CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

RONNIE MIKIO SHIBATA

ENGENHARIA DE PRODUTOS: Desenvolvimento de veículos globais em subsidiária brasileira de multinacional

São Bernardo do Campo
2010

RONNIE MIKIO SHIBATA

ENGENHARIA DE PRODUTOS: Desenvolvimento de veículos globais em subsidiária brasileira de multinacional

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro Universitário da FEI para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica orientado pela Profª. Drª. Gabriela Scur da Silva.

São Bernardo do Campo
2010

Shibata, Ronnie Mikio
Engenharia de produtos: desenvolvimento de veículos globais em subsidiária brasileira de multinacional / Ronnie Mikio Shibata. São Bernardo do Campo, 2010.
141 f. : il.

Dissertação - Centro Universitário da FEI.
Orientadora: Profa. Dra. Gabriela Scur da Silva

1. Arquitetura Global. 2. Desenvolvimento de Produtos. 3. Produtos Globais. 4. Indústria Automotiva, Subsidiária de Multinacional. I. Silva, Gabriela Scur da., orient. II. Título.

CDU 658.5

Centro Universitário da **FEI**

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA JULGADORA

PGE- 10

Programa de Mestrado de Engenharia Mecânica

Aluno: Ronnie Mikio Shibata

Matrícula: 208.122-2

Título do Trabalho: **Engenharia de Produtos: Desenvolvimento de veículos globais em subsidiária brasileira de multinacional.**

Área de Concentração: Produção

Orientadora: Profª. Drª. Gabriela Scur da Silva

Data da realização da defesa: 18 / junho / 2010

A Banca Julgadora abaixo-assinada atribuiu ao aluno o seguinte:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

São Bernardo do Campo, 18 / 06 / 10 .

MEMBROS DA BANCA JULGADORA

Profª. Drª. Gabriela Scur da Silva

Ass.: _____

Profª. Drª. Flavia Consoni

Ass.: _____

Profª. Drª. Cristina Rodrigues de Borba Vieira

Ass.: _____

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

ENDOSSO DO ORIENTADOR APÓS A INCLUSÃO DAS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

_____

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

_____

Prof. Dr. Agenor de Toledo Fleury

Aos meus pais e familiares, à Monique e amigos que nunca pouparam incentivos e apoio em todos os meus empreendimentos.

AGRADECIMENTOS

Escrever agradecimentos significa que um grande trabalho está terminando. De fato, concluir esta dissertação de mestrado exigiu coragem para tomar a decisão de enfrentar este desafio, muita paciência e incentivo das pessoas que comigo convivem. Por isso, expresso aqui a minha mais sincera gratidão a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que fosse possível alcançar esta fase de conclusão.

Estes quase 30 meses de dedicação a este projeto foram suficientes para muitas coisas acontecerem. Por isso, é interessante parar um pouco e pensar nas conquistas e desafios vivenciados. E o mais importante: quem foram as pessoas que realmente estiveram ao meu lado nos momentos que mais precisei de apoio e conforto.

Ao Kunio, meu pai e ídolo. Que nunca poupou esforços para proporcionar o melhor a mim e à minha irmã. Pessoa que admiro pela coragem, benevolência e dedicação; sempre me encorajando a superar meus limites, incentivando em todos os momentos favoráveis e desfavoráveis, e ensinando os mais nobres valores de vida.

À Elza, minha mãe, que mesmo não estando presente fisicamente, tenho a certeza de que ficaria orgulhosa de me ver vencendo mais uma batalha. Sempre me ensinou a ser uma pessoa que se dedica ao máximo nos empreendimentos, a ser determinado e sempre buscar aprender com as experiências boas e ruins.

À Suellen, minha irmãzinha, que sempre esteve apoiando nas minhas decisões e buscas de novos desafios.

À Monique, minha namorada. Esta sim, teve uma grandiosa paciência pelas noites e fins de semana dedicados neste projeto. Mas que em momento algum, deixou de me apoiar e incentivar na realização deste trabalho. Companheira de todos os momentos, carinhosa e rigorosa quando necessário. Uma das pessoas que não me deixam desistir facilmente dos meus sonhos e objetivos.

Ao Daisaku Ikeda, mestre da vida. Em suas freqüentes orientações, incentiva-me a ter sonhos grandiosos, visualizando 10 ou 50 anos adiante, e que uma única pessoa, pode influenciar e mudar positivamente o mundo.

Não posso deixar de agradecer ao casal Marcos e Márcia pelos incentivos antes e durante a realização deste trabalho. Pessoas que também sempre torceram por mim.

Agradeço também à Profª. Drª. Gabriela Scur, minha orientadora, pelos direcionamentos, paciência e incentivos durante a execução deste projeto.

À Profª. Drª. Flavia Consoni, cujos trabalhos serviram como ótimas referências e, para minha surpresa, esteve presente na banca de qualificação deste projeto; e à Profª. Drª. Cristina Rodrigues de B. Vieira. Ambas contribuíram essencialmente através de críticas e sugestões, durante o exame de qualificação, no direcionamento em busca de melhores resultados e qualidade no projeto que me permitiram chegar aqui.

Um agradecimento especial aos colegas da General Motors do Brasil: Emerson Fischler, Carlos Cavallin, Adriano Maquiaveli e Marcos Bianchi que também incentivaram a iniciar este Mestrado. Ao Pedro Manuchakian, Alexandre Guimarães e José Penteado que analisaram as propostas, incentivaram na escolha do tema e suportaram na execução do estudo de caso, através de concessão de entrevistas e revisão das informações a serem publicadas. Aos entrevistados: Albino Marques, Carla Pachu Oliveira, Eduardo Oliveira Santos e Filippo Santolia, que apesar da correria rotineira de trabalho, tiveram muita paciência e atenção para conceder entrevistas com informações precisas para a elaboração do estudo de caso.

Ao eterno orientador Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco, que apostou em mim no projeto de Iniciação Científica durante a graduação, fato que contribuiu no meu desejo de realizar um mestrado. Em seguida, de certa forma, orientou ao meu grupo na escolha de um tema para o trabalho de conclusão de curso da graduação. E, não poderia ser diferente, me ajudou a tomar decisões quando optei por este curso de mestrado.

Enfim, é difícil expressar em palavras a gratidão que tenho por todas as pessoas que me incentivaram, se interessaram pelo projeto ou que apenas perguntavam “Como está o seu mestrado?” apenas para puxar conversa... Sem estas pessoas, a realização e conclusão deste trabalho não teriam sido tão especiais.

Desta forma, Muito Obrigado a todos com quem tenho a oportunidade de compartilhar momentos tão importantes da minha vida. Esta é a conclusão de mais uma das inúmeras vitórias a serem conquistadas.

Atuem agora e vivam o presente
com a certeza de que neste exato instante
está se erguendo o futuro.
Deixem seus méritos gravados
na história de suas contínuas vitórias!
A dificuldade no momento presente
será a glória em seu futuro!
O desbravar do caminho do novo século
será proporcional a sua caminhada!
Daisaku Ikeda

RESUMO

A competitividade na indústria automotiva tem aumentado cada vez mais e os mercados maduros estão cada vez mais saturados. Neste contexto, a busca por vantagem competitiva através da globalização de operações em busca de redução de custos ou acesso a mercados em expansão têm sido parte das estratégias das multinacionais no desenvolvimento de produtos. Os produtos globais oferecem vantagem devido a sua padronização mundial de componentes e sistemas associada à possibilidade de atender diversos mercados com poucas modificações específicas. Desta forma, a partir de uma arquitetura global, é possível desenvolver veículos em diversos tipos de carroceria e design, para diversos requisitos de desempenho, simultaneamente. No atual cenário da indústria automotiva, as subsidiárias localizadas em países emergentes, que têm se destacado economicamente nos últimos cinco anos, tornam-se importantes na estratégia de desenvolvimento de veículos devido ao conhecimento que possuem em relação aos produtos destes mercados. O presente trabalho buscou compreender o processo de desenvolvimento de produtos globais pela engenharia de produtos da subsidiária brasileira da General Motors. A primeira etapa compreendeu a pesquisa em fontes secundárias para descrever e entender o atual cenário da indústria automotiva e do processo de engenharia de desenvolvimento de veículos. A segunda etapa se refere ao estudo de caso realizado através de entrevistas com pessoas ligadas ao desenvolvimento de um veículo baseado em arquitetura global pela General Motors do Brasil (GMB). Dentre as principais conclusões, pode-se destacar que a engenharia de produtos da GMB deixou de ser apenas uma subsidiária que adaptava veículos desenvolvidos pela Opel, subsidiária alemã ou pela matriz norte-americana, tornando-se uma subsidiária capaz de desenvolver produtos que atendam não apenas a mercados locais, mas sim a diversos mercados. Além disso, a estratégia de desenvolvimento de arquiteturas globais traz vantagens quanto ao custo e tempo por evitar duplicidade de desenvolvimentos. Para a GM, isto se tornou possível após a integração de todos os centros de engenharia de desenvolvimento de produtos em uma engenharia global.

Palavras-chave: arquitetura global, desenvolvimento de produtos, produtos globais, indústria automotiva, subsidiária de multinacional.

