técnica por parte do fornecedor devido à velocidade de atendimento das necessidades da montadora.

5.3 – Análise dos Casos – Módulo Painel de Instrumentos

Seleção de Fornecedores

A pesquisa nos dois casos estudados mostrou que a definição da escolha do fornecedor do módulo ocorria nas fases iniciais do desenvolvimento do produto e processo, mais especificamente durante a fase de conceituação do veículo.

A VW do Brasil, por ser a sede do projeto deste veículo, possuía a autonomia necessária para definir a fonte de fornecimento do módulo painel de instrumentos do Gol terceira geração sem a interferência de sua matriz na Alemanha. A necessidade de uma intensa comunicação durante a fase de desenvolvimento do novo produto e processo entre a montadora e o fornecedor privilegiou a escolha de um fornecedor localizado nas proximidades da montadora brasileira. A mesma situação ocorreu no processo de escolha do fornecedor do módulo painel de instrumentos do Polo, cuja sede de projeto era VW AG.

Nos dois casos estudados, a proximidade entre as sedes dos projetos da montadora e do fornecedor foi considerada como um fator decisivo no processo de seleção dos fornecedores destes módulos. Além disso, outros aspectos relacionados ao histórico de qualidade, capacidade financeira, capacidade tecnológica de produto e processo, prazos de entrega e preços praticados foram também considerados.

A globalização dos fornecedores também pôde ser sentida dentro do processo de modularização do painel de instrumentos através da verificação da intensificação da utilização de fornecedores multinacionais conforme indicação do gráfico abaixo:

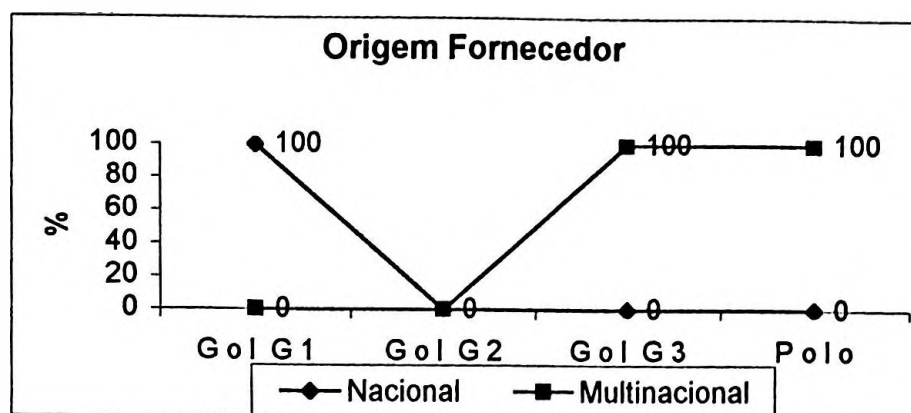


Gráfico 1 – Origem dos Fornecedores – Módulo Painel de Instrumentos

Os contratos de fornecimento do módulo painel de instrumentos do Polo e Gol foram de longo prazo - cobriam o período de vida do produto - e de exclusividade. Esses também firmavam as metas de custos, qualidade e produtividade a serem alcançadas ao longo dos anos para a sua manutenção. Para o acompanhamento das metas, a montadora realizava o acompanhamento da planilha de custos do módulo e de seus indicadores de qualidade e produtividade através dos relatórios requisitados aos fornecedores. O poder de manipulação dos preços dos fornecedores se encontrava bastante limitado, uma vez que a montadora possuía todas as informações necessárias para a negociação dos preços praticados.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Origem do fornecedor	Nacionais	Sem fornecedor	Multinacional	Multinacional
Autonomia p/ escolha do fornecedor	Independência da VW AG	Independência da VW AG	Independência da VW AG	Dependência da VW AG
Definição do fornecedor	VW Br	VW Br	VW Br	VW AG
Duração do contrato	Contrato padrão	Sem fornecedor	Período de vida produto	Período de vida produto

Tabela 3 – Resumo Seleção de Fornecedores

Estratégia de desenvolvimento de novos produtos

Houve uma mudança significativa na estratégia de desenvolvimento do produto painel na VW do Brasil ao longo dos últimos anos conforme a pesquisa realizada no veículo Gol.

As atividades de desenvolvimento do projeto de produto que eram realizadas internamente na montadora brasileira na primeira e segunda geração do Gol passaram a ser gradativamente transferidas ao fornecedor no Gol terceira geração. Esta passagem de

atividades da montadora ao fornecedor foi viabilizada pela transformação do conjunto painel de instrumentos no módulo painel de instrumentos.

Com a divisão das atividades de desenvolvimento de produto entre montadora e fornecedor, a montadora passou a centralizar os seus recursos e esforços no desenvolvimento da arquitetura do produto, estabelecendo as regras de projeto para a integração do módulo ao veículo, e o fornecedor a se especializar no desenvolvimento deste.

Em 2002, o desenvolvimento do módulo painel de instrumentos do Polo mostrou, de forma clara, que a montadora deixava de desenvolver o projeto do produto do módulo, delegando esta atividade ao fornecedor. O domínio da tecnologia de produto e processo do módulo passou a ser maior por parte do fornecedor devido a sua especialização. A montadora acreditava que a melhor forma de manter a competitividade tecnológica do veículo era através da delegação de atividades de desenvolvimento de produto e processos na forma de módulos aos fornecedores.

A rota de modularização do projeto do painel de instrumentos adotada pela montadora pode ser descrita na figura abaixo:

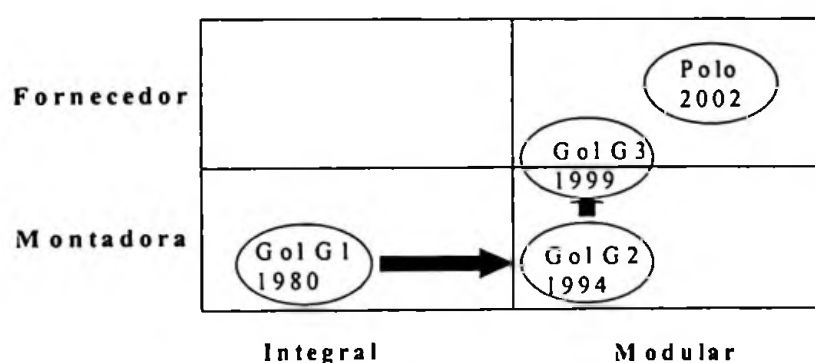


Figura 4 – Modularidade e Outsourcing

Projeto do Painel de Instrumentos Gol e Polo

Fonte: Adaptado de Sako e Murray (1999)

É importante destacar que o grau de autonomia de desenvolvimento de novos produtos da montadora brasileira em relação aos módulos painel de instrumentos dos veículos Polo e Gol estava diretamente relacionada ao conceito de sede de projeto. A sede de projeto do veículo Gol é a montadora brasileira, portanto ela possuía total autonomia para realização de qualquer modificação no módulo painel do Gol sem a interferência da VW AG. Por outro lado, a sede do projeto do veículo Polo é a VW AG impedindo, desta forma, qualquer modificação do módulo do Polo sem a prévia autorização da mesma.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Arquitetura do produto	Integral	Modular	Modular	Modular
Plataforma	Nacional	Nacional	Nacional	Mundial
Sede do Projeto	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	VW AG
Responsável projeto produto conj./módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz fornecedor
Autonomia no projeto p/ modificação	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Dependente da VW AG

Tabela 4 – Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Produto

Estratégia de desenvolvimento de novos processos

A modularização do painel de instrumentos do Gol visava a otimização do processo de montagem do veículo através da retirada de atividades de sua linha principal e a obtenção de uma melhor ergonomia para os operadores. Estes objetivos foram alcançados com a inauguração de uma linha de pré-montagem do painel na segunda geração do Gol.

A possibilidade de redução de custos através da terceirização das atividades de montagem do módulo painel de instrumentos do Gol terceira geração levou a montadora delegar a maior parte destas ao fornecedor. As restrições do projeto do produto e de processo - por exemplo, montagem do cluster do painel de instrumentos - impediram a delegação de total destas atividades.

No veículo Polo, o projeto do processo de fabricação do módulo foi realizado pelo próprio fornecedor na Europa sem a interferência da VW AG. Portanto, a montadora assumiu a postura de não mais realizar a montagem do módulo dentro de suas instalações fabris tanto na Europa como no Brasil.

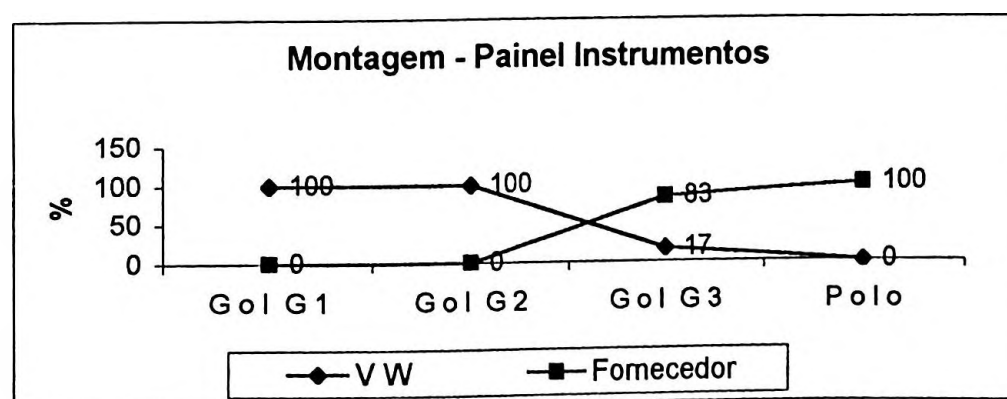


Gráfico 2 – Responsabilidade de Montagem do Painel de Instrumentos Montadora x Fornecedor

Outros pontos importantes estavam relacionados à fabricação dos componentes do conjunto / módulo painel de instrumentos que deixaram de ser produzidos pela montadora ao longo das três gerações do Gol e o surgimento da segunda camada de fornecimento de itens importantes do painel de instrumentos.

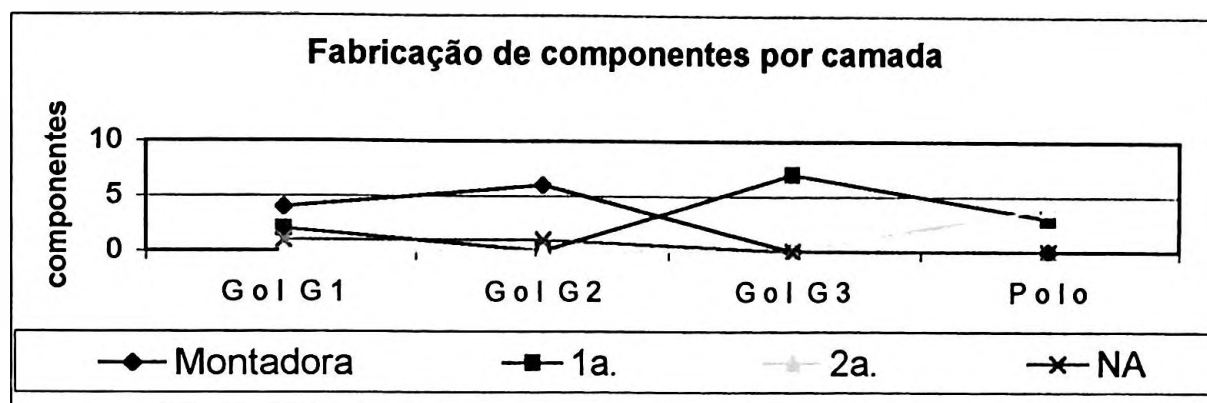


Gráfico 3 – Fabricação de Componentes por Camada

O processo de fabricação do painel de instrumentos do Polo concebido na Europa por seu fornecedor foi testado e ajustado em sua fábrica como um projeto “piloto” antes de sua aprovação final e utilização como modelo para outras fábricas (filiais). A idéia principal da utilização de processos padronizados por suas filiais estava baseada na replicação da organização do trabalho, no gerenciamento dos recursos humanos (treinamento), no conhecimento acumulado das experiências realizadas e na padronização (métodos e procedimentos de trabalho, documentação, equipamentos) gerando maior velocidade de implementação do processo produtivo.

A delegação do processo de montagem dos módulos nos dois veículos aos fornecedores diminuiu a necessidade da área fabril dentro da montadora.

A rota de modularização do processo do painel de instrumentos adotada pela montadora pode ser descrita na figura abaixo:

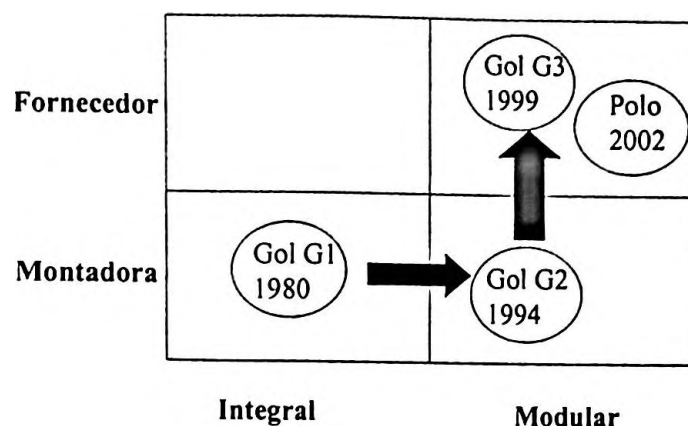


Figura 5 – Modularidade e Outsourcing

Processo do Painel de Instrumentos Gol e Polo

Fonte: Adaptado de Sako e Murray (1999)

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Processo de montagem	Linha principal do veículo	Linha pré-montagem na montadora	Linha pré-montagem no fornecedor	Linha de pré-montagem no fornecedor
Responsável projeto do processo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil e fornecedor	Matriz do fornecedor
Autonomia no processo p/ modificação	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Dependente de autorização matriz do fornecedor

Tabela 5 – Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Processo

Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor

A modularidade propiciou a divisão de atividades no desenvolvimento de novos produtos e processos entre a montadora e o fornecedor.

Dentro do desenvolvimento do projeto do módulo painel de instrumentos, a montadora assumiu a responsabilidade pela definição das regras do projeto do produto, regras estas que estabeleceram e especificaram quais as funções do módulo, suas interfaces e interações com a carroçaria, padrões de qualidade, padrões desempenho, normas e legislações de trânsito, e outras especificações gerais. E os fornecedores trabalharam na definição dos parâmetros de projeto interno do módulo painel de instrumentos.

Com esta divisão de trabalho, a montadora descentralizou o desenvolvimento de novos projetos, delegando várias de suas atividades aos seus fornecedores e assumiu um papel de gerenciador e integrador de módulos, enquanto os fornecedores se especializaram no projeto e na fabricação do módulo painel de instrumentos.

Este aumento da competência tecnológica de projeto e processo dos fornecedores propiciou o domínio e controle da tecnologia e engenharia do módulo painel de instrumentos em relação à montadora.

A modularização exigiu que os fornecedores adquirissem novas habilidades e capacidade para o fornecimento do módulo como: gerenciamento de projetos, gerenciamento da segunda camada de fornecimento, maior conhecimento tecnológico e capacidade de engenharia de produto e processo, habilidade na integração de peças e componentes, especialização em qualidade, e garantia e assistência técnica.

Houve uma diminuição do escopo de trabalho da montadora no desenvolvimento do produto e processo do módulo painel de instrumentos e os fornecedores passaram a exercer um papel de maior responsabilidade em termos de projeto do produto, desenvolvimento tecnológico e a montagem do módulo.

Por outro lado, os fornecedores passaram a ter um faturamento maior devido ao maior valor agregado em seus produtos vendidos a montadora.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Projeto do produto do veículo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	VW AG
Projeto do produto do conjunto/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor
P&D produto e processo conj/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor

Tabela 6 – Resumo Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor

Divisão de investimentos e riscos montadora x fornecedor

A retirada de várias operações de montagem da linha principal da montadora através da utilização de linhas paralelas responsáveis pela pré-montagem do módulo painel de instrumentos e a delegação destas aos fornecedores, possibilitou a montadora repassar aos seus fornecedores diretos uma parte dos riscos, investimentos diretos, custos e despesas necessárias à produção. Porém os investimentos em ferramentais, nos dois casos estudados, foram realizados pela própria montadora brasileira.

Em relação ao desenvolvimento de novos projetos, a modularidade propiciou a eliminação dos custos e riscos diretos necessários à P&D de produtos, por parte da montadora, que poderiam não ser lançados no mercado automobilístico.

A montadora procurou reduzir o investimento necessário na montagem do veículo para minimizar os riscos, responder de forma mais flexível à mudança no volume de produção, aumentar a velocidade de mudança de modelos, melhorar os equipamentos e minimizar os custos sociais de trabalho em caso de alguma crise.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Ferramental	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil
Processo de fabricação do conj/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Fornecedor
P&D produto e processo conj/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor

Tabela 7 – Resumo Divisão de Investimentos e Riscos

Localização dos fornecedores

A proximidade do fornecedor do módulo painel de instrumentos em relação à montadora aumentou a flexibilidade e facilidade de reprogramação e adaptação da produção às flutuações de demanda da montadora, devido a maior rapidez e confiabilidade no fluxo de informações diminuindo os prazos de entrega. Além disso, a proximidade reduziu os custos logísticos associados ao transporte e armazenagem.

A menor distância promoveu uma melhor assistência técnica por parte do fornecedor devido a maior velocidade de atendimento aos problemas de qualidade dentro da montadora.

5.4 – Caso: Conjunto Porta - Veículo Gol

5.4.1 – Descrição do Caso

Gol geração 1

O conjunto porta do Gol em sua primeira geração foi totalmente desenvolvido pela VW do Brasil desde a sua concepção à produção na linha de montagem sem a interferência da VW AG. A montadora brasileira e os fornecedores dos seus principais componentes detinham

todo o *know-how* necessário ao desenvolvimento do projeto do produto e processo deste conjunto, incluindo toda a infra-estrutura necessária à sua produção (equipamentos, ferramentas, mão de obra especializada etc.).

Os principais componentes comprados do conjunto porta foram desenvolvidos na forma de *black box* pelos fornecedores de acordo com o caderno de requisitos elaborado pela montadora que se responsabilizava pela integração dos mesmos no conjunto porta e também dentro do veículo.

A melhor capacidade tecnológica de produto e processo aliada a uma infra-estrutura produtiva proporcionou o desenvolvimento de componentes complexos a custos razoáveis e com maior qualidade pelos fornecedores.

O processo de inovação do produto e processo de cada um dos componentes comprados da porta estava centrado dentro de cada fornecedor no departamento de Engenharia do Produto.

A escolha dos fornecedores ocorreu nas fases iniciais do desenvolvimento do projeto e foi baseada nos seguintes critérios: preço praticado, histórico de qualidade, capacidade tecnológica e prazos de entrega. Todos os fornecedores escolhidos dos componentes do conjunto porta eram nacionais.

As modularidades de projeto e processo não foram aplicadas neste conjunto, pois o projeto do produto do conjunto porta foi desenvolvido pela montadora dentro de um conceito de arquitetura integral.

Em relação à produção, todo o projeto do processo de fabricação do conjunto porta foi realizado pela área de Engenharia de Manufatura da montadora brasileira.

O processo de montagem das portas do Gol iniciava-se na área de carroçaria e soldagem, quando os painéis interno e externo com os reforços estruturais eram soldados entre si e posteriormente fixados na carroçaria para serem pintados. Após a pintura das portas juntamente com a carroçaria, este conjunto era levado para linha de montagem principal, quando todos os componentes da porta (fechadura, levantador de vidro, chicote, alto-falante), assim como da carroçaria eram inseridos, portanto, o Gol primeira geração não possuía uma linha de pré-montagem das portas.

Os investimentos em ferramentas e dispositivos de controle de qualidade necessários para a produção dos principais componentes da porta nos fornecedores foram realizados pela montadora e os investimentos em equipamentos na linha de produção necessários à fabricação destes foram assumidos pelos fornecedores.

Os investimentos realizados na linha de produção do conjunto porta dentro da montadora nas áreas de estamparia, soldagem, pintura e montagem foram absorvidos integralmente pela mesma.

Gol geração 2

Em 1994, com a grande re-estilização da carroçaria do Gol segunda geração, uma nova porta foi desenvolvida juntamente com seus principais componentes. Assim como no desenvolvimento do projeto do produto do Gol primeira geração, sua segunda geração foi também desenvolvida pela área de Tecnologia do Produto da VW do Brasil sem a interferência da VW AG. A montadora brasileira e os fornecedores dos seus principais componentes continuavam detendo todo o *know-how* necessário ao desenvolvimento do projeto do produto e processo deste conjunto, incluindo também toda a infra-estrutura necessária à sua produção (equipamentos, ferramentas, mão-de-obra especializada, etc).

Os principais componentes comprados do conjunto porta da segunda geração também foram desenvolvidos na forma de *black box*.

Os critérios para escolha dos fornecedores para o desenvolvimento dos componentes do conjunto porta da segunda geração permaneceram os mesmos do Gol primeira geração.

Os mesmos fornecedores dos principais componentes do conjunto porta foram mantidos para o Gol segunda geração, com exceção do fornecedor do levantador de vidro - absorvido por um outro fornecedor de maior porte - que não foi selecionado para participar do desenvolvimento do Gol segunda geração. Mesmo com esta troca, todos fornecedores permaneceram sendo nacionais. É importante destacar que a escolha dos fornecedores ocorreu na fase de conceituação do projeto do produto do conjunto porta.

Com a evolução do Gol para sua segunda geração, iniciou-se o desenvolvimento do produto e processo do conjunto porta de forma independente da carroçaria ou demais componentes do veículo. Novos projetos e processos de fabricação foram implementados nas unidades produtivas da montadora, (estamparia, carroçaria e soldagem, pintura e montagem final) responsáveis pela produção da porta com o objetivo de obter uma maior produtividade, qualidade e redução de custos. A modularidade de processo no conjunto porta foi adotada como uma opção para alcançar estes objetivos.

As portas deixaram de ser acopladas ao veículo na área de carroçaria e soldagem e passaram a ser montadas no veículo somente na linha de montagem principal. Uma nova linha de pré-montagem (*door less*) foi inaugurada com a responsabilidade de montar todo conjunto porta e testá-lo antes de sua montagem no veículo.

A utilização desta linha de pré-montagem propiciou a diminuição da área e do comprimento, e a simplificação da linha de montagem principal devido à retirada das operações de montagem dos componentes da porta. Houve também uma melhoria na qualidade do automóvel devido aos pré-testes funcionais do conjunto porta antes de sua introdução no veículo; uma melhor ergonomia dentro das operações de montagem para os trabalhadores, por exemplo a utilização de dispositivos específicos de montagem para fixação de componentes da porta, melhorando o acesso de ferramentas e a visualização das operações para o montador; e finalmente à diminuição do tempo total de montagem do veículo com a utilização de atividades paralelas de montagem (pré-montagem da porta sendo executada ao mesmo tempo da montagem do veículo completo).

Os investimentos para a produção do conjunto porta na segunda geração do Gol mudaram também de área de concentração: passaram da estamparia e soldagem para área de montagem final. Assim como na primeira geração do Gol, todos ferramentais e dispositivos de controle de qualidade e montagem do conjunto porta da segunda geração foram absorvidos pela montadora.

Os investimentos necessários em ferramentais dos componentes também foram assumidos pela montadora, e os investimentos em equipamentos e linha de produção dos componentes foram absorvidos pelos fornecedores.

Gol geração 3

O conjunto porta do Gol em sua terceira geração também foi desenvolvido pela área de Tecnologia do Produto da montadora brasileira sem interferência de sua matriz. A montadora brasileira e os seus fornecedores continuavam detendo todo o *know how* e a infraestrutura necessária para o desenvolvimento do produto e processo deste conjunto.

Assim como nas gerações anteriores, os principais componentes comprados do conjunto porta da terceira geração também foram desenvolvidos na forma de *black box* pelos fornecedores de acordo com o caderno de requisitos da montadora.

Novos fornecedores dos componentes do conjunto porta foram selecionados devido às alterações do projeto na terceira geração do Gol. O levantador de vidro e a fechadura passaram a ser produzidos por um mesmo fornecedor nacional localizado na região do ABC paulista. O chicote do conjunto porta passa a ser fabricado externamente por um fornecedor multinacional localizado em Pernambuco.

Os mesmos critérios para escolha dos fornecedores para o desenvolvimento dos componentes do conjunto porta das gerações anteriores foram utilizados para a terceira

geração do Gol, assim como o momento da escolha destes nas fases iniciais do desenvolvimento do projeto do produto.

Os projetos para o desenvolvimento dos componentes do conjunto porta começaram a utilizar os recursos como CAD / CAE / CAM que melhoraram o fluxo de informação entre montadora e fornecedores durante as fases de desenvolvimento do produto e processo.

A montagem do conjunto porta continuou sendo realizada dentro da montadora utilizando a mesma linha de pré-montagem (*door less*) do Gol segunda geração, continuando, assim, a utilização do conceito da modularidade de processo.

A repartição dos investimentos em equipamentos e ferramentas entre montadora e fornecedor foi realizada da mesma forma que nas gerações anteriores do Gol.

Veículo	Ano Lanç	Sede projeto	Plataf	Montagem conjunto	Componente	Fabricação componente		Origem fornec	Cam
						Mont	Forn		
Gol G1	1980	VW Br	Brasil	Interna	Levantador vidro	x	FP1	Nacional	1
				Montagem pçs na linha principal	Fechadura	x	FP2	Nacional	1
					Alto falante	x	FP3	Nacional	1
					Chicote	Interno	x	x	x
					Base/painel inter	Interno	x	x	x

Gol G2	1994	VW Br	Brasil	Interna	Levantador vidro	x	FP4	Nacional	1
				Montagem pçs na linha paralela (door less)	Fechadura	x	FP2	Nacional	1
					Alto falante	x	FP3	Nacional	1
					Chicote	Interno	x	x	x
					Base/painel inter	Interno	x	x	x

Gol G3	1999	VW Br	Brasil	Interna	Levantador vidro	x	FP5	Nacional	1
				Montagem pçs na linha paralela (door less)	Fechadura	x	FP5	Nacional	1
					Alto falante	x	FP6	Nacional	1
					Chicote	x	FP7	Argentina	1
					Base/painel inter	Interno	x	x	x

Tabela 8 – Conjunto Porta – Veículo Gol

Legenda:

FPI: fornecedor i responsável pela fabricação do componente da porta

VWBr: montadora responsável pela fabricação do componente

Camada: posição relativa do fornecedor na cadeia de suprimento automotiva

5.4.2 – Destaques do Caso – Conjunto Porta Gol

Impactos no Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos

Seleção de Fornecedores

A VW do Brasil escolheu os fornecedores dos componentes do conjunto porta e realizou toda negociação de compra dos mesmos com total independência da VW AG.

Todos os fornecedores escolhidos para os componentes do conjunto porta na primeira e segunda geração do Gol eram compostos por empresas nacionais. A globalização da competição entre os fornecedores passou a ser notada a partir da terceira geração do Gol, com a entrada de uma empresa multinacional para a produção do seu chicote.

Os critérios de escolha utilizados para a seleção dos fornecedores para o conjunto porta nas três gerações do Gol foram baseados nos seguintes aspectos principais: preço, qualidade, capacidade tecnológica, prazo de entrega e localização dos centros de engenharia.

Os contratos de fornecimento estabeleciam metas de qualidade, produtividade, custos e prazos de entrega a serem atingidos durante as suas vigências.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos

O desenvolvimento do projeto foi gerenciado pela montadora brasileira, sendo que ela possuía total autonomia para realizar qualquer tipo de modificação no conjunto porta sem a interferência de sua matriz. As atividades de planejamento e gerenciamento de engenharia nas fases de concepção, definição, modificação das especificações básicas (tolerância, material, normas, prescrições de ensaios) e desenhos do conjunto porta foram realizadas internamente.

Em relação aos componentes da porta - fechadura, levantador de vidro e alto-falante - seus projetos de produto foram desenvolvidos pelos próprios fornecedores localizados no Brasil na forma de *black box*, pois o domínio da tecnologia de produto e processo destes se encontrava muito mais avançado em relação a montadora nas três gerações do Gol.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Processos

A montagem do conjunto porta no veículo sofreu várias alterações ao longo das três gerações do Gol.

Na primeira geração do Gol, o processo de montagem do conjunto porta foi realizado na linha de montagem principal do veículo. Nesta linha principal, a porta foi montada na carroçaria e os seus componentes foram inseridos um a um juntamente com outras peças do veículo. O processo de montagem do veículo não havia sido planejado para utilizar uma linha paralela para executar a pré-montagem do conjunto porta.

Na segunda geração do Gol, inaugurou-se a linha de pré-montagem da porta (*door less*) independente da montagem do veículo na linha principal. Utilizou-se o conceito da modularidade de processo para este conjunto. Os objetivos principais desta linha de pré-montagem eram proporcionar uma melhor ergonomia para os operadores da linha de montagem principal e reduzir o tempo de fabricação do veículo através da utilização de operações paralelas de pré-montagem da porta e montagem do veículo.

Na terceira geração do Gol, a utilização do conceito da linha de pré-montagem da porta foi mantida.

Nas três gerações do Gol, a VW do Brasil planejou e projetou todo o processo de fabricação do conjunto porta com total independência de sua matriz na Alemanha.

Em relação aos processos de fabricação dos componentes do conjunto porta, todos os fornecedores também possuíam total liberdade de defini-los sem intervenção da montadora, uma vez que estes foram desenvolvidos na forma de *black box*.

Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor

A montadora ficou responsável pelo desenvolvimento do projeto do produto, a integração dos componentes e a montagem do conjunto porta, enquanto os fornecedores pelo desenvolvimento do projeto e processo de fabricação de cada um dos seus componentes.

Divisão de Investimentos e Riscos Montadora x Fornecedor

Os investimentos realizados dentro da montadora nas linhas de montagem e pré-montagem do conjunto porta foram absorvidos pela VW do Brasil.

Os investimentos específicos nos ferramentais de cada componente do conjunto porta (ferramenta de estampo, moldes de injeção) foram assumidos pela VW do Brasil, e os demais investimentos necessários à sua produção foram absorvidos pelos fornecedores nas três gerações do veículo Gol.

Localização do Fornecedor

A localização dos fornecedores dos componentes do conjunto porta se encontrava de maneira dispersa em diferentes regiões do território nacional como: ABC paulista, cidade de São Paulo, região de Campinas e até mesmo no estado de Pernambuco.

Para os fornecedores que se encontravam distantes da fábrica Anchieta, a montadora possuía um estoque intermediário de 7 dias para evitar qualquer risco de parada na linha. Para os fornecedores que se localizavam nas imediações da montadora - ABC paulista e São Paulo, o estoque intermediário representava uma produção de 3 dias.