ABSTRACT

Competition in automotive industry has been increased and mature markets are even more saturated. In this context, searching for competitive advantages through globalization of operations towards to cost reduction or access to emergent markets has been part of automotive manufacturers strategy in product development. Global products allows to have competitive advantages due to possibility of global standardization of components and systems associated to the possibility of meeting different market requirements with low level of modifications. Basing on a global architecture it is possible to develop vehicles with different body styles and design meeting different performance requirements simultaneously. In current automotive industry situation, car makers affiliates located in emerging market countries, which have had important economic growth during last 5 years, have become very important in vehicle product development strategy due to their knowledge in specific product requirements for those markets. This paper aimed to understand the process of a global vehicle development by General Motors Brazil product engineering team. First step has been focused on researches in order to understand and describe current automotive industry scenery and vehicle development engineering process. Second step refers to a case study of a global vehicle development by General Motors do Brasil (GMB) engineering team. Amongst its findings, it can be highlighted that GMB product engineering is not specifically focused in adapt North-american or German products to Brazilian market only. It has become a GM affiliate capable in developing vehicles to meet global market requirements. Besides that, vehicle development strategy based on global architectures allows advantages related to cost and development timing because it avoids duplicity of developments in two or more countries. For GM, this has become possible after the integration of all product development centers integration into one global engineering.

Keywords: global architecture, product development, global products, automotive industry, multinational affiliate.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Entrevistados para o estudo de caso na GMB. 23
FIGURA 2 - Posicionamento das Empresas Transnacionais com Relação ao Papel da Subsidiária. 32
FIGURA 3 – Produtos, consumidor e comercialização 39
FIGURA 4 – Exemplo de arquitetura de veículos 46
FIGURA 5 – Definição de arquitetura de acordo com as montadoras 47
FIGURA 6 – Ford C-MAX e Grand C-MAX, os 2 primeiros veículos da arquitetura global C. 51
FIGURA 7 – Nissan Micra, desenvolvido sobre a arquitetura global V. 52
FIGURA 8 – Carro conceito compacto projetado sobre arquitetura global da Honda, para mercados emergentes. 52
FIGURA 9 – Interação dos Grupos de Processos em um projeto 56
FIGURA 10 – Fluxo de desenvolvimento de produtos: engenharia seqüencial e engenharia simultânea 60
FIGURA 11 – Exemplo de Engenharia Simultânea tipo SBCE 63
FIGURA 12 – Organização da indústria automotiva. 69
FIGURA 13 – Lançamento de veículos pela GMB no Brasil 74
FIGURA 14 – Chevrolet Chevy 500: primeiro derivativo desenvolvido pela GMB 75
FIGURA 15 – Opel Corsa lançado em 2000 na Europa (esquerda) e o Chevrolet Corsa lançado em 2002 no Brasil (direita) 77
FIGURA 16 – Chevrolet Meriva 78
FIGURA 17 – *Advanced Development Teams* (ADT) da GM 81
FIGURA 18 – Exemplo de u*nderbody* de um veículo 83
FIGURA 19 – Organograma administrativo da engenharia de produtos da GMB 91
FIGURA 20 – Organograma do time de desenvolvimento de programas da GMB 92
FIGURA 21 – Classificação das fases da engenharia de produtos da GMB segundo Fleury (1999) 108
FIGURA 22 – Linha Corsa no Brasil 110
FIGURA 23 – Hummer H3T (a esquerda), desenvolvida pela GMB e a versão SUV que serviu como base de desenvolvimento (a direita) 112

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Produção anual de veículos – Principais mercados 17
TABELA 2 – Produção anual de veículos 2008 (OICA) 34
TABELA 3– Produção anual dos veículos entre 1996 e 2008. 36
TABELA 4 **–** *Ranking* em venda de automóveis no ano de 2009 36
TABELA 5 – Comparação da produção e das vendas de veículos automotores na região de origem da montadora em 1997 e 2006. 37

RELAÇÃO DE ABREVIAÇÕES

APQP	*Advanced Product Quality Planning*
AVD	*Advanced Vehicle Development*
BIW	*Body In White*
BRIC	Termo criado para se referir ao grupo de países emergentes formado por Brasil, Rússia, Índia e China
CAD	*Computer Aided Design*
CT	Centro Tecnológico
CVG	Cadeia de Valores Global
CE	*Chief Engineer*
DFMEA	*Design Failure Mode and Effect Analysis*
DFA	*Design for Assembly*
DFM	*Design for Manufacturing*
DP	Desenvolvimento de Produtos
DRE	*Design Release Engineer*
DVP&R	*Design Verification Program & Report*
ECT	Economia dos Custos de Transação
ES	Engenharia Simultânea
ETN	Empresa Transnacional
FEA	*Finite Element Analysis*
GA	*General Assembly*
GCS	Gestão da Cadeia de Suprimentos
GM	General Motors
GMB	General Motors do Brasil
GMDAT	General Motors Daewoo Auto & Technology
GMNA	General Motors *North America*
GPDS	*Global Product Description System*
HVAC	*Heating, Ventilation and Air Conditioning*
IED	Investimento Externo Direto
LGFC	Líder Global de Família de Componentes
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OICA	*Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*
PDT	*Product Development Team*
PDSA	*Plan-Do-Study-Act*
PFMEA	*Process Failure Mode and Effect Analysis*
PSA	Grupo formado por Peugeot e Citroën
PMBOK	*Project Management Body of Knowledge*
PMI	*Project Management Institute*
PVO	*Product Value Optimization*
RVCE	*Regional Vehicle Chief Engineer*
SBCE	*Set-Based Concurrent Engineering*
SMT	*System Management Team*
SUV	*Sport Utility Vehicle*
TI	Tecnologia da Informação
VSE	*Vehicle Subsystem Engineer*
VW	Volkswagen
XYZ	Sigla utilizada para identificar a arquitetura global que é objeto do estudo de caso descrito neste trabalho
XYZBR	Sigla utilizada para identificar o projeto que está sendo desenvolvido pela GMB com base na arquitetura global que é objeto do estudo de caso descrito neste trabalho
XYZCS	Sigla utilizada para identificar o projeto que está sendo desenvolvido pela subsidiária sul-coreana com base na arquitetura global que é objeto do estudo de caso descrito neste trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 Contextualização do tema e objetivos do trabalho 16
1.1.1 Objetivo 20
1.2 Metodologia 21
1.3 Estrutura do trabalho 23

2 INTERNACIONALIZAÇÃO 25
2.1 Relação entre matrizes e subsidiárias 30

3 INDÚSTRIA AUTOMOTIVA 34
3.1 Indústria automotiva no Brasil 38
3.2 Papel das subsidiárias brasileiras da indústria automotiva 40

4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS 43
4.1 Desenvolvimento de veículos 44
4.1.1 Arquiteturas Globais 45
4.1.2 Variáveis que influenciam na definição da estratégia de desenvolvimento de um veículo 48
4.2 Desenvolvimento de veículos globais 50
4.3 Gestão de projeto de desenvolvimento de produto 53
4.3.1 Conceito APQP 53
4.3.2 Método do PMI 55
4.4 Planejamento do produto 58
4.5 Engenharia de produtos 58

5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA GENERAL MOTORS DO BRASIL 71

5.1 História da GMB 72

5.2 História da engenharia de produtos da GMB 74

5.2.1 Desenvolvimento do projeto Meriva 78

5.3 Desenvolvimento de produtos globais pela GM 80

5.3.1 Arquitetura Epsilon 82

5.3.2 Arquitetura Epsilon II 83

5.4 Integração da engenharia de produtos local com a engenharia global 84

5.5 Desenvolvimento do projeto global XYZBR pela GMB 89

5.5.1 Definição do produto 89

5.5.2 Divisão da engenharia de produtos 90

5.5.3 Hierarquia da equipe atuante no projeto XYZBR 91

5.5.4 Premissas para o desenvolvimento do projeto XYZBR 93

5.5.5 Engenharia de desenvolvimento avançado para o projeto XYZBR 94

5.5.6 Definição de conceitos de componentes para o projeto XYZBR 95

5.5.7 Seleção de fornecedores 97

5.5.8 Processo de desenvolvimento de componentes para o projeto XYZBR 97

5.5.9 Interação entre centro de desenvolvimento do projeto líder e GMB 102

5.5.10 Lições Aprendidas com o projeto XYZBR 105

6 DISCUSSÃO DE RESULTADOS 107

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 119

REFERÊNCIAS 126

APÊNDICE A – Roteiro para entrevista com o Vice-presidente da Eng de Produtos da GM *South America* 136

APÊNDICE B – Roteiro para entrevista com o *Vehicle Chief Engineer* regional.....137

APÊNDICE C – Roteiro para entrevista com os *Vehicle Subsystems Engineers*.....140

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema e objetivos do trabalho

A estratégia de crescimento das grandes empresas oligopolistas e capitalistas está fortemente relacionada com a dimensão internacional, ou seja, o comércio internacional e a relação com fornecedores e/ou clientes estrangeiros fazem parte da história destas empresas (KON, 1994).