É importante ressaltar que todos os componentes do conjunto porta apresentaram um tamanho e um volume pequeno que evitavam a necessidade de grandes áreas para sua armazenagem ao contrário do conjunto painel de instrumentos.

5.5 – Caso Módulo Porta – Polo

5.5.1 – Descrição do Caso

A escolha do fornecedor do módulo porta foi definida na fase inicial do projeto do produto do veículo Polo pela VW AG, para possibilitar o seu desenvolvimento simultâneo com o automóvel. Este fato foi importante, pois possibilitou a participação do fornecedor na fase inicial do desenvolvimento do projeto do veículo.

Os mesmos critérios utilizados para a escolha dos fornecedores do módulo painel de instrumentos foram utilizadas para a escolha do fornecedor do módulo porta e seus sub-fornecedores dos principais componentes pela VW AG.

A VW AG exigiu que o desenvolvimento deste módulo fosse realizado por um fornecedor com grande competência técnica de produto e processo, principalmente na área de montagem e integração de componentes de diferentes sub-fornecedores com diferentes tecnologias de produto e processo para garantir um alto padrão de qualidade em termos de baixo índice de defeitos e integridade de produto. Outro fator importante estava relacionado a sua capacidade tecnológica e financeira, para atuar em escala global juntamente com a montadora na fabricação do Polo. Dadas as principais exigências da montadora, acima citadas, o processo de seleção do fornecedor do módulo porta do Polo foi baseado em uma lista composta dos principais fornecedores homologados deste módulo na Europa que atendiam a tais requisitos definidos pelos departamentos de Qualidade, Tecnologia do

Produto, Logística e Compras da montadora. O menor preço do módulo apresentado por estes para montadora definiu a sua seleção.

O fornecedor escolhido para o desenvolvimento do produto e processo do módulo porta tinha como principal negócio o fornecimento do componente levantador de vidro da porta.

Dentro deste processo de seleção de fornecedores e sub-fornecedores do módulo porta, destacou-se que a montadora definia e selecionava os sub-fornecedores dos principais componentes do módulo porta. Os critérios e procedimentos utilizados para a escolha dos sub-fornecedores do módulo porta pela VW AG foram os mesmos para a seleção do fornecedor do módulo.

Com a escolha dos sub-fornecedores sendo realizada pela montadora, esta se responsabilizava pela negociação dos preços e condições de entrega dos componentes para o fornecedor do módulo. Na negociação a montadora obtinha todas as informações de produto e processo necessárias sobre cada um dos principais componentes para formação de seus preços.

Portanto, o fornecedor do módulo porta se responsabilizava apenas pela operacionalização das atividades de integração, montagem e entrega do módulo para montadora, comprando os seus principais componentes de acordo com os preços firmados entre a montadora e seus sub-fornecedores.

O contrato firmado entre a montadora e o fornecedor do módulo, assim como entre a montadora e seus sub-fornecedores foram de longo prazo e de exclusividade para o veículo Polo.

O desenvolvimento do módulo porta também envolveu uma aliança entre a VW AG, seu fornecedor e sub-fornecedores em escala global. A VW do Brasil não participou do processo de escolha do fornecedor do módulo e também da definição dos sub-fornecedores de seus principais componentes na Europa.

O projeto do produto do módulo da porta foi desenvolvido pela montadora, pelo seu fornecedor e também por uma empresa especializada em engenharia de projetos automotivos, todos localizados na Alemanha.

A participação da VW do Brasil no projeto do produto do módulo porta ficou restrito a informar a VW AG sobre alguns requisitos técnicos específicos do Brasil, como legislação, condições de rodagem do veículo, hábitos dos clientes brasileiros etc. Por exemplo, na Europa, o travamento automático da fechadura da porta ocorre no momento em que o veículo atinge a velocidade de 20 km/h, e seu processo de destravamento automático em caso de

colisão ocorre quando o *air bag* do veículo é acionado através de um dispositivo interligado a este. No Brasil a lista de requisitos indicou que o mecanismo de destrave automático da fechadura em caso de colisão não deveria estar conectado ao *air bag*, pois ao contrário da Europa, a grande maioria dos veículos brasileiros não possui este dispositivo de segurança.

A VW AG forneceu o caderno de requisitos do módulo (especificações sobre normas e legislações obrigatórias, testes laboratoriais, validação do produto, interface com veículo, padrões de qualidade, custos objetivos etc) para empresa de engenharia e essa desenvolveu todo o seu projeto do produto, definindo os requisitos funcionais de cada um de seus componentes e suas respectivas interfaces dentro do módulo. Após esta fase, a empresa de engenharia elaborou um novo caderno de requisitos dos componentes do módulo e entregou aos seus respectivos fornecedor, sub-fornecedores e também para própria montadora para suas análises críticas e avaliações. Após os ajustes necessários no caderno de requisitos dos componentes, ele foi aprovado e liberado pela montadora para que o fornecedor e sub-fornecedores desenvolvessem os seus respectivos projetos de produtos. Desta forma, todo o projeto do produto do módulo porta foi centralizado na VW AG, desde a empresa de engenharia, o fornecedor e os sub-fornecedores, todos localizados na Europa.

Todos os projetos para o desenvolvimento do produto utilizaram os recursos eletrônicos como CAD / CAE / CAM de forma intensa, facilitando a comunicação dentro da montadora, empresa de engenharia, fornecedor e sub-fornecedores (matrizes e filiais).

Os projetos dos produtos dos principais componentes do módulo porta foram desenvolvidos na forma de *black box*. Por exemplo, no caso da fechadura do módulo porta, a VW AG e a empresa de engenharia definiram as condições de contorno do projeto fechadura (força de abertura, sentido de giro da chave, tração do trinco de engate ao batente da porta, dimensões do conjunto fechadura, pontos de fixação, interface com o painel interno da porta, normas de ensaio de durabilidade, corrosão, intemperismo etc) e submeteram ao sub-fornecedor que se responsabilizou pelo desenvolvimento da fechadura da porta do Polo de acordo com estes requisitos. O sub-fornecedor tinha total liberdade de desenvolver o projeto do produto da fechadura e seu processo de fabricação sem a intervenção da montadora no produto ou processo de acordo com o seu próprio *know how*, por exemplo, melhor aproveitamento do corte da chapa de aço para estampar os componentes da fechadura, utilização de ferramentas de estampo progressivas, equipamentos de injeção de plástico, definição de matéria-prima etc.

O objetivo da terceirização do projeto do produto e do processo do módulo porta foi viabilizar o lançamento do Polo com um investimento limitado de capital por parte da

montadora. A terceirização possibilitou a utilização da especialização dos fornecedores dos componentes do módulo porta, fornecidos em sua maioria na forma de *black box*, em que o *know how* da montadora em produto e processo eram muito menores que em seus sub-fornecedores e fornecedor.

Os sub-fornecedores dos principais componentes do módulo porta também fazem parte da primeira camada de fornecimento da montadora alemã, pois estes atendem a montadora diretamente fornecendo seus produtos similares para os veículos que não utilizam o conceito de módulo porta. É importante notar que alguns destes sub-fornecedores e o fornecedor do módulo porta são também concorrentes diretos no fornecimento de módulos porta para outras montadoras e outros veículos. Como exemplo, o sub-fornecedor do conjunto fechadura do módulo porta do Polo fornece atualmente o módulo porta do veículo Laguna da Renault.

Em relação à produção do módulo portas para o veículo Polo no Brasil, o fornecedor já possuía uma fábrica instalada nas imediações da fábrica da VW em São José dos Pinhais (PR), fornecendo os módulos portas para os veículos Golf e Audi A3. Portanto, toda a infraestrutura produtiva já se encontrava instalada nesta fábrica.

O investimento realizado pelo fornecedor do módulo porta envolveu o projeto de quatro linhas de montagens exclusivas do módulo porta do Polo (portas dianteiras e traseiras para os lados direito e esquerdo) e sua construção. Os equipamentos destas linhas contam com 60% de aparelhos importados da Alemanha e 40% produzidos no Brasil, porém com todo projeto concebido na Alemanha.

A grande distância (superior a 350 km) entre o fornecedor do módulo de portas e a fábrica da Anchieta exigiu que o processo de entrega do módulo porta fosse realizado por lotes diários entregues por caminhões em uma área localizada dentro da fábrica Anchieta, sendo que o estoque médio comportava uma quantidade suficiente para 3,5 dias de produção do Polo. Nesta área não era realizada nenhuma atividade de transformação do módulo porta, mas havia um grupo de funcionários responsável pelo manuseio e seqüenciação do módulo dentro da linha de pré-montagem das portas do veículo Polo de acordo com a programação da produção da montadora e outro grupo responsável pela assistência técnica do fornecedor para resolução de problemas de qualidade e de programação de produção.

A administração da produção, logística e qualidade da segunda camada ficou sob a responsabilidade do fornecedor do módulo porta, conforme contrato firmado entre a VW do Brasil e o fornecedor do módulo.

Com a utilização do módulo porta no veículo Polo, várias operações de fabricação foram retiradas da linha de pré-montagem da porta (linha *door less*) da montadora. Esta deixou de realizar as atividades de estampagem e soldagem da placa base, fixações da fechadura, levantadores de vidro, alto-falantes e chicotes, o que corresponde a aproximadamente 70% das atividades de montagem do módulo. Comparando-se a linha de pré-montagem da porta do Polo ao do Gol, a linha do Polo utilizava uma área inferior em 40 m² dentro da fábrica da Anchieta. Todos os equipamentos da linha de pré-montagem da porta do Polo utilizaram torqueadeiras elétrico-pneumáticas para a fixação da placa base do módulo ao painel interno da porta que aumentaram a precisão das operações de montagem e a sua ergonomia para os montadores.

Os investimentos realizados em ferramentas dos componentes do módulo porta, tanto no fornecedor como nos sub-fornecedores, foram realizados pela própria montadora.

Os investimentos realizados nas linhas de fabricação foram realizados pelos próprios fornecedor e sub-fornecedores.

Em relação aos processos de fabricação instalados no Brasil, tanto no fornecedor como nos sub-fornecedores do módulo porta, é importante destacar que os projetos dos processos de fabricação foram realizados na Europa e implementados no Brasil.

Os principais problemas apresentados no processo de adaptação das linhas de montagens do módulo porta ou dos seus principais componentes da Europa para o Brasil estavam relacionados à adequação aos volumes do mercado nacional – por exemplo, a linha de montagem do módulo porta na Europa foi projetada para atender uma demanda de 2000 pçs/dia contra 1100 pçs/dia para o Brasil; à reposição de peças de equipamentos importados em caso de quebra, obrigando o fornecedor a manter um estoque para as manutenções corretivas e preventivas devido ao maior prazo necessário para importação destas; e à perda de garantia do fornecedor dos equipamentos em caso de substituição de peças não autorizadas.

Mesmo com os problemas acima citados, a tropicalização dos equipamentos foi realizada ao longo dos meses através do crescimento do *know how* dos processos produtivos da mão-de-obra local, através da substituição das peças de reposição importadas por nacionais similares; da mudança nos parâmetros de máquinas para adequar aos volumes nacionais, pois volume real de produção nacional está sendo muito menor que o projetado inicialmente; treinamento da mão de obra local; etc.

Veículo	Ano Lanç	Sede projeto	Plataf	Montagem módulo	Componente	Fabricação componente		Origem fornec	Cam
						Mont	Forn		
Polo	2002	VW AG	Mundial	Externa	Levantador vidro		FP8	Alemanha	1
					Fechadura		FP9	França	2
					Alto falante		FP10	Holanda	2
					Chicote		FP11	Alemanha	2
					Base/painel inter		FP12	Alemanha	2

Tabela 9 – Módulo Porta – Veículo Polo

Legenda:

FPI: fornecedor i responsável pela fabricação do componente

VWAG: montadora responsável pela fabricação do componente (VW Alemanha)

Camada: posição relativa do fornecedor na cadeia de suprimento automotiva

5.5.2 – Destaques do Caso Módulo Porta - Polo

Impactos no Desenvolvimento de Novos Produtos e Processos

Seleção de Fornecedores

Como relatado no caso módulo painel de instrumentos do Polo, a centralização do projeto do produto do veículo na Europa também impossibilitou a participação dos fornecedores nacionais no projeto de desenvolvimento do módulo porta.

A VW AG selecionou não somente o fornecedor do módulo porta, mas também os sub-fornecedores dos principais componentes deste módulo, utilizando os mesmos critérios de escolha. Não houve, também, a participação da montadora brasileira no processo decisório de definição da fonte de fornecimento.

O fornecedor e os sub-fornecedores escolhidos supririam o módulo porta para a montadora em escala mundial através do *global sourcing* ou *follow sourcing*. No Brasil, adotou-se o *follow sourcing* para o fornecimento deste módulo, uma vez que o fornecedor escolhido já possuía uma instalação produtiva em território nacional.

A globalização da competição no setor de autopeças pôde ser notada neste módulo através da verificação de que todos os fornecedores da primeira ou segunda camada escolhidos eram empresas multinacionais.

Assim como no módulo painel de instrumentos do Polo, o módulo porta apresentou as mesmas características contratuais: as mesmas cláusulas de fornecimento e o mesmo período de validade com metas anuais de qualidade, produtividade e redução de custos.

Outro fator importante presente neste contrato estava relacionado à escolha dos sub-fornecedores e aos preços a serem pagos pelos componentes a eles. A montadora realizou toda negociação de compra dos principais componentes do módulo diretamente com os sub-fornecedores sem a intervenção do fornecedor do módulo, estabelecendo, dessa forma, os preços a serem pagos pelo fornecedor ao sub-fornecedor, ressaltou-se que a compra dos componentes não era realizada por consignação da montadora. Este tópico estava diretamente relacionado ao maior poder de barganha da montadora em relação ao fornecedor na definição dos preços.

O fornecedor ficaria responsável por todas as atividades de produção do módulo, pela garantia da qualidade e pela entrega do módulo à montadora.

O atual contrato de fornecimento deste módulo está completando um ano de idade no Brasil.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos

O projeto do produto do módulo da porta foi desenvolvido conjuntamente pela montadora, pelo seu fornecedor e por uma empresa especializada em engenharia de projetos automotivos, todos localizados na Alemanha. A VW AG forneceu o caderno de requisitos do módulo para a empresa de engenharia para que esta pudesse desenvolvê-lo. Após esta fase, a empresa de engenharia desenvolveu um novo caderno de requisitos dos principais componentes do módulo porta e entregou para os sub-fornecedores para que estes desenvolvessem os seus respectivos produtos na forma de *black box*.

Todo o projeto do produto do módulo foi centralizado nas matrizes da montadora, do fornecedor, dos sub-fornecedores e da empresa de engenharia localizados na Europa.

A participação da montadora brasileira no desenvolvimento do projeto ficou resumida a fornecer as informações sobre alguns requisitos técnicos específicos do Brasil, como legislação, condições de rodagem do veículo, hábitos dos clientes brasileiros etc.

Com a centralização do gerenciamento de todo desenvolvimento do projeto do produto na VW AG, a montadora brasileira não possuía autonomia nenhuma para realizar qualquer modificação no módulo porta sem a anuência de sua matriz.

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Processos

O módulo porta já foi concebido na fase de projeto para utilizar uma linha de pré-montagem dedicada a este conjunto no fornecedor e todos os projetos do processo produtivo do módulo porta e dos seus principais componentes também foram desenvolvidos pelo fornecedor e sub-fornecedores localizados na Europa. O domínio da tecnologia de processo se encontrava muito mais avançado no fornecedor e sub-fornecedores do que dentro da montadora. As filiais do fornecedor e sub-fornecedores localizados no Brasil adaptaram as suas linhas de montagem do módulo e de seus componentes às condições brasileiras.

Divisão de atividades montadora x fornecedor

A divisão de atividades entre a VW AG, a matriz do fornecedor, a matriz dos sub-fornecedores e a empresa de engenharia de projeto, centralizou as atividades de maior conteúdo técnico (conceito, definição de produto, P&D, design, desenho do produto, etc) na Europa, deixando as subsidiárias brasileiras da montadora, fornecedor e sub-fornecedores com as atividades essencialmente operacionais.

Portanto, a terceirização do desenvolvimento do projeto do produto e processo do módulo porta aliada à utilização de um projeto de plataforma mundial resultou na redução de atividades importantes nas áreas de desenvolvimento de produtos (engenharia de produto, laboratórios de testes e validação de veículos, estilo e *design*, gestão de projetos) e na produção dentro da montadora.

As atividades das filiais brasileiras da montadora, do fornecedor e também dos sub-fornecedores ficaram resumidas a adaptações do processo de fabricação do módulo ou de seus componentes, pois estas não possuíam nenhuma autonomia para a modificação do projeto do produto sem a prévia autorização de suas matrizes.

Divisão de Investimentos e Riscos Montadora x Fornecedor

Assim como na terceirização do módulo painel de instrumentos do Polo, o módulo porta também reduziu os investimentos dedicados e específicos, por parte da montadora, necessários à sua produção através da eliminação de atividades e de parte do processo produtivo até então realizados internamente pela montadora. A redução dos investimentos ocorreu em escala global, isto é, em todos os locais onde seriam produzidos os veículos Polo pela VW (República Tcheca, Espanha, China, Brasil, África do Sul).

Localização do Fornecedor

A localização do fornecedor a uma distância superior a 400 km da fábrica Anchieta determinou a necessidade de armazenagem deste módulo nas instalações da montadora. Os objetivos deste estoques intermediários eram minimizar o risco de parada da linha de montagem principal devido à falta do módulo porta e a necessidade de uma maior flexibilidade para variar a seqüência de montagem dos módulos nos veículos de acordo com a variação das programações de produção da montadora. Era comum a montadora variar a programação da produção veículos devido a problemas de falta de componentes ou de qualidade.

Além disso, a montadora também exigiu a permanência de um engenheiro residente para resolução de problemas de qualidade e programação da produção.

5.5.3 – Análise dos Casos - Conjunto porta e Módulo Porta

Seleção de Fornecedores

A definição da escolha do fornecedor do módulo porta e de seus componentes no caso Polo e dos componentes do conjunto porta no caso Gol em suas três gerações ocorreu nas fases iniciais do desenvolvimento do produto e processo, mais especificamente, durante a fase de conceituação dos veículos.

A VW do Brasil por ter sido a sede do projeto do veículo Gol possuía autonomia necessária para definir a fonte de fornecimento dos componentes do conjunto porta em suas três gerações sem a interferência de sua matriz na Alemanha. A necessidade de uma intensa comunicação entre a montadora e os fornecedores durante a fase de desenvolvimento do novo produto e processo privilegiou a escolha de fornecedores localizados no Brasil. Da mesma forma, o processo de escolha do fornecedor do módulo porta e de seus principais componentes no caso Polo privilegiou a escolha de fornecedores localizados nas proximidades da VW AG (sede do projeto Polo).

Portanto nos dois casos estudados, a proximidade entre as sedes dos projetos da montadora e dos fornecedores foi considerada como um fator decisivo no processo de seleção dos mesmos. Além disso, outros aspectos relacionados ao histórico de qualidade, capacidade financeira, capacidade tecnológica de produto e processo, prazos de entrega e preços praticados foram também considerados.

A globalização dos fornecedores iniciou-se na terceira geração do Gol com a utilização de um fornecedor multinacional para o suprimento do chicote do conjunto porta e com o desaparecimento de fornecedores nacionais no módulo porta do veículo Polo.

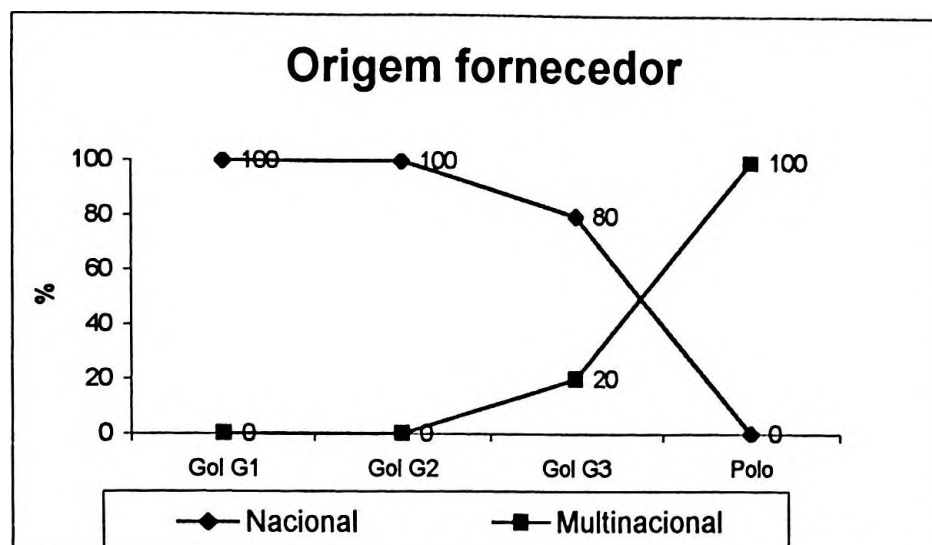


Gráfico 4 – Origem dos Fornecedores – Conjunto / Módulo Porta

Os contratos de fornecimento do módulo porta do Polo e dos seus componentes foram de longo prazo (cobriam o período de vida do produto) e de exclusividade. Estes também firmavam as metas de custos, qualidade e produtividade a serem alcançadas ao longo dos anos para a sua manutenção. Para o acompanhamento das metas, a montadora realizava o acompanhamento da planilha de custos do módulo e seus indicadores de qualidade e produtividade através de relatórios requisitados aos fornecedores. O poder de manipulação dos preços do fornecedor se encontrava bastante limitado, uma vez que a montadora possuía todas as informações necessárias para a negociação dos preços praticados.

Os contratos de fornecimento dos componentes do conjunto porta do Gol foram iguais aos contratos firmados do módulo porta do Polo e de seus componentes com exceção das cláusulas do período de validade e exclusividade, isto é, não havia um compromisso formal da montadora em manter o contrato de fornecimento durante toda a vida do produto (longo prazo) e com um único fornecedor.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Origem do fornecedor	Nacionais	Nacionais	Nacionais e multinacional	Multinacional
Autonomia	Independência da VW AG	Independência da VW AG	Independência da VW AG	Dependência da VW AG
Definição do fornecedor	VW Br	VW Br	VW Br	VW AG
Duração do contrato	Contrato padrão	Contrato padrão	Contrato padrão	Contrato duração da vida do produto

Tabela 10 – Resumo Seleção de Fornecedores

Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos

Não houve uma mudança na estratégia de desenvolvimento do produto conjunto porta no veículo Gol ao longo das três gerações conforme demonstrou a pesquisa.

As atividades de desenvolvimento do projeto de produto do conjunto porta foram realizadas internamente pela montadora brasileira e os projetos dos produtos dos seus componentes comprados externamente foram feitas pelos fornecedores na forma de *black box* nas três gerações do Gol.

Dentro das atividades de desenvolvimento de produto, a montadora passou a centralizar os seus recursos e esforços no desenvolvimento da arquitetura do produto, estabelecendo as regras de projeto para a integração dos componentes dentro do conjunto porta (caderno de requisitos de cada componente) e os fornecedores se especializarem no desenvolvimento destes componentes.

O projeto do produto do módulo porta do veículo Polo foi desenvolvido pela VW AG juntamente com um fornecedor especializado em projetos de engenharia. A VW AG desenvolveu o caderno de requisitos do módulo e a empresa de engenharia, o projeto do produto do módulo juntamente com os fornecedores dos seus principais componentes. A contribuição da montadora brasileira nesta fase do projeto estava limitada a informar os requisitos específicos do veículo para atender o mercado brasileiro.

Dentro do módulo porta, os projetos do produto dos seus componentes foram desenvolvidos pelos próprios fornecedores também na forma de *black box*.

A figura a seguir mostra o roteiro da evolução do desenvolvimento do projeto do produto do conjunto porta do Gol nas suas três gerações e o módulo porta no Polo.

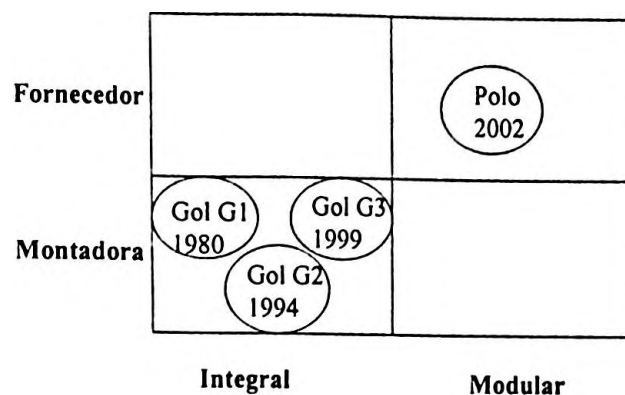


Figura 6 – Modularidade e Outsourcing

Projeto Conjunto Porta Gol e Módulo Porta Polo

Fonte: Adaptado de Sako e Murray (1999)

O grau de autonomia para modificações nos produtos da montadora brasileira em relação ao conjunto e módulo porta dos veículos Gol e Polo estava diretamente relacionada ao conceito de sede de projeto. Cada sede de projeto centralizava, gerenciava e responsabilizava-se pelos processos de modificação do produto, impedindo, desta forma, que qualquer modificação fosse implementada sem sua prévia análise crítica e autorização.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Arquitetura do produto	Integral	Integral	Integral	Modular
Plataforma	Nacional	Nacional	Nacional	Mundial
Sede do Projeto	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	VW AG
Responsável projeto produto conj./módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz fornecedor
Autonomia no projeto p/ modificação	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Dependente autorização VW AG

Tabela 11 – Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Produto

Estratégia de desenvolvimento de novos processos

A modularidade de processo adotada no conjunto porta do Gol a partir de sua segunda geração visou a otimização do processo de montagem do veículo através da retirada de atividades de sua linha principal, a diminuição do tempo de fabricação do veículo (através de

operações de montagem simultâneas do conjunto porta e do veículo em linhas paralelas) e a obtenção de uma melhor ergonomia para os operadores.

No módulo porta do veículo Polo, o projeto do processo de fabricação foi realizado pelo próprio fornecedor na Europa sem a interferência da VW AG. A montadora assumiu a postura de não mais realizar a montagem do módulo dentro de suas instalações fabris tanto na Europa como no Brasil.

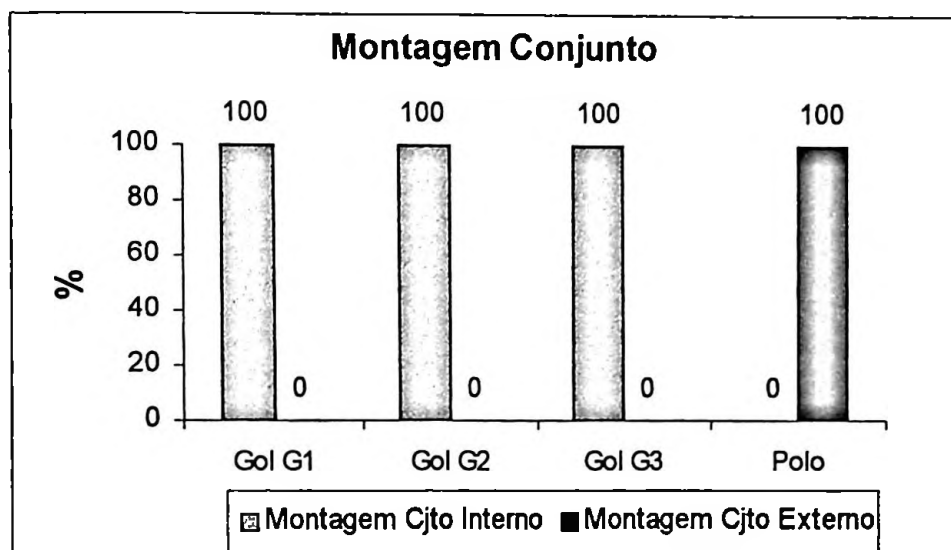


Gráfico 5 – Responsabilidade de Montagem do Conjunto/Módulo Porta Montadora x Fornecedor

Dentro do conjunto porta do Gol, o único componente fabricado internamente nas três gerações foi o painel interno da porta devido a restrições de projeto (arquitetura integral) que impediam a sua separação do painel externo da porta durante a fabricação (a montadora brasileira considerava que todos os painéis metálicos externos do veículo deveriam ser fabricados internamente por considerá-los estratégicos). O chicote, nas duas primeiras gerações do Gol, também era fabricado internamente para posteriormente ser fabricado pelo fornecedor na terceira geração. Os demais componentes sempre foram comprados dos fornecedores e fabricados pelos mesmos ao longo das três gerações do Gol.

No caso módulo porta do Polo, a montadora delegou todas as atividades de fabricação do módulo e dos seus componentes aos fornecedores.

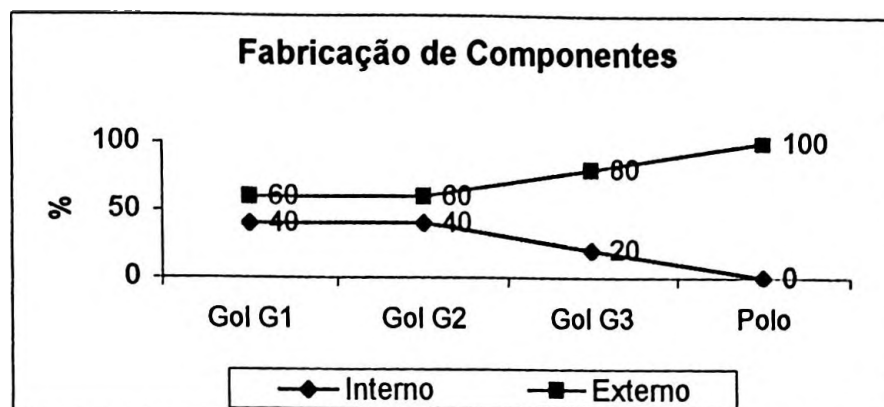


Gráfico 6 – Responsabilidade de Fabricação de Componentes do Conjunto/Módulo Porta Montadora x Fornecedor

No caso módulo porta do Polo, também surgiu a segunda camada de fornecimento para os componentes fechadura, placa base e alto-falante. Estes componentes eram fornecidos ao fornecedor do levantador de vidro que integrava todos eles na placa base ao montar o módulo porta.