A busca por vantagem competitiva, em um ambiente globalizado, faz com que as empresas desenvolvam novas formas de agregar valor aos seus produtos e/ou serviços. O desafio neste novo cenário está em desenvolver produtos competitivos em custo e qualidade que atendam às necessidades e expectativas dos mercados. Para isso, é necessário buscar vantagens competitivas, através de estratégia de linha de produtos, custos de produção e desenvolvimento e gerenciamento de cadeia de fornecedores que possibilitem a otimização do custo do produto.

Para uma empresa manter uma postura competitiva, é necessária a revisão de estratégias, modelo de negócios e de processos, aquisição de novas tecnologias, exploração de novos mercados, adoção de novas estruturas organizacionais compatíveis com os objetivos e condições do ambiente em que se encontra (CAMELO, 2007). Para muitas empresas, a internacionalização de atividades faz parte da estratégia em busca da competitividade.

No processo de internacionalização, as empresas devem considerar os fatores locacionais para que possam usufruir e manter suas vantagens exclusivas (GONÇALVES, 2002) e a gestão da cadeia de suprimentos torna-se um importante aspecto a ser analisado nos processos de internacionalização.

A inclusão da internacionalização de algumas operações na estratégia das empresas propicia a redução de custos e a melhor distribuição de atividades. Nota-se que houve certa saturação nos mercados dos países desenvolvidos como Estados Unidos, Alemanha, Japão e outros, que são considerados como fonte de tecnologia e de manufatura de ponta. Essa saturação dos mercados maduros faz com que as empresas busquem fontes de vantagem competitiva, por exemplo, menores custos de produção. Isso fez com que nos últimos anos, essas empresas internacionalizassem crescentemente suas atividades em países emergentes

(INDUSTRY WEEK, 2008). Nos últimos anos, o termo BRIC, que faz referência aos países emergentes Brasil, Rússia, Índia e China, vem sendo um dos jargões mais utilizados no mundo dos negócios. Este termo foi concebido em 2003 por uma equipe de pesquisadores do banco americano Goldman Sachs. Baseados em estimativas de evolução dos mercados, da produção e da demografia, os analistas do Goldman Sachs prognosticaram que, no decorrer das próximas décadas, os quatro países líderes deverão ascender ao topo do ranking das maiores economias do planeta (CAETANO, 2006).

Segundo a *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles* (OICA), a produção de veículos nos países formadores do BRIC aumentou de 11,2 milhões (16,9% do total global) em 2005 para 16,7 milhões (23,6% do total global) em 2008, enquanto os Estados Unidos, por exemplo, tiveram uma queda de produção de 11,9 milhões em 2005 para 8,7 milhões em 2008, como se pode observar na Tabela 1. Nota-se que o crescimento da produção de veículos nos países emergentes foi maior que a queda da produção nos maiores mercados neste período.

Tabela 1 - Produção anual de veículos – Principais mercados

País	PRODUÇÃO 2005			PRODUÇÃO 2006			PRODUÇÃO 2007			PRODUÇÃO 2008		
	Automóveis	Veículos Comerciais	Total	Automóveis	Veículos Comerciais	Total	Automóveis	Veículos Comerciais	Total	Automóveis	Veículos Comerciais	Total
Brazil	2.009.494	518.806	2.530.840	2.092.029	519.005	2.611.034	2.391.354	585.796	2.977.150	2.561.496	658.979	3.220.475
China	3.078.153	2.629.535	5.708.421	5.233.132	1.955.576	7.188.708	6.381.116	2.501.340	8.882.456	6.737.745	2.607.356	9.345.101
India	1.264.000	362.755	1.638.674	1.473.000	546.808	2.019.808	1.713.479	540.250	2.253.729	1.829.677	484.985	2.314.662
Russia	1.068.145	283.054	1.354.504	1.177.918	330.440	1.508.358	1.288.652	371.468	1.660.120	1.469.429	320.872	1.790.301
BRIC	7.419.792	3.794.150	11.232.439	9.976.079	3.351.829	13.327.908	11.774.601	3.998.854	15.773.455	12.598.347	4.072.192	16.670.539
Alemanha	5.350.187	407.523	5.757.710	5.398.508	421.106	5.819.614	5.709.139	504.321	6.213.460	5.526.882	513.700	6.040.582
Japão	9.016.735	1.782.924	10.799.659	9.756.515	1.727.718	11.484.233	9.944.637	1.651.690	11.596.327	9.916.149	1.647.480	11.563.629
EUA	4.321.272	7.659.640	11.946.653	4.366.220	6.897.766	11.263.986	3.924.268	6.856.461	10.780.729	3.776.358	4.928.881	8.705.239
Total Global	46.862.978	19.619.461	66.482.439	49.918.578	19.304.397	69.222.975	53.201.346	20.064.715	73.266.061	52.637.206	17.889.325	70.526.531

Fonte: OICA, 2009.
Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Considerando-se estas premissas, as empresas com matrizes localizadas nos mercados em saturação buscam internacionalizar algumas de suas atividades desenvolvendo-as em suas subsidiárias localizadas em países que apresentem vantagens de custo ou conhecimento mais apurado sobre os mercados alvo. Sendo assim, as subsidiárias localizadas nos países emergentes vêm se tornando a fonte de desenvolvimento de produtos globais e cada vez mais padronizados, de forma que atenda a diversos mercados com poucas modificações (CAETANO, 2006).

Segundo Fleury e Fleury (2000), o processo de internacionalização não é algo recente. A empresa francesa Saint Gobain é considerada a empresa multinacional mais antiga do

mundo, iniciando sua produção de vidros em 1758. Isso é favorecido pelo fato de que as características geográficas européias facilitam a instalação de filiais em países próximos. No Brasil, as primeiras subsidiárias começaram a se instalar no fim do século XIX e início do século XX: Siemens em 1867, Rhodia em 1919, Ford Motor Company em 1921 e General Motors (GM) em 1925.

Os novos carros globais, ao contrário daqueles produzidos no passado que eram concebidos nas matrizes e posteriormente adaptados pelas subsidiárias regionais para os mercados locais, resultam do esforço conjunto de equipes de diversas partes do mundo. A parte de desenvolvimento de produto nos países emergentes custa em torno de 50% e 60% do valor do mesmo trabalho na Europa. A GM investiu cerca de US$500 milhões nas operações na Argentina e Brasil para o desenvolvimento de uma nova geração de veículos pequenos destinados aos mercados emergentes. (OLMOS, 2005; GREEN CAR CONGRESS, 2007). Este investimento abrange:

a) Desenvolvimento de uma nova família de veículos pequenos que será montado na Argentina e Brasil e vendido nos mercados emergentes. Para isso, foi planejada a expansão das plantas em Rosário, Argentina e São Caetano do Sul, Brasil. Este desenvolvimento está sendo feito pela engenharia do Centro Tecnológico da General Motors do Brasil (GMB).
b) Expansão do Centro de Engenharia de Produtos do Brasil, com investimento em um novo prédio e infra-estrutura, inaugurado em setembro de 2009.

A dinâmica da competitividade das multinacionais tem mudado também devido à contribuição da progressiva liberalização dos mercados e dos investimentos internacionais e do rápido desenvolvimento e difusão das tecnologias de informação e comunicação. Com isso, as empresas devem estar dispersas, ou seja, presentes em todos os maiores mercados em crescimento; além disso, devem estar integradas, ou seja, suas atividades devem estar organizadas de forma a explorar da melhor forma possível as ligações entre as diferentes subsidiárias (ERNST e KIM, 2001).

No caso das subsidiárias brasileiras das montadoras automotivas, tem havido uma integração cada vez mais intensa com as suas matrizes e, paralelamente, isso acarretou profundas mudanças no processo produtivo e no desenvolvimento de produtos como: modernização da linha de produtos, introdução de inovações organizacionais (consórcio

modular, condomínio industrial, etc.), perdas de graus de autonomia relativa, visto que quanto maior a integração entre subsidiárias e matriz, maior o comprometimento com as estratégias e programas estabelecidos pelas matrizes (CARVALHO, 2005).

A relevância de se estudar a internacionalização da indústria automotiva no contexto atual do crescimento dos países emergentes está no fato de que o desenvolvimento de produtos com atividades fragmentadas em vários países é um desafio para as multinacionais na busca de padronização dos produtos e melhor forma de coordenação destas atividades. Considerando-se que cada país ou região possui características de consumidores e requisitos legais distintos, os veículos podem possuir características técnicas e de *design* distintas, de acordo com seus respectivos mercados.

O desenvolvimento de uma arquitetura flexível, que possa atender aos requisitos de diversos países, reduz os recursos técnicos e econômicos necessários para as montadoras, ou seja, pode-se ter um veículo que atenda aos requisitos norte-americanos e outro para um país que não tenha tamanha exigência a partir de uma mesma base de desenvolvimento. Desta forma, não é necessário desenvolver vários chassis, sistemas de suspensão, direção, freios, motores e transmissão, por exemplo.

Porém, muitas vezes o desenvolvimento dos veículos baseados em uma mesma arquitetura nem sempre é feito pelo mesmo centro de desenvolvimento da multinacional e o fato de os veículos serem cada vez mais globalizados, além da possibilidade das plantas de produção estarem localizadas em países diferentes do país de desenvolvimento do produto, existe também o fato de que os fornecedores escolhidos para suprir a demanda do projeto também possam estar espalhados pelo mundo, dependendo dos custos oferecidos às montadoras. Isso cria um ambiente complexo em termos de coordenação das atividades de desenvolvimento de produtos, que antes era todo localizado em um país específico.

Segundo Hung (2007a), é de extrema importância para a competitividade da empresa no mercado em que está se buscando explorar, o entendimento de suas origens, sua capacidade produtiva, o impacto causado pela estagnação dos mercados maduros, os produtos e plataformas/arquiteturas disponíveis e sua flexibilidade de atender aos requisitos legais e de mercado com novas tecnologias. Com isso, é importante que os participantes do desenvolvimento de um projeto de arquitetura global tenham conhecimento dos mercados aos quais o veículo será destinado.

1.1.1 Objetivo

Estudar o processo de desenvolvimento de produtos globais pela engenharia de produtos da GMB, considerando a complexidade de coordenação das atividades relacionadas ao desenvolvimento do projeto XYZBR baseado na arquitetura global desenvolvida pela subsidiária da GM na Coréia do Sul.

Devido ao fato de não haver uma convenção na literatura para o uso das denominações plataforma e arquitetura, neste trabalho, será utilizado o conceito de arquitetura para identificar a parte estrutural do veículo que o cliente não enxerga e é utilizado como base de desenvolvimento para diversos modelos de veículos. Para a GM, entende-se como arquitetura global um conjunto de módulos e componentes comuns, com pontos de fixação comuns, que serão usados como base para o desenvolvimento para diversos veículos; ou seja, pode ser conceituado como a parte de um veículo que o cliente não vê e, portanto, pode ser comum a diversos modelos. Como exemplo pode-se citar como itens de arquitetura global: sistema de suspensão, sistema de freio, sistema de ar-condicionado, estrutura de bancos, assoalho, etc (FERREIRA, 2007).

As questões-chaves a serem respondidas por este estudo estão:

1. Quais elementos a corporação GM utilizou para definir o local de desenvolvimento deste novo produto que também seria destinado a outros mercados?
2. Como ocorreu o desenvolvimento do projeto XYZBR pela equipe da GMB, baseado arquitetura global XYZ?
3. Como se desenvolve soluções no desenvolvimento de componentes em um projeto baseado em arquitetura global, que deve atender requisitos distintos de diversos mercados?
4. Quais as vantagens e benefícios trazidos por um projeto global para a subsidiária brasileira?

Os pressupostos considerados foram:

1. A comunicação entre subsidiárias pode não ser eficaz, o que ocasiona a duplicidade de investigações de certos problemas e repetição de erros durante o desenvolvimento de produtos.
2. A interação com as subsidiárias localizadas em países diferentes apenas por telefone e e-mail pode dificultar a integração no desenvolvimento de projetos globais.
3. O desenvolvimento de arquiteturas globais pode dificultar a inovação em produtos pelas subsidiárias, visto que o desenvolvimento de um projeto com base em uma arquitetura existente pode limitar as modificações que poderiam ser feitas para otimizar, por exemplo, a massa total do veículo e seu custo.
4. O desenvolvimento de veículos baseados em arquiteturas globais pode trazer vantagens em relação ao custo e tempo de desenvolvimento quando se considera o atendimento de requisitos de diversos mercados durante a conceituação da arquitetura.

1.2 Metodologia

O objetivo deste estudo foi estudar desenvolvimento de veículos baseados em arquiteturas globais; especificamente, o desenvolvimento de um veículo pela engenharia de produtos da GMB com base em uma arquitetura global, cujo líder de desenvolvimento é a subsidiária sul-coreana da GM.

Este estudo teve caráter predominantemente qualitativo e do tipo exploratório. Segundo Gil (2002), as pesquisas exploratórias possuem como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou descoberta de intuições. Trata-se de um tipo de pesquisa com planejamento flexível, possibilitando a consideração de vários aspectos relativos ao fato a ser estudado. De acordo com Selltiz et al. (1967 apud GIL, 2002), este tipo de pesquisa, na maioria dos casos, inclui: a) levantamento bibliográfico; b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

O trabalho está dividido em duas etapas. A primeira se trata de uma pesquisa bibliográfica conceituando o processo de desenvolvimento de veículos e as mudanças neste processo para viabilizar o desenvolvimento de produtos globais; sempre considerando o cenário atual de globalização, em que as montadoras e fornecedores têm diversificado suas

regiões de desenvolvimento e produção com a finalidade de obter maior vantagem competitiva. A segunda etapa se refere a um estudo de caso sobre o desenvolvimento de um produto global pela Engenharia de Desenvolvimento de Produtos da GMB. Trata-se do desenvolvimento de um projeto de um veículo de passeio pequeno, baseado em uma arquitetura global que está sendo desenvolvida pela subsidiária sul-coreana. O estudo de caso mostra, sob a ótica da equipe brasileira, como ocorre o desenvolvimento de um veículo baseado em arquitetura global desenvolvida por outra subsidiária.

Segundo Yin (2005), os estudos de caso representam uma boa estratégia quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Por essa razão, a proposta para a elaboração do estudo de caso na GMB foi coletar dados através de entrevistas com pessoas ligadas ao desenvolvimento de produtos globais na subsidiária brasileira da GM e pesquisas em fontes secundárias. Com isso, buscou-se identificar os atuais desafios enfrentados pela engenharia de desenvolvimento de produtos para coordenar as atividades e interagir com os demais participantes do desenvolvimento, considerando as eventuais limitações impostas pelo conceito de arquitetura global e a necessidade de adaptação da arquitetura pré-existente aos requisitos dos mercados emergentes.

Para a realização da pesquisa para o desenvolvimento do estudo de caso, a proposta para o projeto de pesquisa foi apresentado à diretoria da engenharia de produtos da GMB para o alinhamento dos objetivos e informações que seriam utilizadas no desenvolvimento desta dissertação. Vale ressaltar que o fato do autor desta dissertação ser um funcionário da GMB facilitou o acesso aos entrevistados sempre que necessário para a coleta e discussão das informações.

O quadro da Figura 1 mostra as seis pessoas que foram entrevistadas para coleta de informações para o estudo de caso. Foram escolhidos o Vice-Presidente da engenharia de produtos da GM *South America* e seu assistente técnico executivo, que forneceram informações sobre o desenvolvimento de produtos pela equipe da GMB em geral; o *regional vehicle chief engineer* (RVCE), que é o gerente da engenharia de desenvolvimento da arquitetura global em estudo, na subsidiária brasileira; e os *vehicle sub-system engineers* (VSE), que são os coordenadores dos departamentos de engenharia de produto para um projeto específico. Por se tratar de funções similares, apenas divididos em diferentes

departamentos, foram entrevistados os VSE de apenas três departamentos (Carrocerias Exteriores, Interiores e Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado).

Entrevistados	
Pedro Manuchakian	Vice-presidente da engenharia de produtos da GM *South America*
Albino Marques	*Vehicle chief engineer* da Engenharia de Produtos da GMB para o programa XYZBR
Alexandre Guimarães	Assistente técnico executivo do vice-presidente da engenharia de produtos da GM *South America*
Filippo Santolia	*Vehicle sub-system engineer* – Carrocerias Exteriores
Carla Pachu Oliveira	*Vehicle sub-system engineer* – Interiores
Eduardo Oliveira Santos	*Vehicle sub-system engineer* – Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

Figura 1: Entrevistados para o estudo de caso na GMB.
Fonte: Autor

As entrevistas foram feitas no período de janeiro a abril de 2010. Inicialmente, as questões dos roteiros foram enviadas aos entrevistados e, com base nas respostas obtidas, foram realizadas entrevistas pessoalmente ou conversas diretamente (pessoais ou por telefone), com a finalidade de obter mais detalhes em relação às respostas. As informações obtidas em entrevistas pessoais e conversas por telefone foram transcritas pelo autor para a posterior utilização das informações na elaboração do texto a ser incluído nesta dissertação.

Após a conclusão do texto sobre o estudo de caso, o conteúdo foi revisado pela diretoria da engenharia de produtos da GMB para que pudesse ser publicado sem o comprometimento das estratégias e violação da confidencialidade das informações da empresa.

Os roteiros para a realização das entrevistas estão nos anexos A, B e C.

1.3 Estrutura do trabalho

Para atingir os resultados desta pesquisa, este trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos.

O Capítulo 1 contextualiza o tema e o objetivo do presente trabalho, através de uma análise da atual situação indústria automotiva frente à globalização, que leva a mudança de foco do desenvolvimento das montadoras dos países desenvolvidos com mercados maduros para os países emergentes, cuja economia está em ascensão. Em seguida, descreve os objetivos, metodologia e estrutura de apresentação do trabalho.

O Capítulo 2 aborda sobre o processo de internacionalização de empresas.