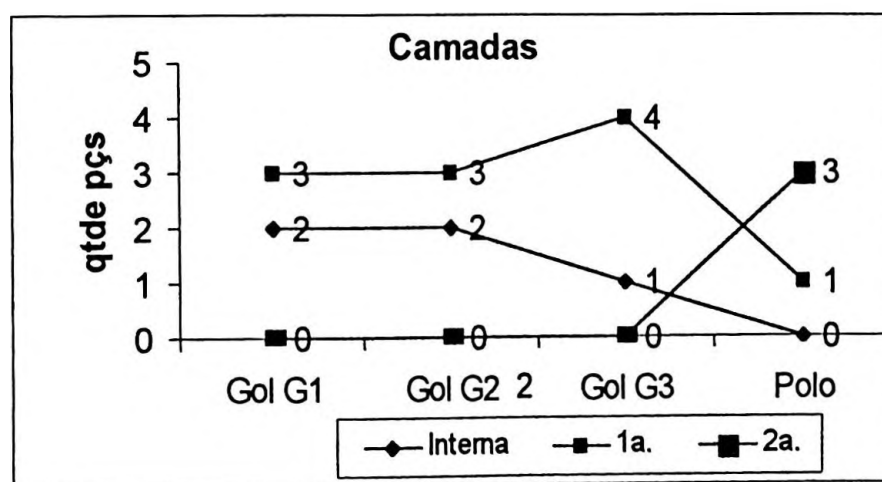


Gráfico 7 – Fabricação de Componentes por Camada

Todo processo de fabricação do módulo porta foi projetado na Europa pela matriz do fornecedor e utilizado como modelo para outras fábricas onde esse fosse ser produzido (filiais). A idéia principal na utilização dos mesmos processos da matriz por suas filiais estava baseada na replicação da organização do trabalho, no gerenciamento dos recursos humanos (treinamento), no conhecimento acumulado das experiências realizadas, na padronização

(métodos e procedimentos de trabalho, documentação, equipamentos) gerando maior velocidade de implementação do processo produtivo e obtenção da economia de escala ao dividir os custos de desenvolvimento por um número maior de peças fabricadas.

A seguir apresentamos a rota de evolução da utilização da modularidade de processo no conjunto porta nas três gerações do Gol e módulo porta do Polo.

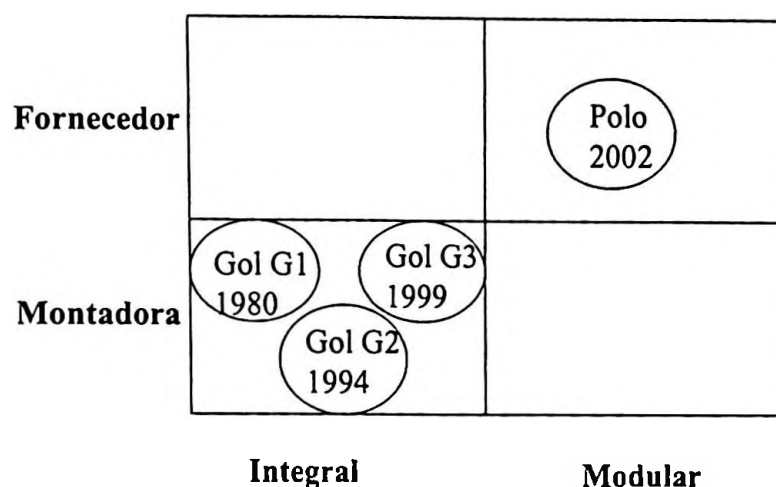


Figura 7 – Modularidade e Outsourcing

Projeto Conjunto Porta Gol e Módulo Porta Polo

Fonte: Adaptado de Sako e Murray (1999)

A delegação do processo de montagem do módulo porta no Polo ao fornecedor diminuiu a necessidade da área fabril dentro da montadora.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Processo de montagem	Linha principal do veículo	Linha pré-montagem na montadora	Linha pré-montagem na montadora	Linha de pré-montagem no fornecedor
Responsável projeto do processo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor
Autonomia no processo p/ modificação	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Independente da VW AG	Dependente de autorização matriz do fornecedor

Tabela 12 – Resumo Estratégia de Desenvolvimento de Processo

Divisão de atividades montadora x fornecedor

A divisão de atividades através da utilização da modularidade de projeto entre montadora e fornecedores no desenvolvimento de novos produtos e processos ocorreu somente no módulo porta do veículo Polo, uma vez que não houve mudanças na arquitetura do produto do conjunto porta do veículo Gol em suas três gerações.

No desenvolvimento do projeto do módulo porta, a montadora contratou uma empresa de engenharia especializada para o desenvolvimento do projeto do módulo que o desenvolveu conjuntamente com o fornecedor e a própria montadora. Dentro deste trabalho, a montadora se responsabilizou pela definição do caderno de requisitos e dos fornecedores de cada um dos principais componentes, enquanto que a empresa de engenharia, pelo desenvolvimento do módulo e os fornecedores, pelo desenvolvimento de cada componente.

Com a divisão de trabalho no desenvolvimento do módulo porta, a montadora descentralizou o desenvolvimento de novos produtos, delegando várias de suas atividades aos fornecedores (empresa de engenharia, fornecedor do módulo, fornecedor de componentes) e assumiu um papel de gerenciador e integrador no desenvolvimento de novos produtos.

Dessa maneira, os fornecedores aumentaram a sua competência tecnológica de projeto e processo do módulo porta através da especialização.

A modularização exigiu que o fornecedor do módulo porta adquirisse novas habilidades e capacidades como: gerenciamento de projetos; gerenciamento da segunda camada de fornecimento (fornecedores de fechadura, placa base, chicote, alto-falante); maior conhecimento tecnológico; capacidade de engenharia de produto e processo; habilidade na integração de peças e componentes; e especialização em qualidade, garantia e assistência técnica.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Projeto do produto do veículo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	VW AG
Projeto do produto do conjunto/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor
P&D produto e processo conj/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor

Tabela 13 – Resumo Divisão de Atividades Montadora x Fornecedor

Divisão de investimentos e riscos montadora x fornecedor

A possibilidade da montadora repassar uma parte dos riscos, investimentos diretos, custos e despesas necessárias à produção ao fornecedor com a utilização da modularidade ocorreu somente no módulo porta do Polo, com a delegação de várias atividades de desenvolvimento do produto e processo ao seu fornecedor.

Os investimentos relativos aos ferramentais do módulo porta no seu projeto e confecção foram absorvidos integralmente pela montadora e os demais investimentos necessários à produção (linha de montagem do módulo, equipamentos, dispositivos de montagem, dispositivos de controle de qualidade etc) foram absorvidos pelo fornecedor do módulo.

Em relação ao conjunto porta do Gol não houve mudança na divisão de investimentos e riscos entre montadora e fornecedor nas três gerações, uma vez que o modo de operação entre as empresas não se modificou. Todos os ferramentais dos componentes do conjunto porta foram absorvidos pela montadora e os demais investimentos necessários à produção de cada componente pelos próprios fornecedores.

Os investimentos relativos a P&D no módulo porta foram assumidos pelo fornecedor implementando novos materiais e peças eletrônicas no módulo.

É importante destacar que o módulo porta exigiu uma participação maior nos investimentos e riscos por parte do fornecedor devido à necessidade de maiores recursos produtivos para a produção deste em relação a um componente do conjunto porta.

	Gol G1	Gol G2	Gol G3	Polo
Ferramental	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil
Processo de fabricação do conj/ módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Fornecedor
P&D produto e processo conj/módulo	VW do Brasil	VW do Brasil	VW do Brasil	Matriz do fornecedor

Tabela 14 – Resumo Divisão de Investimentos e Riscos

Localização dos Fornecedores

A grande distância do fornecedor do módulo porta em relação à montadora (350 km) gerou a necessidade de um estoque intermediário de três dias de produção e uma área de armazenagem para este nas instalações da fábrica Anchieta. Além disso, a montadora também exigiu a presença de um engenheiro residente para evitar qualquer risco de parada da linha principal e uma melhor assistência técnica por parte do fornecedor aos eventuais problemas de qualidade.

Em relação aos componentes do conjunto porta do Gol, a montadora possuía também um estoque intermediário de peças de três dias de produção e uma área de armazenagem nas instalações da montadora com os mesmos objetivos do estoque do módulo porta do Polo, porém a montadora não exigia a presença de um engenheiro residente do fornecedor para estes componentes.

CAPÍTULO 6
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 – Conclusão

Após a descrição dos quatro estudos de casos, acredita-se que tenha sido atingido o objetivo principal da pesquisa enunciado como: “Quais os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos?”.

Os dois objetivos específicos, de identificar o referencial teórico inicial com o propósito de definir os principais conceitos necessários para fundamentar a discussão teórica da utilização da modularidade na indústria automobilística brasileira e mundial, e de orientar a realização do estudo empírico, tal como já havia sido colocado no capítulo de metodologia, foram alcançados com a revisão bibliográfica apresentada no capítulo dois.

Acredita-se que os resultados do estudo empírico realizado, apresentados no capítulo cinco, tenham permitido alcançar o objetivo específico de descrever e avaliar em uma montadora de automóveis brasileira e em seus fornecedores diretos como foi a evolução da utilização da modularidade de projeto e processo em dois veículos - plataforma nacional e plataforma mundial - acompanhando dois módulos - painel de instrumentos e porta - em cada um deles.

Portanto, a partir das informações levantadas na revisão bibliográfica e no estudo empírico, esta pesquisa mostrou quais foram os impactos da modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos na montadora e nos seus fornecedores diretos.

A seguir serão apresentadas as conclusões sobre os impactos causados pela utilização da modularidade, a contribuição ao corpo da literatura e, finalmente, as recomendações para futuras pesquisas.

6.2 – Impactos Causados

A pesquisa realizada mostrou quais foram os principais impactos causados pela modularidade no desenvolvimento de novos produtos e processos em uma montadora de automóveis brasileira e nos seus fornecedores diretos em seis diferentes áreas: seleção de fornecedores, estratégia de desenvolvimento de novos produtos, estratégia de desenvolvimento de novos processos, divisão de atividades e responsabilidades, divisão de investimentos e riscos e localização dos fornecedores.

Na seleção dos fornecedores pela montadora, os quatro casos estudados mostraram que a modularidade exigiu uma maior capacitação financeira e tecnológica por parte dos fornecedores, intensificando a utilização de fornecedores multinacionais em substituição aos

nacionais ao longo dos anos. A escolha dos fornecedores também estava ligada ao conceito de sede de projeto de Salerno et al (2001), que dizia que a montadora, como sede do projeto do veículo, detinha o poder de definição da fonte de fornecimento, tanto para os veículos de plataforma nacional como mundial.

Na estratégia de desenvolvimento de novos produtos, os quatro casos mostraram uma profunda mudança na divisão das atividades entre as montadoras (VW do Brasil e VW AG) e seus fornecedores (matrizes e filiais) com a utilização da modularidade e com o uso de plataformas mundiais no desenvolvimento dos novos produtos. As atividades mais “nobres” passaram a ser realizadas pelas matrizes da montadora e fornecedores, enquanto as atividades operacionais passaram a ser realizadas pelas filiais brasileiras.

Na estratégia de desenvolvimento de novos processos, a pesquisa realizada mostrou que a VW do Brasil utilizou a modularidade de processo nas linhas de pré-montagens do painel de instrumentos e portas do veículo Gol a partir de sua segunda geração. A terceirização da linha de pré-montagem do módulo painel de instrumentos ocorreu somente na terceira geração, dada a condição técnica disponível nos fornecedores instalados no Brasil. Somente no veículo Polo, todos os projetos dos processos de fabricação dos módulos estudados passaram a ser realizados pelos próprios fornecedores. Da mesma forma como ocorrido na estratégia de desenvolvimento de novos produtos, as atividades mais “nobres” do projeto do processo de fabricação foram realizadas pelas matrizes, deixando as atividades de adaptação do processo sob a responsabilidade das filiais brasileiras.

Na divisão de atividades e responsabilidades, houve uma redefinição dos *core competences* de Prahalad e Hamel (1990) na definição das estratégias das empresas. Os quatro casos estudados mostraram que a modularidade mudou as atividades e responsabilidades da VW do Brasil e seus fornecedores diretos. A montadora passou a gerenciar a integração dos módulos nas atividades de desenvolvimento de novos produtos e processos, e os fornecedores se especializaram no projeto e processo de módulos.

Na divisão de riscos e investimentos, os quatro casos estudados mostraram que as montadoras (VW do Brasil e VW AG) e seus fornecedores diretos (matrizes e filiais) passaram a dividir os principais investimentos nas diversas áreas de P&D, Engenharia de Produto, Engenharia de Processo, Produção (equipamentos, dispositivos, ferramentas, treinamento de mão-de-obra). Os riscos do negócio dos fornecedores também foram compartilhados devido à necessidade dos investimentos específicos realizados para a produção dos módulos dos veículos da VW do Brasil que não poderiam ser utilizados por outras montadoras.

Na localização dos fornecedores, os casos estudados mostraram que a existência de um engenheiro residente dentro das instalações da montadora estava relacionada à localização do fornecedor. Quanto maior à distância do fornecedor do módulo da montadora, maior era a necessidade de um engenheiro residente para garantir a assistência técnica em eventuais problemas.

Esta pesquisa também mostrou como a utilização da modularidade evoluiu, ao longo dos últimos 23 anos, em uma das maiores montadoras de automóveis instaladas no Brasil, realizando uma análise longitudinal da evolução da modularidade em um veículo. É importante destacar que não foi encontrada na revisão bibliográfica feita pelo pesquisador nenhuma pesquisa semelhante à realizada neste trabalho. As pesquisas encontradas sobre o tema descreviam, comparavam e analisavam a utilização da modularidade em diferentes montadoras de automóveis e seus respectivos fornecedores em um dado instante, tirando uma “fotografia” momentânea, mas não avaliavam a evolução da utilização da modularidade ao longo do tempo.

6.2.1 – Seleção de Fornecedores

Os quatro casos estudados mostraram que o processo de escolha dos fornecedores, do módulo painel de instrumentos, módulo porta e seus respectivos componentes principais, encontrado na VW do Brasil e VW AG se assemelha ao processo de seleção de fornecedores utilizado por outras montadoras brasileiras conforme pesquisa realizada por Salerno et al (2002). Tal seleção dos fornecedores foi baseada em critérios relacionados ao histórico de qualidade, à capacidade financeira, à capacidade tecnológica, aos prazos de entrega, aos preços praticados e à proximidade dos centros de desenvolvimento do produto.

Nos quatro casos estudados, a seleção dos fornecedores e dos sub-fornecedores ocorreu nas fases iniciais do projeto dos veículos devido à necessidade de um intenso fluxo de informação entre montadora, fornecedores e sub-fornecedores no momento de definição do conceito do produto (veículos, módulos e componentes). A montadora participou, juntamente com os fornecedores, do processo de seleção dos sub-fornecedores, pois ela considerava que os principais componentes destes módulos eram peças críticas e, por isso, necessitavam de um acompanhamento próximo das áreas de Tecnologia de Produto e Compras. Por exemplo, para o setor de Tecnologia de Produto, a fechadura do módulo porta representava um item de segurança do veículo que, em caso de falha, poderia causar uma depreciação muito grande na imagem da marca; já para o setor de Compras, essa mesma fechadura representava um montante expressivo no custo do módulo.

A distância física entre os centros de desenvolvimento do produto (módulo e veículo) da montadora e do fornecedor foi considerada um fator decisivo na escolha deste último devido à necessidade intensa de comunicação durante a fase de desenvolvimento do projeto do produto. O projeto do veículo Gol, de plataforma nacional e com sede na fábrica da Anchieta, privilegiou a escolha de um fornecedor multinacional – com filial no Brasil - do módulo painel de instrumentos. Do mesmo modo, o processo de escolha dos fornecedores do módulo painel de instrumentos e módulo porta do veículo Polo, cuja sede do projeto se localizava na fábrica da VW AG em Wolfsburg, Alemanha, privilegiou a escolha de fornecedores localizados na Europa. Em ambos os casos, a área de Tecnologia de Produto da montadora assumiu um papel decisivo no processo de escolha do fornecedor, pois foi ela que analisou este último e homologou os seus produtos.