O Capítulo 3 aprofunda a discussão sobre a indústria automotiva no ambiente globalizado e analisa o desenvolvimento desta no Brasil, bem como das subsidiárias brasileiras das montadoras. Essa análise mostra o crescimento da importância das montadoras instaladas em países emergentes na estratégia global de suas matrizes, deixando de ser apenas montadoras de veículos desenvolvidos pelas matrizes para se tornarem fonte de desenvolvimento de veículos para mercados específicos. Em seguida, trata brevemente sobre internacionalização de processos de desenvolvimento de produtos para descrever as relações existentes entre matrizes e subsidiárias, destacando as diferenças existentes na autonomia de cada subsidiária, dependendo da sua importância na estratégia das matrizes.

O Capítulo 4 descreve o processo de desenvolvimento de veículos globais e descreve a organização da engenharia de produtos.

O Capítulo 5 descreve o desenvolvimento de produtos pela corporação GM, a evolução das competências da engenharia de produtos da GMB e sua atuação no processo de desenvolvimento de um veículo de passeio baseado em arquitetura global desenvolvida por outro centro de desenvolvimento da corporação.

O Capítulo 6 consolida as informações relevantes para responder as questões iniciais do projeto obtidas a partir do estudo de caso, confrontando com as teorias desenvolvidas na revisão.

O Capítulo 7 apresenta as considerações finais do trabalho.

2 INTERNACIONALIZAÇÃO

Após a II Grande Guerra, surgiu o conceito de empresas multinacionais, sendo este o grande determinante da internacionalização da produção. Inicialmente, as empresas sediadas nos países desenvolvidos criavam produtos inovadores e de alta tecnologia. Estas empresas, explorando a vantagem monopolística adquirida com estes produtos, atuavam primeiramente nos mercado doméstico, estendendo-se posteriormente aos mercados de países subdesenvolvidos. Com a maturação da tecnologia, as inovações passam a ser imitadas em outros países, o que leva a empresa inovadora a criar subsidiárias nestes países para produção de seus produtos de forma padronizada (FLEURY, 1999).

O fato de uma empresa instalar subsidiárias ou criar acordos com empresas em outros países caracteriza a internacionalização. A internacionalização é considerada na estratégia de uma empresa visando obter vantagem competitiva em novos mercados, seja pelo fato de melhores custos de produção, maior facilidade de aquisição de recursos ou até mesmo para usufruir de uma rede de relacionamentos de uma empresa que já esteja instalada neste mercado (GONÇALVES, 1992).

Para Amatucci e Bernardes (2007), a implementação de atividades de inovação e desenvolvimento de novos produtos, além de exigir uma nova organização intra-firma, ocorre como um processo de desenvolvimento histórico de capacidades, motivado por características de mercado local e políticas governamentais. Além disso, cria uma competição interna entre as subsidiárias com a finalidade de captar as atividades de maior valor agregado.

Segundo Rezende (2003), uma das perspectivas teóricas a ser considerada quanto se analisa a internacionalização de uma empresa é chamada Entrada em Mercado Estrangeiro. Um fator que leva as empresas a escolher uma forma de entrar em um mercado estrangeiro é o custo, em particular, o custo transacional. Este custo transacional é algo difícil de ser contabilizado por não ter caráter monetarista, como no caso do custo ecológico, político ou cultural (GOEDERT, 1999). Williamson (1975, p.8, apud GOEDERT, 1999, p.69) argumenta que o custo transacional pode ser definido através das seguintes premissas :

> a) mercado e empresas são instrumentos alternativos para complementação de um conjunto relacionado de transações;
> b) se um conjunto de transações deve ser executado através dos mercados ou dentro de uma empresa, depende da relativa eficiência de cada um;
> c) os custos de escrever e executar contratos complexos entre mercados variam tanto com as características humanas dos envolvidos na transação quanto com os objetivos do mercado; e

> d) embora os fatores humanos e ambientais que impedem o intercâmbio entre empresas (no mercado) se manifestem de forma diferente com a empresa, o mesmo grupo de fatores se aplica a ambos (WILLIAMSON, 1975, p. 8, apud GOEDERT, 1999,p.69).

Algumas mudanças ocorridas na economia que influenciaram diretamente na organização das empresas, levando muitas delas a optarem pela internacionalização de algumas atividades.

Baumann (1996 apud Fleury, 1999) distinguiu três diferentes estágios do processo de globalização da economia. O primeiro estágio iniciou-se na década de 1970 e foi caracterizada pela desregulamentação dos mercados financeiros e pelo avanço das tecnologias de comunicação e computação. O segundo estágio, denominado de globalização comercial, ocorreu durante a década de 1980, com a redução das barreiras nacionais ao comércio internacional, acompanhado de novos conceitos e mecanismos de tecnologias de transporte. E o terceiro estágio, o da globalização produtiva, é caracterizado pela nova organização logística das operações, com integração a nível global.

A internacionalização de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é algo recente. A partir da década de 80, intensificaram as atividades de P&D, inicialmente restritas à engenharia e adaptação de produtos e processos tecnológicos, em unidades localizadas em outros países, fora do país da matriz. Isso foi motivado pela necessidade de suporte técnico para os departamentos de *marketing* e manufatura localizados no exterior (MOURA, 2007). Para Gassmann & Von Zedwitz (2002), o estabelecimento de unidade de P&D no exterior é influenciado basicamente por dois motivos: a) acesso e suporte ao mercado local e b) acesso à tecnologia local. Porém, a distância geográfica torna o gerenciamento mais complexo devido às diferenças de níveis tecnológicos, culturais e lingüísticos. A eficácia da internacionalização destas atividades depende de um efetivo sistema de comunicação entre a subsidiária e a matriz.

Segundo Hymer (1960 apud GONÇALVES, 2002), as empresas que investem em operações no exterior possuem vantagens competitivas que não existem nos países receptores do investimento. Sendo assim, os custos relativos às operações internacionais devem ser compensados por lucros advindos destas vantagens. Outra razão para o investimento externo direto (IED) é a intenção de antecipação à competição. Segundo Madhok (1997), a decisão de entrar em mercados estrangeiros envolve essencialmente agregar valores. Mais do que minimizar os custos de transação, deve-se considerar como será desenvolvido, coordenado e otimizado o uso de suas capacidades. Desta forma, entrar em um mercado estrangeiro

relaciona-se mais com o gerenciamento de valores ao invés de gerenciamento de custos puramente.

Segundo Frankel (2000 apud KLEINERT, 2002), a globalização é considerada um meio de se reduzir custos das longas distâncias. A produção em larga escala, a redução nos custos de comunicação, no transporte e nas barreiras das transações de bens e serviços têm estimulado os IED e a transferência de conhecimento e *know-how* das empresas.

Hitt et. al. (2008 apud FARHAT, 2008) afirmam que a globalização eleva os níveis de padrão de desempenho nas dimensões competitivas das empresas, sejam elas locais ou globais, devido à vasta oferta de opções de escolha aos compradores.

Veltz (1997 apud FLEURY, 1999) descreve alguns fatores que propiciam o processo de globalização de operações: a) compartilhamento de lições aprendidas; b) compartilhamento de riscos e nivelamento de cargas de trabalho; c) aumento de poder de barganha com fornecedores, distribuidores e clientes e d) melhor gerenciamento dos custos fixos.

Os fatores que motivam a internacionalização de uma empresa são divididos em dois tipos: pró-ativas e reativas. Entre os fatores pró-ativos pode-se citar: a) identificação de novos acessos a recursos ou a fatores de produção de baixo custo, como matérias-primas, mão-de-obra ou redução de custos em logística e controle; b) busca de novos investimentos externos do país de origem; c) busca por economia de escala com custos inferiores aos obtidos no país de origem e d) busca de novos mercados consumidores ao atingir a estabilidade de consumo no país de origem. Entre os fatores reativos, são destacados os seguintes: a) reagir às estratégias da concorrência global que optam pela internacionalização; b) alternativa para reduzir custos de produção quando os custos de importação de insumos básicos se tornam uma barreira e c) empresas que se tornam parceiras de empresas que internacionalizaram passam a operar nos países onde seus parceiros se instalaram (DERESKY, 2004 apud SCATOLLINI et al., 2008).

Segundo a Escola Nórdica, é possível enumerar algumas etapas no processo de internacionalização, considerando desde o início das atividades de exportação até a instalação de plantas industriais em outros países. O que leva a empresa a avançar pelas etapas é o gradual conhecimento que se tem sobre os mercados e as operações no exterior e o aumento do comprometimento com os negócios internacionais (PAIVA e HEXSEL, 2005).

Andersen (1993 apud PAIVA e HEXSEL, 2005) identifica quatro etapas dentro da lógica de estágios de internacionalização:

a) **Estágio 1**: Sem atividades de exportação regular;
b) **Estágio 2**: Exportação por intermédio de representantes;
c) **Estágio 3**: Estabelecimento de uma subsidiária no exterior;
d) **Estágio 4**: Instalação de uma unidade de produção no exterior, podendo ser própria, resultante de licenciamentos ou *joint-ventures*.

Meissner e Gerber (2004 apud SCATOLLINI, 2008) criaram um modelo para classificar diferentes formas de internacionalização das empresas, com base na alocação de capitais e de gestão nos mercados preteridos. Sendo assim, quanto maior o nível de internacionalização, maior é o risco para a empresa. As formas de internacionalização, segundo este modelo, são as seguintes:

a) **Exportação**: é a forma mais básica da internacionalização, visto que o risco é baixo e não requer altos investimentos ou alocação de recursos no mercado externo. O preço do produto pode se tornar alto no mercado alvo devido a custos agregados, como logística, tarifas, comissões e outros, o que torna a margem de lucro pouco atrativa em mercados em que a competição é intensa. Os produtos devem atender às particularidades do mercado alvo;
b) **Licenciamento**: trata-se de uma concessão dos direitos de uma empresa estrangeira para fabricação e comércio de seus produtos. Em troca de um valor pago conforme o contrato, a empresa licenciada tem acesso à tecnologia, marca e *know-how* da empresa licenciadora. Este tipo é muito usado em países em que há altas barreiras de entrada para instalação de empresas estrangeiras. Entre os problemas neste modelo estão: a) baixa influência na gestão do negócio e nas políticas adotadas pela licenciada; b) falta de garantia em relação às patentes e marcas em vários países e c) risco de se criar um novo concorrente;
c) **Franquias**: é caracterizado pela transferência do modelo de negócio completo de um franqueador ao franqueado, incluindo, marca, produto e forma de serviço, a partir de um valor pago pelo franqueado para ter acesso a este modelo de negócios. Para o franqueador, é uma possibilidade de expansão com baixo risco e com certo grau de influência no negócio;
d) ***Joint-venture* internacional**: este é o primeiro modelo em que começam a haver altos riscos. É caracterizado pela cooperação contratual entre uma empresa estrangeira e uma empresa local, dando origem a uma empresa juridicamente

independente, com participação de seus parceiros acordados em contrato. A vantagem para empresa estrangeira é a rapidez de entrada em mercados fechados para empresas estrangeiras, com compartilhamento de riscos e facilidade de acesso a conhecimentos e contatos no mercado alvo. Já a empresa local tem acesso a novas tecnologias, recursos financeiros e *know-how*. Neste modelo, a escolha de um bom parceiro é o fator primordial para o sucesso desta estratégia;

e) **Subsidiárias próprias**: é o modelo mais utilizado por empresas de grande porte. Além das características dos modelos anteriores, este possibilita a maior influência e controle no negócio e maiores riscos, pois envolve altos investimentos de recursos financeiros e humanos. É o modelo mais avançado de internacionalização através da criação de uma subsidiária de propriedade integral ou pela compra de uma unidade no exterior.

Segundo Porter (1986 apud PAIVA e HEXSEL, 2005), a decisão sobre o tipo de entrada a ser utilizada pela empresa depende do objetivo da empresa. A empresa pode optar por uma estratégia multidoméstica, oferecendo produtos e ações de *marketing* específicos para cada mercado ou pela padronização através de uma estratégia global.

Penrose (1956, GONÇALVES, 2002) deu a primeira contribuição importante utilizando o enfoque da Organização Industrial para a conceituação do investimento externo direto (IED). Segundo a autora, IED é uma conseqüência da expansão de uma empresa, ou seja, quando a empresa tem forte tendência para a expansão, ela busca a diversificação da produção e a conquista de novos mercados. Essa expansão depende de elementos internos como capacidade gerencial, conhecimento tecnológico e capacidade de inovar. Em geral, a empresa que pretende realizar IED deve possuir alguma vantagem exclusiva ou pode ser uma estratégia de resposta às ações de seus concorrentes.

A internacionalização faz com que as empresas busquem fornecedores independentemente de sua localização geográfica e desenvolvam relações estáveis que favoreçam a divisão de riscos e de investimentos. Essa busca por fornecedores independentemente de sua localização pode ser classificada em *Global Sourcing*, que consiste na montadora nomear seus fornecedores independente de sua localização geográfica, sendo necessária, muitas vezes, a importação das peças; e *Follow Sourcing*, que consiste na empresa fornecedora de uma montadora no país de origem abrir filiais nos países em desenvolvimento,

nos quais a montadora se instalou (IBIAS,2007; SACOMANO NETO e IEMMA, 2004; LEITE, 2000).

Pyke (1998) cita alguns motivos para realizar o *Global Sourcing*: a) menores custos de mão-de-obra; b) qualidade mais uniforme; c) melhores acessos tecnológicos; d) melhores acessos a inovações e novas idéias; e) melhor acesso a mercados locais; f) economia de escala; g) menores custos logísticos devido à localização do fornecedor; h) menores taxas e impostos; i) melhor consistência em fornecimento devido à sazonabilidade do mercado local; j) menores pressões de sindicatos.

Longato (2006) cita em sua pesquisa que diversas montadoras instaladas no Brasil utilizam o método de *Global Sourcing*, desta forma, possuem contratos de fornecimento de empresas chinesas, indianas, etc. devido ao preço oferecido. Geralmente, a formação do preço de um determinado produto é calculada considerando diversos fatores, entre eles, a economia de escala e o custo logístico de colocação do produto no mercado.

O *Follow Soucing* apresenta as seguintes vantagens: a) eliminação de custos associados ao desenvolvimento de produtos; b) possibilidade de maior sinergia entre empresa e fornecedor; c) redução de custos de transação e d) redução dos custos de gestão de fornecedores (IBIAS, 2007).

Para a avaliação de fornecedores em um processo seletivo e durante o desenvolvimento projeto, é necessário compor uma equipe multifuncional com membros dos departamentos de compras, engenharias, produção e qualidade, para que seja possível vincular o planejamento estratégico com as atividades realizadas pelos fornecedores, assegurando que os produtos fornecidos atendam aos requisitos de qualidade necessários ao produto a ser produzido pelas montadoras (HELRIGHEL; HIGA, 2007).

2.1 Relação entre matrizes e subsidiárias

Segundo Boehe (2005), nas décadas de 1950 e 1960, quando uma empresa buscava subsidiárias em outros países, seu intuito principal era gerar economias de escala, ou seja, diminuir os custos de produção através do aumento do volume de produção. Nas décadas de 70 e 80, houve uma ênfase nas pesquisas básicas e de tecnologias revolucionárias pelas matrizes. Às subsidiárias restava apenas a adaptação das tecnologias desenvolvidas pelas

matrizes às condições locais. Nos meados da década de 80, começaram a surgir as primeiras alianças estratégicas globais entre empresas multinacionais para viabilizar a necessidade de se realizar grandes investimentos em inovação tecnológica. Isso ocasionou o aumento na complexidade das estruturas das empresas e duplicação das áreas de atividades funcionais, aumentando o custo de coordenação. Com isso, entre as décadas de 80 e 90, houve uma reorganização com o intuito de centralizar essas atividades, eliminando a duplicação de laboratórios, com o intuito de aumentar o lucro. Durante a metade dos anos 90, uma quarta estratégia começa a se destacar: o deslocamento das atividades de desenvolvimento para países emergentes, como Brasil, Índia, Rússia e China.

Segundo Fleury (1999), a evolução das subsidiárias foi devido às características das regiões nas quais foram estabelecidas, que propiciaram mais ou menos as condições de desenvolvimento e devido às próprias capacidades de desenvolver as capacitações necessárias para se tornarem competitivas.

As subsidiárias eram consideradas bem sucedidas quando eram capazes de desenvolver produtos e estratégias competitivas para as realidades locais; estabelecer estruturas organizacionais complexas, muitas vezes com as mesmas características das estruturas genéricas das corporações e elaborar sistemas de gestão próprios (FLEURY, 1999).

A partir de um estudo em 11 subsidiárias instaladas no Brasil, Fleury (1999) classificou-as em três tipos, como se pode observar no quadro da Figura 2:

a) **Tipo I** – subsidiária como braço operacional;

b) **Tipo II** – subsidiária como unidade relevante autônoma;

c) **Tipo III** – subsidiária como centro de competências.

		Tipo I Subsidiária como "Braço Operacional"	**Tipo II** Subsidiária como unidade relativamente autônoma	**Tipo III** Subsidiária como centro de competências
Decisões de Configuração (o papel da subsidiária na estratégia global da corporação)		O processo de decisão é centralizado na matriz; busca a racionalização global de atividades	A subsidiária tem voz junto à matriz; tem certo grau de autonomia sobre excedentes gerados localmente	A subsidiária tem poder para tomar decisões
Decisões de Coordenação	**Estratégia de Manufatura**	É definida em nível regional ou global; a subsidiária segue as especificações	Definida de acordo com as características locais incorporando critérios de transações inter e intra-firmas	Definida localmente; há uma competição (administrada) entre subsidiárias em determinados casos
	Projeto do produto	Padronização em termos globais; pequena customização local	Se a empresa é líder, *breakthroughts* e plataformas desenvolvidos na matriz; derivativos desenvolvidos localmente, podendo haver terceirização. Se a matriz é *follow source*, a subsidiária busca "*customer intimacy*"	Liderança global da subsidiária no desenvolvimento de certos produtos
	Arquitetura Organizacional	Racionalizada no plano global; funções inteligentes nos países centrais; principais funções locais são Produção, Logística e Assistência Técnica	Subsidiária mantém as diferentes funções, mas há alta complementaridade com matriz; inovação tecnológica (*breathrought*) perde força	A subsidiária mantém todas as funções; há redundância com a matriz; busca de sistemas para integração de informações
	Sistemas de Controle gerencial	Sistemas de controle gerencial	Desenvolvidos na Matriz Há autonomia relativa para o desenvolvimento local	Há autonomia relativa para o desenvolvimento local

Figura 2 - Posicionamento das Empresas Transnacionais com Relação ao Papel da Subsidiária.
Fonte: Fleury, 1999, p. 6.