Neste ponto é importante destacar novamente o conceito de sede de projeto de Salerno et al (2002), em que ele afirmou que sediar um projeto de um novo veículo em uma montadora no Brasil significa proporcionar maiores oportunidades de participação de fornecedores nacionais nos novos desenvolvimentos de projeto. Os quatro casos estudados corroboraram a importância estratégica de sediar as atividades de projeto do produto para a definição dos fornecedores.

No projeto do veículo Polo de plataforma mundial, o *follow sourcing* também foi considerado um item importante durante a fase de definição de escolha dos fornecedores do módulo painel de instrumentos e módulo porta devido à necessidade de atuação de tais fornecedores no local de produção do veículo juntamente com a montadora. A adoção do *follow sourcing* reduziu a possibilidade de participação de fornecedores nacionais no desenvolvimento de novos produtos realizados pela VW AG.

Nos quatros casos estudados, é interessante notar que a necessidade de uma maior capacitação financeira e tecnológica por parte dos fornecedores intensificou a utilização de fornecedores multinacionais em substituição dos nacionais ao longo dos anos.

O período de duração de todos os contratos entre montadora e fornecedores dos módulos estudados era de longo prazo, isto é, com período de validade cobrindo o período de vida do produto, desde que os fornecedores dos módulos atingissem os objetivos de qualidade, produtividade e custos firmados com a montadora para sua manutenção.

6.2.2 – Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos

A estratégia de desenvolvimento de novos produtos dentro da montadora e de seus fornecedores diretos está passando por profundas transformações estruturais quanto à divisão

do trabalho entre montadora e fornecedores, e entre matrizes e filiais. O desenvolvimento das atividades de projeto do produto representa um sinal importante da relevância da empresa (montadora e fornecedor) e do país no contexto da divisão de trabalho dentro da indústria automobilística (SALERNO et al, 2002).

A pesquisa mostrou que com a utilização da modularidade de projeto, principalmente no veículo de plataforma mundial como o Polo, a divisão das atividades de projeto e desenvolvimento do veículo entre as matrizes e subsidiárias deixou as atividades mais “nobres” como P&D, conceituação, desenho de produto, *design*, validação, especificações de produto, para as matrizes da montadora e dos fornecedores localizados na Europa, enquanto as filiais brasileiras ficaram responsáveis pelas atividades de adaptação do produto às condições locais. Outro ponto importante, também mostrado na pesquisa, estava relacionado à divisão de trabalho entre a montadora e os fornecedores na Europa, quando a VW AG estabelecia as regras de projeto e os fornecedores europeus desenvolviam os seus módulos de acordo com estas.

No caso do módulo painel de instrumentos do Gol, veículo de plataforma nacional, a divisão de atividades do projeto ocorreu somente dentro do Brasil. A montadora brasileira se responsabilizou pelo estabelecimento das regras do projeto, pela definição da arquitetura do produto e pelo desenvolvimento do módulo painel de instrumentos. O fornecedor localizado no Brasil teve uma participação muito pequena no desenvolvimento do módulo, pois a VW do Brasil não o considerava apto a realizar esta atividade de maneira independente.

A presente pesquisa identificou diferenças nas estratégias de modularização utilizadas pela montadora para o desenvolvimento de novos produtos dos veículos Polo e Gol e de seus respectivos módulos ou conjuntos estudados.

Montadora

Os casos estudados do módulo painel de instrumentos e do módulo porta do veículo Polo mostraram que a estratégia de modularização no desenvolvimento de um produto de plataforma mundial objetivava:

- reduzir os custos de desenvolvimento de projetos, ferramentas e equipamentos em escala global;
- maximizar a utilização dos recursos de engenharia, isto é, utilizar os recursos especializados dos fornecedores já que o número de lançamentos era crescente e a expectativa de vida dos veículos era cada vez menor;
- utilizar projetos de produto padronizados de diferentes países;

- facilitar a realização dos *facelifts* anuais;
- aumentar a flexibilidade na utilização das fábricas nos países onde o veículo fosse produzido;
- garantir economia de escala.

Por outro lado, a estratégia de desenvolvimento do Gol, produto de plataforma nacional, visou atender a um mercado específico como o brasileiro, ou seja, um mercado de nicho em que as vantagens descritas acima não puderam ser alcançadas em sua totalidade, por exemplo: a economia de escala em termos globais e o uso de projetos de produto padronizados de diferentes países.

É importante destacar que essas diferenças existiram porque as modularizações nos veículos ocorreram em épocas diferentes e, devido a esse fato, os fornecedores e o nível tecnológico disponível no mercado se encontravam em diferentes graus de desenvolvimento. Quando o Gol primeira geração foi lançado, havia apenas quatro montadoras no país, portanto, a concorrência no mercado automobilístico nacional era bem menor e a tecnologia disponível na produção do painel de instrumentos e conjunto porta era comum e conhecida entre as montadoras. Segundo Pothuma (1997), a abertura do mercado brasileiro exigiu que os produtos aqui produzidos melhorassem em qualidade, o que acirrou a competição com a introdução de novos estilos e de produtos com novas tecnologias.

Outro aspecto interessante mostrado pela pesquisa foi que a utilização de uma plataforma mundial, como o Polo, gerou a centralização das atividades de projetos na matriz da montadora e dos fornecedores, deixando as atividades essencialmente operacionais para as suas filiais. As principais conseqüências da centralização foram: a perda da autonomia da engenharia local para as adaptações às condições locais e uma maior morosidade no processo de pedidos de modificações do produto devido à necessidade de uma análise mais profunda nos impactos que estas modificações poderiam causar em diferentes mercados consumidores. A utilização de uma plataforma mundial resultou em pouca engenharia de produto brasileira ficando esta última resumida aos pedidos de adaptações necessárias ao mercado nacional.

Fornecedor

Para os fornecedores, houve um aumento na demanda e uma pressão da montadora por uma melhor capacitação técnica para o fornecimento de módulos a partir da terceira geração do Gol, que se confirmou no desenvolvimento do projeto veículo Polo.

A capacidade do fornecedor de desenvolver a modularidade de projeto representou uma forma de se manter na primeira camada de fornecimento e de evitar a sua marginalização por parte da montadora no desenvolvimento de novos produtos (SALERNO et al, 2002; DIAS, 1998, SAKO e WARBURTON, 1999).

A partir da pesquisa realizada, pode-se observar que a modularidade de projeto gerou uma profunda especialização da mão-de-obra na área de tecnologia do produto dos módulos. Por exemplo, a área de P&D do fornecedor gerando um novo processo de fabricação com a utilização do *laser* para a fragilização do painel de instrumentos no local de atuação do *air bag*.

No caso do Polo, a modularidade de projeto gerou a eliminação da participação dos fornecedores brasileiros devido à necessidade de uma maior capacitação tecnológica e financeira, além da grande distância entre a VW AG e o Brasil, o que dificultava o intercâmbio técnico interempresas.

Nos três casos em que houve a utilização da modularidade – painel de instrumentos do Gol e Polo e módulo porta do Polo – necessitou-se que os fornecedores fossem capazes de gerenciar o projeto da segunda camada de fornecimento, bem como integrar os componentes pertencentes aos módulos. Isso representou criar alianças estratégicas entre os fornecedores especialistas de componentes e o integrador de módulos para o desenvolvimento de projetos conjuntos.

6.2.3 Estratégia de Desenvolvimento de Novos Processos

A retirada de várias atividades de montagem da linha principal do veículo com a transferência destas para as linhas de pré-montagem representou o início da utilização da modularidade de processo dentro da indústria automobilística. Este tipo de modularidade é a mais antiga e a mais comumente utilizada por esta indústria segundo McAlinden et al (1999). Salerno (2001), destaca que a modularidade de processo é tão antiga quanto à produção em massa e cita como exemplos às linhas de sub-montagens do motor e bancos. De acordo com Salerno (2001), a única diferença entre a modularidade atual, pós anos 80, e a “antiga”, está em quem produz ou monta os módulos (montadora ou fornecedor).

Os casos estudados mostraram como a modularidade de processo passou a ser utilizada pela VW do Brasil, inicialmente, com a inauguração das linhas de pré-montagem internas e, posteriormente, com a delegação destas para os fornecedores diretos nos conjuntos estudados do veículo Gol. Após esta fase, a modularidade de processo evoluiu mais, com delegação de toda responsabilidade do projeto do processo de fabricação dos módulos aos

fornecedores no veículo Polo. Com o tempo, a VW do Brasil deixou de participar das atividades de desenvolvimento do projeto do processo de fabricação e também da própria produção dos módulos.

Montadora

O primeiro passo dado pela montadora brasileira rumo à implementação da modularidade de processo ocorreu através da inauguração das linhas de pré-montagem dos conjuntos porta e módulo painel de instrumentos do Gol segunda geração em 1994. Após a inauguração destas linhas, o conceito de pré-montagem de conjuntos ou módulos passou a ser utilizado como padrão nos processos de fabricação dos novos veículos.

As principais vantagens obtidas pela montadora com a utilização das linhas de pré-montagem foram:

- redução da complexidade e do tamanho da linha principal;
- melhoria da ergonomia nas atividades de montagem do veículo;
- redução dos custos de produção;
- maior facilidade de mudança dos módulos ou conjuntos nos *facelifts* anuais do veículo independentemente das atividades de montagem da linha principal ou mesmo da própria carroçaria (desde que a carroçaria seguisse as regras de projeto estabelecidas na arquitetura do produto).

A terceirização das atividades de pré-montagem - módulo painel de instrumentos do Gol terceira geração – ocorreu somente em 1999, cinco anos após a modularidade de processo ter sido implementada internamente. Até aquele momento, a montadora considerava que não havia, em sua base de fornecedores, um apto a realizar essas atividades. A partir de então, a montadora não mais realizou a montagem do módulo painel de instrumentos do Gol dentro de suas instalações fabris.

Porém, no conjunto porta não houve a terceirização das atividades de pré-montagem, pois a arquitetura e o conceito do produto não permitiam que estas atividades fossem delegadas aos fornecedores.

O Polo, veículo de plataforma mundial, utilizou a modularidade de processo em seus conjuntos montados desde seu nascimento.

As atividades do projeto do processo de fabricação dos módulos estudados do Polo ficaram sob a responsabilidade dos fornecedores europeus e a participação da VW AG ficou resumida às aprovações dos mesmos no momento da validação do produto.

Os fornecedores dos módulos no Brasil utilizaram os mesmos projetos dos processos desenvolvidos na Europa com algumas pequenas adaptações para as condições nacionais, uma vez que o volume da produção brasileira e o índice de automação dos processos fabris brasileiros eram menores que os europeus. A mão-de-obra disponível no Brasil em termos de qualidade, quantidade e custos também se apresentou como diferente da européia.

Os principais ganhos na produção do Polo com a utilização da modularidade de processo foram:

- redução dos custos de desenvolvimento de processos (economia de escala, padronização do processo de fabricação em diferentes locais do mundo onde o veículo ou módulo era produzido, desenvolvimento de ferramentais e equipamentos uma única vez etc.);
- terceirização das atividades de montagem dos módulos utilizando um maior *know how* de processo advindo da especialização dos fornecedores;
- redução da complexidade no desenvolvimento de processos através da divisão de atividades junto aos fornecedores.

Por outro lado, a utilização de um veículo de plataforma mundial como o Polo causou a perda da autonomia das filiais dos fornecedores brasileiros no que diz respeito às modificações dos processos de fabricação dos módulos. Tais modificações não poderiam ser feitas sem a prévia aprovação do cliente (VW do Brasil e VW AG) e de suas matrizes.

Um ponto importante observado nos estudos de caso mostrou que a terceirização das atividades de montagem dos módulos provocou importantes mudanças no perfil da mão-de-obra da montadora: a partir de 1999, seus profissionais se transformaram de especialistas de peças em integradores de módulos.

Fornecedores

A produção de um módulo qualquer exigiu especialização em vários processos de manufatura dos fornecedores. No caso do módulo porta, o fornecedor necessitou aprofundar seus conhecimentos na área de estamparia (processo de fabricação da placa base), rebiteagem e soldagem (integração dos componentes na placa base), eletrônica e elétrica (conexão dos componentes elétricos e suas fiações) e montagem do módulo. Nos casos dos módulos painel de instrumentos do Gol e Polo, os principais processos estavam relacionados à injeção de plástico, integração elétrica e montagem final.

Essa necessidade de especialização por parte dos fornecedores de módulos desencadeou o desenvolvimento de um maior *know how* de processo e, conseqüentemente, provocou uma maior dependência da montadora no desenvolvimento de novos veículos. Destacou-se que a especialização do fornecedor envolvia grandes investimentos na área de P&D de produto e processo e na formação de mão-de-obra.

Observou-se também, nos casos do módulo painel de instrumentos (Gol e Polo) e módulo porta (Polo), que os fornecedores foram obrigados a melhorar a área de Qualidade para controlar os produtos e processos dos fornecedores da segunda camada.

6.2.4 – Divisão de Atividades e Responsabilidades

A divisão de atividades e responsabilidades estava ligada à definição das principais competências ou *core competences* de Prahalad e Hamel (1990) na definição das estratégias das empresas. Nesta pesquisa, percebeu-se uma redefinição das *core competences* da montadora brasileira e dos seus principais fornecedores ao longo dos 23 anos, inicialmente, por causa da utilização da modularidade de processo (Gol terceira geração) e, posteriormente, devido à modularidade de projeto e processo (Polo).

Esta mudança das *core competences* foi notada a partir da terceirização das atividades de montagem do módulo painel de instrumentos na terceira geração do Gol e da substituição natural da mão-de-obra especializada em peças e conjuntos para integradores de módulos.

No Polo, o desenvolvimento de todos os projetos de produto e processo dos módulos foi realizado pelos fornecedores sem a interferência da montadora alemã, uma vez que não havia mais competência técnica de projeto ou de fabricação destes módulos dentro da montadora. Por outro lado, os fornecedores se tornaram especialistas no desenvolvimento de novos produtos e processos destes módulos.

Desta forma, a montadora alemã passou a se concentrar na definição da arquitetura do produto, na integração de módulos, no gerenciamento dos fornecedores especialistas e no controle de qualidade.

Montadora

A montadora brasileira, onde esta pesquisa foi realizada, passou por profundas transformações na divisão de atividades e responsabilidades com os seus principais fornecedores ao longo dos últimos 23 anos.

A utilização da modularidade propiciou a delegação de várias atividades do projeto e processo de fabricação dos módulos da VW do Brasil para os fornecedores. Isso gerou a redefinição das responsabilidades e atividades no desenvolvimento de novos produtos e processos.

Para o veículo Gol, essa divisão ocorreu somente em sua terceira geração no módulo painel de instrumentos. A montadora brasileira se responsabilizou pelo desenvolvimento do projeto - estabelecendo as regras que especificavam as funções do módulo, as interfaces e as interações com a carroçaria, levando em conta os padrões de qualidade, os padrões de desempenho, as normas e as legislações de trânsito e outras especificações gerais. A montadora também se responsabilizou pelo desenvolvimento do projeto do processo de fabricação juntamente com o fornecedor.

Já no veículo Polo, nos módulos painel de instrumentos e porta, a VW AG se responsabilizou pela definição da arquitetura do produto especificando suas regras, enquanto que as atividades do projeto do produto, do desenvolvimento tecnológico e da produção foram delegadas para as matrizes dos fornecedores. A VW AG não participou do desenvolvimento dos processos de fabricação destes módulos.

Fornecedores

A modularidade provocou a desverticalização da cadeia automotiva com a delegação das atividades que tradicionalmente eram de sua responsabilidade para os seus fornecedores.

No veículo Gol terceira geração, o fornecedor participou, de maneira muito modesta, das fases iniciais do desenvolvimento do projeto do módulo painel de instrumentos, pois o seu poder de decisão se encontrava muito limitado à VW do Brasil. Já sua participação no desenvolvimento do projeto no que diz respeito ao o processo de fabricação foi fundamental, pois a produção do módulo era de sua responsabilidade.

No Polo, os projetos de produto e processo dos módulos foram desenvolvidos pelos fornecedores sem a intervenção da VW AG desde que estes módulos seguissem as regras do projeto. Neste veículo, os fornecedores mostraram de forma clara um maior domínio do *know how* de produto e processo de fabricação dos módulos.

Outro ponto verificado na utilização da modularidade, nos casos em questão, foi a necessidade de um aprofundamento maior nas relações entre a montadora e o fornecedor desde os estágios iniciais do desenvolvimento de novos produtos e processos dos módulos.

Os quatro casos estudados mostraram que a modularidade gerou uma maior necessidade de especialização do fornecedor de módulos para alavancar sua competitividade

e, dessa forma, evitar sua marginalização dentro do mercado automotivo. Os fornecedores passaram a desenvolver e melhorar continuamente as suas competências de projeto e processo dos módulos para atender a montadora, que, gradualmente, deixou de possuí-las total ou parcialmente.

Os casos estudados também mostraram que os fornecedores passaram a ser responsáveis pela inovação de produto e processo e, para isso, investiram em uma estrutura na área de P&D e desenvolveram-na com mão-de-obra especializada, qualificada e competente.

A modularização também exigiu que os fornecedores adquirissem novas habilidades e capacidades para que a entrega do módulo se desse de modo satisfatório. São elas: o gerenciamento de projetos, o gerenciamento da segunda camada de fornecimento, a habilidade na integração de peças e componentes, a especialização em qualidade, a garantia de qualidade e a assistência técnica.

6.2.5 – Divisão de Investimentos e Riscos

A pesquisa mostrou que a VW do Brasil, ao utilizar a modularidade, diminuiu os investimentos e os riscos do negócio, principalmente, por compartilhar investimentos elevados necessários à produção de um módulo, como equipamentos, mão-de-obra, infraestrutura predial, manutenção, gerenciamento de qualidade da segunda camada etc., obtendo assim várias vantagens.

Por outro lado, os fornecedores nacionais dos módulos aumentaram seu poder de negociação dentro da cadeia automotiva, pois, para criar um produto modular, era necessária uma maior capacitação técnica e financeira. Estabeleceu-se, assim, uma relação de maior inter-dependência entre a VW do Brasil e seus fornecedores.

Montadora

A modularidade permitiu a diminuição dos investimentos da VW do Brasil nas áreas de processo de fabricação devido ao compartilhamento destes com os fornecedores nacionais nos casos estudados.

Na terceira geração do Gol, a redução dos investimentos se deu nos equipamentos de injeção do painel de instrumentos e seus principais componentes, na linha de produção e em seus dispositivos de montagem e de controle de qualidade, na mão-de-obra direta da produção, no estoque de componentes etc.

No Polo, as reduções dos investimentos foram maiores do que no Gol, pois elas ocorreram em escala global. As principais reduções aconteceram:

- na P&D de novos produtos e processos realizados pelos fornecedores com a eliminação dos riscos tecnológicos associados à atividade, por exemplo: experiências de desenvolvimento de produtos que poderiam não chegar ao mercado automotivo, experiências mal sucedidas etc;
- no desenvolvimento do projeto de produto nas plataformas mundiais, conseqüentemente, as atividades de engenharia foram realizadas uma única vez;
- no desenvolvimento do projeto do processo de fabricação nas plataformas mundiais, portanto, as atividades de projeto de ferramentas, equipamentos, dispositivos de controle de qualidade, dispositivos de montagem etc. foram realizadas uma única vez;
- na infra-estrutura produtiva da montadora com instalações prediais, na mão-de-obra e nos equipamentos necessários à produção de um módulo.

Os principais riscos associados à escolha de um único fornecedor nos casos estudados estavam relacionados à possibilidade de descontinuidade de suprimento, caso imprevistos ocorressem com algum fornecedor do módulo, e, principalmente, à perda de poder de negociação devido aos altos investimentos realizados pelos fornecedores.

Por outro lado, as reduções em alguns investimentos e em seus respectivos riscos abriram oportunidades para VW do Brasil realizar outros investimentos em áreas de maior interesse.

Fornecedores

A capacidade de investimentos dos fornecedores passou a ser fundamental na escolha dos mesmos pela VW do Brasil e VW AG conforme mostrado em todos os casos em que a modularização ocorreu. Esta capacidade de investir do fornecedor determinava a garantia dos custos em P&D, e era uma exigência da VW AG no *follow sourcing* ou *global sourcing* para o suprimento das peças no local em que o veículo seria produzido, pois o fornecedor deveria absorver eventuais prejuízos sem prejudicar a montadora devido à variação da demanda, aos equipamentos e ferramentais específicos para a produção de um determinado módulo etc.

Os principais riscos e desvantagens associados ao fornecimento de um módulo nos casos estudados foram:

- aumento do risco do negócio devido ao investimento dedicado e específico necessário à produção de um módulo, isto é, o sucesso do negócio dependia do desempenho da VW do Brasil em suas vendas de veículos;

- menor margem de manipulação dos custos dos componentes dos módulos, uma vez que os sub-fornecedores e os preços praticados foram definidos pela própria montadora (VW do Brasil e VW AG), além dos objetivos contratuais da redução dos custos anuais;
- maiores custos na coordenação e no gerenciamento da programação da produção, do controle de qualidade e dos custos de garantia da segunda camada. Os contratos da VW do Brasil estabeleceram que o “moduleiro” era o responsável pelo atendimento da programação da produção na quantidade e qualidade especificada pela montadora.

Os casos estudados mostraram também alguns benefícios atingidos pelos fornecedores do Brasil e da Europa como:

- dificuldade para se trocar de fornecedor durante o desenvolvimento do projeto devido aos investimentos necessários para a produção de um módulo;
- contrato de exclusividade e de longo prazo para a produção dos módulos;
- maior intercâmbio técnico entre montadora, fornecedor e alguns sub-fornecedores na busca de soluções integradas ao desenvolvimento de um módulo. Este intercâmbio gerou um maior aprendizado técnico para futuros desenvolvimentos de novos produtos e processos dos fornecedores;
- aumento do faturamento devido ao maior valor agregado que um módulo possuía em relação a uma peça ou componente;
- garantia de trabalho nos novos desenvolvimentos de produtos.

6.2.6 – Localização dos Fornecedores

A proximidade do fornecedor de um módulo em relação à montadora aumentou a flexibilidade, a facilidade de reprogramação e a adaptação da produção às flutuações de demanda da montadora, devido a maior rapidez e confiabilidade no fluxo de informações entre as empresas.

Para o fornecimento de um módulo, devido a sua maior complexidade em relação a um componente, a exigência de um engenheiro residente dentro das instalações da montadora estava diretamente relacionada à localização do fornecedor. Quanto maior a distância do fornecedor do módulo em relação à montadora, maior era a necessidade de um engenheiro residente.

A função principal deste engenheiro era evitar qualquer risco de parada da linha principal, devido a problemas de qualidade ou falta de módulos, e prover uma imediata e competente assistência técnica.

6.3 – Contribuição para Literatura

A pesquisa realizada mostrou como a utilização da modularidade evoluiu ao longo dos últimos 23 anos em uma das maiores empresas automobilísticas instaladas no Brasil. É importante destacar que este acompanhamento histórico da evolução da modularidade foi realizado no veículo de maior produção acumulada na indústria automobilística brasileira, que superou a quantidade de quatro milhões de unidades produzidas no início do ano de 2003 (documentos internos da VW).

Esta documentação histórica, recolhida e analisada, das experiências vividas e o registro das principais decisões tomadas na adoção da modularidade pela VW Brasil - uma das principais montadoras do país - em seu principal produto por 23 anos, já representa por si só uma contribuição científica para a bibliografia existente sobre a indústria automobilística brasileira.

Além disso, é importante ressaltar que o pesquisador não encontrou estudos semelhantes na revisão bibliográfica sobre um estudo “longitudinal” da evolução da modularidade em um veículo, desde o seu nascimento até os dias atuais dentro de uma montadora de automóveis. As pesquisas semelhantes encontradas na literatura descrevem, estudam ou comparam a modularidade em várias montadoras e em um dado momento específico, realizando uma análise transversal do uso da modularidade na indústria automobilística.

Através do acompanhamento deste histórico, profissionais e pesquisadores poderão ter novas idéias sobre as possíveis estratégias a serem adotadas por empresas - não só do setor automobilístico - na implementação da modularidade de projeto ou processo e verificar como esta modularidade pode afetar diretamente os seus negócios.

Outra contribuição está relacionada às informações de “como” a modularidade foi implementada no desenvolvimento de novos produtos veiculares em uma empresa montadora de veículos e em vários fornecedores diretos.

6.4 – Recomendações para Futuras Pesquisas

Nesta pesquisa, muitas questões foram levantadas durante a sua elaboração:

1. **Fornecedores nacionais** - Como foi observado, houve uma redução de fornecedores nacionais na primeira camada com a utilização da modularidade. A necessidade de uma maior capacitação técnica e financeira de um produto modular substituiu os fornecedores nacionais por multinacionais. Algumas questões que vêm à mente são:
 - Os fornecedores nacionais estariam condenados a extinção na primeira camada de fornecimento devido à modularidade?
 - Quais seriam as estratégias adotadas pelos fornecedores nacionais para enfrentarem a onda de modularização dos componentes automotivos?

2. **Troca de fornecedores** – Todos os casos estudados mostraram que os contratos de fornecimento dos módulos eram de longo prazo e de exclusividade.
 - Seria possível a troca de um fornecedor de um módulo, caso este não atingisse as metas acordadas com a montadora para sua manutenção?
 - Quais seriam os mecanismos de pressão que a montadora utilizaria nestes casos?

3. **A modularidade, a pós-venda e os custos de garantia** – A modularidade de processo e projeto agrega um grande valor nos módulos. A complexidade de um módulo é muito maior do que a de um componente, a sua troca ou manutenção passa a ser mais difícil devido à tecnologia de processo e produto envolvida. Uma pesquisa quantitativa e qualitativa poderia ser realizada para verificar os seguintes tópicos:
 - Quais os impactos da modularidade na pós-venda dos veículos? E quais os impactos na qualificação da mão-de-obra nas concessionárias, nos custos de garantia de um veículo, nos custos de manutenção? Como os consumidores avaliam os módulos?

4. **A modularidade nos veículos nacionais** – A pesquisa realizou um estudo da evolução do uso da modularidade em um veículo projetado no Brasil, que inicialmente utilizou o conceito de um produto de arquitetura integral e passou por diversas adaptações para utilizar o conceito de um produto de arquitetura modular ao longo dos anos. Uma pesquisa qualitativa poderia ser realizada para verificar os seguintes tópicos:
 - Um veículo de plataforma nacional, projetado integralmente no Brasil, atualmente, utilizaria a modularidade na mesma proporção que um veículo de plataforma mundial?
 - A utilização da modularidade seria viável à montadora e ao fornecedor brasileiro para uma produção em escala nacional?

5. **Projetos automotivos nacionais** – A pesquisa mostrou que as atividades mais nobres do desenvolvimento do produto e processo no veículo de plataforma mundial foram realizadas na matriz da montadora e dos fornecedores.
- Seria viável o desenvolvimento do produto e do processo de um módulo nacional nos atuais fornecedores de módulos, uma vez que sua engenharia de produto se localiza no exterior?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA. **Anuário estatístico da indústria automobilística brasileira 1957 – 2001**. São Paulo, ANFAVEA, 2002.

ARBIX, Glauco; ZILBOVICIUS, Mauro. **Consórcio Modular da VW: um novo modelo de produção?** In: ARBIX, Glauco; ZILBOVICIUS, Mauro. **De JK a FHC: a reinvenção dos carros**. São Paulo, Scritta, 1997.

BALDWIN, C. Y; CLARK, K. B., **Managing in an age of modularity**, Harvard Business Review, September- October, 1997.

BALDWIN, C. Y; CLARK, K. B, **Design Rules**, MIT Press, Massachusetts, 2000.

CAMUFFO, A. **Rolling out a “world car”:** globalization, outsourcing and modularity in the auto industry, In.: International Vehicle Program (IMVP), 2001.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry**. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1991.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C, **Managing new product and process development**, Harvard Business School, 1993.

CUTHERELL, D. Product architecture, In: ROSENAU, M. D.; GRIFFIN, A.; CASTELLION, G. et al. **The PDMA handbook of new product development**, New York, John Wiley & Sons Inc, 1996.

DIAS, A. V. C., **Consórcio Modular e condomínio industrial: elementos para análise de novas configurações produtivas na indústria automobilística**, São Paulo, EPUSP, Departamento de Engenharia de Produção, Dissertação, 1998.

DIAS, A. V. C.; SALERNO, M. S. **Condomínios industriais: novas fábricas, novos arranjos produtivos e novas discussões na indústria automobilística brasileira**, São Paulo, EPUSP, 1998.

EISENHARDT, K. M., **Building theories from case study research**. in Academy of Management Review , vol. 14 no 4, p.532-550, 1989.

FINE, C. H. **Mercados em evolução contínua: conquistando a vantagem competitiva num mundo em constante mutação**. Rio de Janeiro, Campus, 1999.

FREYSSINET, M.; LUNG, Y. **Between globalisation and regionalisation: what is the future of the motor industry?** In: HUMPHREY, J.; LECLER, Y.; SALERNO, M. **Global strategies and local realities: the auto industry in emerging markets**. London, Macmillan, 2000.

FUJIMOTO, T., A case of “fat design” in the Japanese auto industry, Capability building and over-adaptation, In LUNG, Y.; CHANARON, J. J.; FUJIMOTO, T. et al. **Coping with variety: flexible productive systems for product variety in the auto industry**, Avebury, Ashgate, 1999.

HELPER, S, MacDUFFIE, J. P.; PIL, F. et al. **Modularization and outsourcing: implications for the future of automotive assembly**, In.: International Vehicle Program (IMVP), 1999.

HUMPHREY, J.; LECLER, Y.; SALERNO, M. Introduction. In: **Global strategies and local realities: the auto industry in emerging markets**. London, Macmillan, 2000.

LUNG, Y. Is the rise of emerging countries as automobile producers a irreversible phenomenon? In: HUMPHREY, J.; LECLER, Y.; SALERNO, M. **Global strategies and local realities: the auto industry in emerging markets**. London, Macmillan, 2000.

LUNG, Y.; CHANARON, J.; FUJIMOTO, T.; RAFF, D.. **Coping with variety: flexible productive system for product variety in the auto industry**. Hampshire (Inglaterra), Ashgate, 1999.

MARSHALL, C.; ROSSMAN, G. **Designing Qualitative Research**. 2ed. Sage Publications. Thousand Oaks, California, 1995.

MARX, R.; ZILBOVICIUS, M.; SALERNO, M. **The modular consortium in a new VW truck plant in Brazil: new forms of assembler and supplier relationship**. Integrated Manufacturing System, v8, n.6, 1997. P292-8.