Fleury (1999) caracteriza as subsidiárias do Tipo I como dependentes de suas matrizes, ou seja, nestes casos, o processo de decisão é totalmente centralizado nas matrizes, que estabelecem, no plano global, quais plantas devem ser fechadas, quais produtos devem ser

produzidos e quais são os investimentos que devem ser realizados. Desta forma, as subsidiárias devem seguir os planos estabelecidos nos altos escalões e operar conforme os critérios pré-estabelecidos. Já as subsidiárias do Tipo III são consideradas "centro de competências". Subsidiárias deste tipo possuem certa autonomia administrativa e assumem novas responsabilidades pelos negócios da região. Conforme a subsidiária adquire competência tecnológica própria, ela pode "competir" com as outras subsidiárias e assumir a liderança em determinados tipos de produtos e serviços. Neste caso, o investimento na área de Tecnologia da Informação (TI) se torna primordial para manter a subsidiária estreitamente ligada às operações da matriz. E as do Tipo II são consideradas as que possuem uma situação intermediária.

3 INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

A indústria automotiva é caracterizada por altos investimentos, visto que o produto automotivo necessita de tecnologia e infra-estrutura para fabricá-lo (parque industrial, cadeia de produção, suprimentos, distribuição e serviços); pelo alto risco, devido ao fato de que um produto demora de três a quatro anos para ser lançado desde a sua conceituação, ou seja, o mercado pode sofrer muitas alterações em relação às exigências e expectativas; e pela alta complexidade, pois dependendo do produto ou modelo, o veículo pode possuir mais de 4.000 componentes, o que acarreta em um complexo controle e logística (HUNG, 2007a).

Ao analisar globalmente o setor automotivo é possível notar que mais de 50% do volume da produção mundial de veículos de 2008 estão concentrados nos maiores mercados localizados na América do Norte, Europa Ocidental e Ásia. Dentre estes, destacam-se os Estados Unidos, Alemanha, França, Reino Unido, Espanha, Itália e Japão, somando 36.170.950 veículos produzidos, como se pode observar na

Tabela 2. Estes são os denominados mercados maduros, onde tem havido saturação do mercado. Ao mesmo tempo, os países emergentes têm se destacado cada vez mais pelo crescimento de sua economia, fazendo com que as grandes montadoras direcionassem esforços para a conquista destes mercados como estratégia de expansão e sobrevivência. Os países emergentes em destaque são os formadores do BRIC (HUNG, 2007a).

Tabela 2 – Produção anual de veículos 2008 (OICA)

País	Automóveis	Veículos	Total	Crescimento
Japão	9.916.149	1.647.480	11.563.629	-0,30%
Estados Unidos	3.776.358	4.928.881	8.705.239	-19,30%
Alemanha	5.526.882	513.700	6.040.582	-2,80%
França	2.145.935	423.043	2.568.978	-14,80%
Espanha	1.943.049	598.595	2.541.644	-12,00%
Canadá	1.195.436	882.153	2.077.589	-19,40%
Reino Unido	1.446.619	202.896	1.649.515	-5,80%
Itália	659.221	364.553	1.023.774	-20,30%
Total Mercados Maduros	26.609.649	9.561.301	36.170.950	
China	6.737.745	2.607.356	9.345.101	5,20%
Brasil	2.561.496	658.979	3.220.475	8,20%
Índia	1.829.677	484.985	2.314.662	2,70%
Rússia	1.469.429	320.872	1.790.301	7,80%
Total BRIC	12.598.347	4.072.192	16.670.539	
Total	**52.637.206**	**17.889.325**	**70.526.531**	-3,70%

FONTE: Autor "adaptado de" OICA, 2009.

Segundo Carvalho (2005), associado ao fenômeno econômico, o fenômeno da globalização contribuiu para a emergência de novas formas de organização da produção, baseada em *networkings* e integração organizacional de diversas regiões no desenvolvimento de produtos.

Analisando-se a indústria automotiva, Consoni (2004a) destaca três grandes movimentos que influenciam no ambiente global de mudanças da indústria:

> a) crescente competição internacional entre as empresas, sobretudo face à saturação e maturidade dos principais mercados consumidores, quais sejam, Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão, o que tem contribuído para que a escala dos produtos se torne cada vez mais global, e a busca por novos mercados regionais, com ênfase nos mercados de países em desenvolvimento, seja mais intensa;
> b) crescente **fragmentação dos mercados**, o que tem explicado a maior intensidade no lançamento de novos produtos, principalmente daqueles derivados de uma mesma plataforma, com imediata redução do volume de vendas por modelo;
> c) diversidade, **maior complexidade e ampliação da tecnologia incorporada** nos veículos, sobretudo daquelas associadas a mecanismos ligados à eletrônica embarcada, segurança e a tecnologias limpas, que se destinam redução da emissão de poluentes (CONSONI, 2004a, p. 16).

Carvalho (2005) cita três fatores que caracterizam a globalização da indústria automobilística: a) concentração da produção, das vendas e do comércio no interior dos principais mercados da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)[1]; b) papel das subsidiárias externas e o IED cada vez mais importante e c) surgimento de novas formas de organização da produção, com dependência crescente de *networkings* e de alianças intra e inter-regional.

A abertura de novos mercados nos últimos anos, como China e Índia, possibilitou que o volume de produção global de veículos, já em 2006, fosse mais que o dobro da produção atingida em 1975 (69 milhões de veículos contra 33 milhões), chegando a mais de 70,5 milhões em 2008. Em 1975, apenas sete países eram responsáveis por 80% da produção mundial. Em 2005, essa proporção estava dividida em 11 países. Observando-se a Tabela 3, é possível notar que, de 1996 a 2008, grande parte do crescimento da indústria ocorreu devido ao crescimento dos mercados emergentes na Ásia (China, Coréia e Índia), América Latina (México e Brasil) e Europa Oriental (Rússia, principalmente) (STURGEON et al., 2009).

[1] OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico é uma organização internacional e intergovernamental que agrupa os países mais industrializados da economia do mercado. Tem sua sede em Paris, França. Na OCDE, os representantes dos países membros se reúnem para trocar informações e definir políticas com o objetivo de maximizar o crescimento econômico e o desenvolvimento dos países membros (CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO – CGU).

Tabela 3– Produção anual dos veículos entre 1996 e 2008.

Países	Produção anual (x 1000 unidades)							Taxa de Crescimento (%)
	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	
China	1240	1628	2009	3251	5071	7272	9345	18,3%
Índia	541	535	867	892	1511	1876	2315	12,9%
Coréia	2354	1787	2858	3148	3469	3840	3807	4,1%
França	2359	2923	3352	3693	3666	3164	2569	0,7%
Brasil	1813	1547	1671	1793	2210	2597	3220	4,9%
México	1222	1460	1923	1805	1555	2043	2191	5,0%
Russia	1029	1021	1203	1220	1388	1495	1790	4,7%
Alemanha	4843	5727	5527	5145	5570	5818	6041	1,9%
Espanha	2412	2826	3033	2855	3012	2776	2542	0,4%
Canadá	2397	2570	2962	2629	2712	2544	2078	-1,2%
Japão	10346	10050	10141	10258	10512	11484	11564	0,9%
Estados Unidos	11832	12003	12774	12280	11988	11351	8705	-2,5%
Reino Unido	1924	1976	1814	1821	1856	1650	1650	-1,3%
Itália	1545	1693	1738	1427	1142	1212	1024	-3,4%

Fonte: Ward's Automotive Yearbook, diversos anos; OICA, 2009.
Nota: Autor "adaptado de" Sturgeon et al, 2009, p.5; OICA, 2009.

Em 2009, um ano após a crise econômica que afetou o mundo todo, a venda global de veículos recuou em torno de 4%. Com exceção da Rússia, que foi afetada pela crise do petróleo, os países do BRIC não tiveram quedas nas vendas, como se pode ver na Tabela 4. Em 2009, a China teve um aumento de 52,1% em relação a 2008, a Índia registrou aumento de 28,3% e o Brasil, com a ajuda da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para automóveis, teve um aumento de 12,7%. Os Estados Unidos continuam liderando as vendas no mundo, porém registram uma queda de 17,6%. (FAGUNDES, 2010).