McALINDEN, SEAN et al, **The future of modular automotive systems: Where are the economic efficiencies in the modular assembly concept?**, Michigan Automotive Partnership Research Memorandum n1, November 1999.

MILES, M.; HUBERMAN, A. **Qualitative data analysis: a sourcebook of new methods**, Beverly Hills, CA, Sage, 1994.

MUFFATTO, M. **Platform strategies in international new product development**, International Journal of Operations & Production Management, vol 19 n 5/6, 1999, p. 449-459.

PIRES, S. **Gestão da cadeia de suprimentos e o modelo de consórcio modular**, Revista de Administração, São Paulo v. 33, julho/setembro, 1998.

POSTHUMA, A. **Autopeças na encruzilhada: modernização desarticulada e desnacionalização**. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. (org). **De JK a FHC: a reinvenção dos carros**. São Paulo, Scritta, 1997.

PRAHALAD, C.; HAMEL, G. **The core competence of the corporation**. Harvard Business Review, May/June 1990, p. 79-91.

RAMALHO, J.; SANTANA, M. A indústria automobilística no Rio de Janeiro: relações de trabalho em um contexto de desenvolvimento regional, In: NABUCO, M.; NEVES, M.; NETO, A. (org). **Indústria automotiva: a nova geografia do setor produtivo**, Rio de Janeiro, DP&A, 2002.

SALERNO, M.; DIAS, A. **Product design modularity, modular production, modular organization: The evolution of modular concepts**, In.: Rencontre Internationale du GERPISA 8, Paris, 2000.

SALERNO, M.; ZILBOVICIUS, M.; ARBIX, G. **Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil**. Revista de Administração, FEA-USP, v.33, n.3, p.16-28, jul/set. 1998.

SALERNO, M.; ZILBOVICIUS, M.; DIAS, A. **Industrial condominiums and modular consortiums: criteria for global sourcing or supplier proximity in the new auto plants in Brazil**. In.: VI INTERNATIONAL EUROMA (EUROPEAN OPERATIONS MANAGEMENT ASSOCIATION) CONFERENCE, Veneza, Anais. Euroma, p.295-302, 1999.

SALERNO, M. **The characteristics and the role of modularity in the automotive business**. International Journal Automotive Technology and Management, vol1, no.1, p.92-107, 2001.

SALERNO, M.; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M. et al. **A nova configuração da cadeia automotiva brasileira**, São Paulo, EPUSP-PRO, 2002.

SAKO, M.; MURRAY, F. **Modules in design, production and use: implications for the global automotive industry**, In.: International Vehicle Program (IMVP), Cambridge Massachusetts, October, 1999.

SAKO, M.; MURRAY, F. **Modular strategies in cars and computers**, In.: International Vehicle Program (IMVP), Cambridge Massachusetts, December, 1999.

SAKO, M.; WARBURTON, M. **Modularization and outsourcing project**, In.: International Vehicle Program (IMVP), Boston, October, 1999.

SELLTZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M.; COOK, S. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**, São Paulo, Editora Herder, 1965.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Basic of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques**, Sage Publications, Newbury Park, CA, 1990.

SUGIYAMA, Y.; FUJIMOTO, T. **Product development for country specific vehicle in Asia: a dynamic view in global strategies**, In: J. Humphrey, Y. Lecler, M. S. Salerno (Eds) **Global strategies and local realities: the auto industry in emerging markets**, London, Macmillan, 2000.

TAKEISHI, A.; FUJIMOTO, T. **Modularization in the Auto Industry: Interlinked Multiple Hierarchies of Product, Production, and Supplier System**, In.: International Vehicle Program (IMVP), 2001.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. **Product Design and Development**, New York, McGraw-Hill, 1995.

YIN, R. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**, Porto Alegre, Bookman, 2002.

ANEXOS

QUESTIONÁRIO-BASE PARA AS ENTREVISTAS

Fornecedor:

Veículo:

Produto: Conjunto / Módulo Painel de instrumentos / portas

A. Perfil do entrevistado

1. Nome do entrevistado:
2. Cargo do entrevistado:
3. Quanto tempo atua na empresa:

B. Perfil da organização

1. Número de funcionários:
2. Origem da empresa (Nacional x Multinacional):
3. Tempo de atuação da empresa no Brasil?
4. Em quantos países a empresa atua?
5. Quanto tempo fornece para VW?
6. Breve histórico do relacionamento com a VW?
7. Localização das plantas?
8. Razões da localização?

C. Geral

1. O que é um módulo para fornecedor?
2. Quais os objetivos da modularização?
3. Por que a modularidade é importante para o fornecedor?
4. Quais as vantagens e desvantagens da modularização?

D. Desenvolvimento de produto

1. Quem é proprietário do desenho do produto?
2. Qual o grau de participação do fornecedor no desenvolvimento do projeto do produto?
3. Quais são as suas principais responsabilidades no desenvolvimento do projeto do produto?
4. Quais são as principais responsabilidades da montadora no desenvolvimento do projeto do produto?
5. Projeto tem sua origem na matriz do fornecedor, no próprio fornecedor do Brasil ou na montadora?
6. Quem domina a tecnologia de produto do módulo? Montadora ou fornecedor?
7. P&D do módulo é responsabilidade da montadora ou fornecedor?
8. Quais são os principais pontos fortes e fracos no desenvolvimento de um módulo em relação a uma peça?
9. Qual a importância do desenvolvimento local do módulo?

E. Desenvolvimento do processo

1. Como é desenvolvido o projeto do processo de fabricação do módulo?
2. Quem projetou o processo de fabricação, o fornecedor no Brasil ou sua matriz?
3. Domínio da tecnologia de processo na montadora ou no fornecedor?
4. Qual o nível de responsabilidade e participação da montadora na administração das máquinas, ferramentas, investimentos nos processos de fabricação dos módulos?
5. Quais as principais vantagens e desvantagens no fornecimento de módulos / peça?
6. Existe diferença no projeto do processo de fabricação de peças e módulos?
7. Indicar os pontos fortes e fracos na troca de informações para o desenvolvimento do processo de módulos / peças?
8. Quem é responsável pela gestão da qualidade?

F. Contrato com os fornecedores

1. Existe diferença nas regras de fornecimento de módulo e peças?
2. Qual o prazo dos contratos com a montadora?
3. Quais as vantagens e desvantagens em fornecer módulos? Por que?
4. Quais os pontos fortes do *global sourcing*?
5. Quais os pontos fortes do *follow sourcing*?
6. Houve repartição nos investimentos iniciais?

PESQUISA COM A MONTADORA

QUESTIONÁRIO-BASE PARA AS ENTREVISTAS

Montadora VW

Veículo: Gol e Polo

Produto: Conjunto / Módulo Painel de instrumentos

A) Geral

Setor pesquisado: Tecnologia do Produto, Engenharia de Manufatura, Engenharia da Qualidade, Compras.

Veículo: Gol e Polo

1. O que é um módulo para montadora?
2. Quais os objetivos da modularização?
3. Por que a modularidade é importante para montadora?
4. Quais as vantagens e desvantagens da modularização?

B) Desenvolvimento do produto

Setor pesquisado: Tecnologia do Produto

Veículo: Gol

1. Histórico do desenvolvimento do conjunto/módulo, painel de instrumentos, no Gol?
2. Como ocorreu o processo de modularização do painel de instrumentos?
3. Qual a diferença no desenvolvimento do produto painel de instrumentos no Gol GI, GII e GIII?
4. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do painel de instrumentos no Gol GI, GII e GIII (regras de projeto, hierarquia de projeto, etc)?
5. Divisão de trabalho de projeto do módulo painel de instrumentos entre montadora e fornecedor no Gol GIII?
6. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do painel de instrumentos no Gol GIII?
7. Quais foram os principais obstáculos no processo de modularização do painel de instrumentos?
8. Quais são os principais pontos fortes no desenvolvimento do painel de instrumentos antes e após a modularização?
9. Qual é a política de desenvolvimento, criação de especialistas em módulos ou integradores de módulos?

Veículo: Polo

1. Histórico do desenvolvimento do módulo, painel de instrumentos, no Polo?
2. Qual a diferença no desenvolvimento do produto painel de instrumentos no Gol e Polo?
3. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do painel de instrumentos no Polo (regras de projeto, hierarquia de projeto, etc)?
4. Divisão de trabalho de projeto do módulo painel de instrumentos entre montadora e fornecedor no Polo?
5. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do painel de instrumentos no Polo?
6. Qual o grau de participação da Tecnologia do Produto do Brasil no projeto do painel de instrumentos do Polo?
7. Quais são os principais pontos fortes e fracos no desenvolvimento do painel de instrumentos em um projeto de plataforma mundial?
8. Qual é a política de desenvolvimento do módulo painel de instrumentos, existe liberdade para modificações ou adaptações no Brasil?
9. Para a montadora no Brasil no depto de Tecnologia do Produto, quais são as suas principais responsabilidades e atribuições no painel de instrumentos do Polo?
10. Qual a principal diferença no desenvolvimento de um módulo em uma plataforma mundial e nacional?

C) Desenvolvimento do processo

Setor pesquisado: Engenharia de Manufatura.

Veículo: Gol

1. Qual a diferença no desenvolvimento do processo de fabricação do painel de instrumentos no Gol GI, GII e GIII?
2. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do processo de fabricação do painel de instrumentos no Gol GI, GII e GIII?
3. Divisão de trabalho de processo de fabricação do módulo painel de instrumentos entre montadora e fornecedor no Gol GIII?
4. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do processo de fabricação do painel de instrumentos no Gol GIII?
5. Quais são os principais parâmetros para a decisão da fabricação interna ou externa de um módulo?
6. Quais foram os principais obstáculos no processo de modularização no processo de fabricação do painel de instrumentos?
7. Quais são os principais pontos fortes no desenvolvimento processo de fabricação do painel de instrumentos antes e após a modularização?
8. Quais as vantagens e desvantagens do processo de fabricação do Gol GI, GII e GIII?
9. Nível de qualidade do módulo é melhor, pior ou igual quando fabricado internamente ou externamente?

Veículo: Polo

1. Qual a diferença no desenvolvimento do processo de fabricação do painel de instrumentos no Gol e Polo?
2. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do processo de fabricação do painel de instrumentos no Polo?
3. Divisão de trabalho de processo de fabricação do módulo painel de instrumentos entre montadora e fornecedor no Polo?
4. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do processo de fabricação do painel de instrumentos no Polo?
5. Processo de fabricação do painel de instrumentos no Brasil é semelhante ao da Europa?
6. Quais são os principais pontos fortes e fracos no desenvolvimento processo de fabricação do módulo painel de instrumentos em uma plataforma mundial?
7. Existe autonomia no Brasil para adaptar o processo de fabricação as condições locais?

D) Cadeia de suprimento

Setor pesquisado: Tecnologia do Produto, Engenharia de Manufatura, Engenharia da Qualidade, Compras.

Veículo: Gol e Polo

1. Escolha dos fornecedores para o desenvolvimento dos módulos, critérios?
2. Escolha dos fornecedores para o desenvolvimento de peças, critérios?
3. Existe diferença nas regras de fornecimento de módulo e peças?
4. Quais os pontos fortes do global sourcing?
5. Quais os pontos fortes do follow sourcing?
6. Houve repartição nos investimentos iniciais?

PESQUISA COM A MONTADORA
QUESTIONÁRIO-BASE PARA AS ENTREVISTAS

Montadora VW

Veículo: Gol e Polo

Produto: Conjunto / Módulo Porta

A) Geral

Setor pesquisado: Tecnologia do Produto, Engenharia de Manufatura, Engenharia da Qualidade, Compras.

Veículo: Gol e Polo

1. O que é um módulo para montadora?
2. Quais os objetivos da modularização?
3. Por que a modularidade é importante para montadora?
4. Quais as vantagens e desvantagens da modularização?

B) Desenvolvimento do produto

Setor pesquisado: Tecnologia do Produto

Veículo: Gol e Polo

1. Histórico do desenvolvimento do módulo porta no Polo?
2. Qual a diferença no desenvolvimento do produto porta no Gol GI, GII e GIII e Polo?
3. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do módulo porta no Polo (regras de projeto, hierarquia de projeto, etc)?
4. Divisão de trabalho de projeto do módulo porta entre montadora e fornecedor no Polo?
5. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do módulo porta no Polo?
6. Qual o grau de participação da Tecnologia do Produto do Brasil no projeto da porta do Polo?
7. Quais são os principais pontos fortes e fracos no desenvolvimento do módulo porta em um projeto de plataforma mundial?
8. Qual é a política de desenvolvimento do módulo porta, existe liberdade para modificações ou adaptações no Brasil?
9. Para a montadora no Brasil no depto de Tecnologia do Produto, quais são as suas principais responsabilidades e atribuições no módulo porta do Polo?
10. Qual a principal diferença no desenvolvimento de um módulo de plataforma mundial e nacional?
11. Quais foram os principais obstáculos no processo de modularização da porta?
12. Quais são os principais pontos fortes no desenvolvimento da porta antes após a modularização?
13. Qual é a política de desenvolvimento, criação de especialistas em módulos ou integradores de módulos?

C) Desenvolvimento do processo**Setor pesquisado:** Engenharia de Manufatura.**Veículo:** Gol e Polo

1. Qual a diferença no desenvolvimento do processo de fabricação da porta no Gol GI, GII e GIII?
2. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do processo de fabricação da porta no Gol GI, GII e GIII?
3. Divisão de trabalho de processo de fabricação da porta entre montadora e fornecedor no Gol GI, GII e GIII?
4. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do processo de fabricação dos componentes da porta no Gol GI, GII e GIII?
5. Quais são os principais parâmetros para a decisão da fabricação interna ou externa de uma peça?
6. Quais foram os principais obstáculos no processo de modularização no processo de fabricação da porta?
7. Quais são os principais pontos fortes no desenvolvimento processo de fabricação da porta antes e após a modularização?
8. Quais as vantagens e desvantagens do processo de fabricação do Gol GI, GII e GIII ?
9. Nível de qualidade do módulo é melhor, pior ou igual quando fabricado internamente ou externamente?

Veículo: Polo

1. Qual a diferença no desenvolvimento do processo de fabricação da porta no Gol e Polo?
2. Qual a responsabilidade da montadora no desenvolvimento do processo de fabricação da porta no Polo?
3. Divisão de trabalho de processo de fabricação do módulo porta entre montadora e fornecedor no Polo?
4. Qual a responsabilidade do fornecedor no desenvolvimento do processo de fabricação do módulo porta no Polo?
5. processo de fabricação do módulo porta no Brasil é semelhante ao da Europa?
6. Quais são os principais pontos fortes no desenvolvimento processo de fabricação do módulo porta em uma plataforma mundial?
7. Existe autonomia no Brasil para adaptar o processo de fabricação as condições locais?
8. Quais as vantagens e desvantagens do processo de fabricação de um módulo de plataforma mundial?

D) Cadeia de suprimento

Setor pesquisado: Tecnologia do Produto, Engenharia de Manufatura, Engenharia da Qualidade, Compras.

Veículo: Gol e Polo

1. Escolha dos fornecedores para o desenvolvimento dos módulos, critérios?
2. Escolha dos fornecedores para o desenvolvimento de peças, critérios?
3. Existe diferença nas regras de fornecimento de módulo e peças?
4. Quais os pontos fortes do global sourcing?
5. Quais os pontos fortes do follow sourcing?
6. Houve repartição nos investimentos iniciais?