Tabela 4 – *Ranking* em venda de automóveis no ano de 2009

	País	Vendas (milhões)	Variação (%)
1	EUA	10,9	-17,64
2	China	9,9	52,1
3	Japão	4,8	-6,05
4	Alemanha	4,2	25,25
5	Brasil	3	12,66
6	França	2,6	2,82
7	Italia	2,4	-0,96
8	Reino Unido	2,2	-10,69
9	Índia	2,1	28,32
10	Canadá	1,6	-4,04
11	Russia	1,5	-47,07
12	Coréia do Sul	1,4	22,96
13	Espanha	1,1	-17,94
14	Austrália	0,9	-4,55
15	México	0,7	-30,56

Fonte: Jato Dynamics apud Fagundes, 2010

Atualmente, os maiores grupos mundiais por volume de produção são: GM, Toyota e Ford. Em um segundo bloco estão Volkswagen (VW), Daimler e Renault-Nissan e, em um terceiro bloco, os grupos menores: Peugeot-Citroën (PSA), Honda, Hyundai, Fiat e outros. Porém, com a necessidade de ganhos de escala com a finalidade de diminuir custos e o aumento da competição, aos poucos, as grandes empresas vão adquirindo as menores. Algumas destas fusões tiveram sucesso, como é o caso da Renault-Nissan; porém, há também exemplos de fracasso, como a Daimler-Chrysler e a Fiat-GM Powertrain (HUNG, 2007a).

Como se pode observar na Tabela 5, ao longo da última década é que o volume relativo de produção e vendas das maiores montadoras de automóveis do mundo tem diminuído nos países de origem; ou seja, mesmo que em alguns casos a participação do país de origem ainda seja mais importante, nota-se que a participação dos demais países tem aumentado (STURGEON et al., 2009).

Tabela 5 – Comparação da produção e das vendas de veículos automotores na região de origem da montadora em 1997 e 2006.

Montadora	Região	Paricipação da região na produção global (%)		Paricipação da região nas vendas globais (%)	
		1997	2006	1997	2006
General Motors	América	69	50	63	54
Ford	América	67	43	64	55
Daimler Chrysler	América		58		58
Renault	Europa	97	75	93	62
PSA	Europa	85	70	84	62
Volkswagen (grupo)	Europa	62	66	59	56
Fiat	Europa	60	55	66	53
Toyota	Japão	73	56	43	26
Nissan	Japão	62	41	42	22
Honda	Japão	57	37	36	20

Fonte: OICA, 2007 (www.oica.net)
Nota: Dados trabalhados por Sturgeon et al., 2009, p.7.

A indústria automotiva possui características distintas por ser extremamente concentrada, ou seja, um pequeno número de grandes empresas é capaz de exercer influência em um grande número de pequenas empresas. O fato de os mercados consumidores possuírem características e requisitos distintos tem feito com que a montagem dos veículos seja feita próxima aos respectivos mercados, por isso, o número de plantas dispersas pelo mundo atualmente é muito maior do que há trinta anos (STURGEON et al., 2009).

Outra característica marcante é que embora a integração global da indústria automotiva tenha se intensificado nos anos 80, houve também um grande desenvolvimento de estruturas regionais no nível de operações. Uma quarta característica que pode ser destacada é o fato de que em um veículo há poucos sub-sistemas que podem ser totalmente padronizados. Desta forma, componentes usados por uma montadora dificilmente podem ser utilizados por outra montadora. Geralmente, os componentes e sub-sistemas tendem a ser específicos para cada modelo ou arquitetura de veículo, ao contrário de chips e microprocessadores na indústria eletrônica, por exemplo (STURGEON et al., 2009).

Desta forma, o crescimento da indústria nos mercados emergentes e a tendência de integração global criaram a necessidade de diferenciação dos veículos para atender mercados específicos, como por exemplo: direção do lado direito, calibragens de suspensão diferenciadas, tamanhos de tanques de combustível maiores, sistemas de segurança para atender requisitos legais específicos de alguns países, etc. Isso faz com que nos projetos de desenvolvimento de veículos globais haja cada vez mais a participação de centros de desenvolvimento regionais com os *inputs* de informação, para se desenvolver um veículo que possa ser customizado para mercados específicos, ou seja, veículos que compartilham mesma arquitetura e considerem o atendimento aos requisitos de diversos mercados com mínimas adições ou substituições de componentes (STURGEON et al., 2009).

3.1 Indústria automotiva no Brasil

O Brasil é o maior mercado da América do Sul. Vale destacar, que, ao estudar a indústria automotiva brasileira, além das características citadas na seção 3, como altos investimentos envolvidos, alto risco dos projetos e alta complexidade dos produtos, é necessário considerar a relação do tipo de produto, consumidor e comercialização, como mostra o quadro da Figura 3 (HUNG, 2007).

Produtos	Alvo	Importância	Forma dominante de venda no Brasil.
Carros	Consumidor em geral	Bem de alto valor	Crédito Pessoal, Consórcio, À vista
Comerciais Leves	Consumidor e empresários	Bem de alto valor, Máquina e Equipamento da Empresa	Crédito Pessoal, Consórcio, Leasing, À vista
Caminhões	Empresas e frotistas	Máquina e Equipamento da Empresa (ativo)	Financiamento, Leasing

Figura 3 – Produtos, consumidor e comercialização
Fonte: Banco do Brasil
Nota: Tabela elaborada por Hung, 2007ª, p.53.

Atualmente, o segmento das montadoras de automóveis no Brasil é composto por 10 subsidiárias de empresas multinacionais, divididas em montadoras veteranas, que estão instaladas no país há várias décadas (General Motors, Fiat, Volkswagen e Ford) e montadoras entrantes (Honda, Toyota, Hyundai, PSA – Peugeot/Citroën, Renault/Nissan, Mitsubishi). Sendo que estas últimas instalaram unidades de produção de automóveis no país somente após a metade da década de 90, motivadas pela abertura do mercado, políticas públicas específicas criadas para esse setor e pela previsão do crescimento da economia brasileira através da demanda por automóveis (CONSONI, 2004a; ANFAVEA, 2009).

Segundo Consoni (2004a), as montadoras de automóveis instaladas no Brasil, motivadas pela adequação de custos do projeto e melhoria da qualidade, possuem basicamente a função de nacionalizar produtos e processos, incluindo o desenvolvimento de fornecedores locais. No processo de nacionalização dos automóveis, inclui-se o processo de tropicalização, que é a adequação do automóvel às condições do mercado, que geralmente implica em reforço do sistema de suspensão, adequação do motor ao combustível local, alterações para homologação no país e ajustes devido ao clima brasileiro. Porém, algumas subsidiárias instaladas no país acumularam capacitações associadas às particularidades e demandas do mercado brasileiro que permitiram avançarem além de apenas nacionalizar e tropicalizar os veículos, passando a ser responsáveis por etapas importantes no desenvolvimento de veículos. Em alguns casos, as subsidiárias brasileiras tornaram-se referência tecnológica no exterior, passando a ocupar posições na estratégia global das corporações, como exemplo, na tecnologia de motores bi-combustíveis.

Segundo a PriceWaterHouse Coopers (2006), o mercado brasileiro representa um dos maiores desafios para os montadores automotivos globais. Este mercado apresenta um ambiente intensamente competitivo devido ao excesso de capacidade produtiva, altas taxas de

impostos e juros, enfraquecendo o poder de compra dos consumidores. A característica marcante deste mercado é a predominância de veículos com motores flexíveis (que podem ser abastecidos com álcool, gasolina ou mistura de ambos). O aumento no preço do petróleo incentiva os outros países a estudar os benefícios potenciais desta tecnologia, criando oportunidades para exportar veículos, componentes e *know-how*.

O Brasil, porém, não poderá sustentar sua posição sem uma robusta demanda do mercado local e, apesar de todos os riscos e mudanças, continua sendo um mercado indispensável para os fabricantes automotivos globais.

3.2 Papel das subsidiárias brasileiras da indústria automotiva

No Brasil, até meados da década de 1970, as subsidiárias das montadoras de automóveis possuíam, de certa forma, autonomia em relação ao desenvolvimento dos veículos, desde a adaptação de veículos já produzidos por suas matrizes, processo conhecido como tropicalização, até a criação de veículos específicos para o mercado nacional. As matrizes tinham influência no processo de definição do programa, da aparência do veículo e ainda davam suporte técnico no desenvolvimento dos produtos. Apesar da liberdade de atuação no desenvolvimento, geralmente os produtos eram defasados em relação aos produtos das matrizes. Alguns exemplos dessa fase são: Ford Corcel II, Pampa, Del Rey; Chevrolet C-10, Veraneio, Opala; Volkswagen Brasília, Gol, Voyage, etc. (LEITE e CALOI, 2007).

Durante a década de 1980, parte desta autonomia foi perdida com o surgimento dos carros mundiais na tentativa de otimizar o uso dos recursos de desenvolvimento, concentrando em centros de desenvolvimento. Porém, as grandes diferenças existentes entre os países de produção e vendas, em relação à disponibilidade de materiais e normas técnicas, fizeram com que a padronização agregasse custos e investimentos desnecessários para alguns mercados. Exemplos dessa fase são: Ford Escort e Chevrolet Monza (LEITE e CALOI, 2007).

Durante a década de 1990, a globalização alterou a dinâmica do processo de desenvolvimento de veículos. Surgiram grupos multifuncionais, multidisciplinares e multiculturais de projeto e as particularidades de cada país passaram a ser consideradas no desenvolvimento dos projetos. Em relação à base de suprimentos, com a intenção de adquirir vantagens por economia de escala e maior equalização de tecnologia entre os mercados, os

principais fornecedores da matriz também eram fornecedores dos demais mercados, independentemente de estarem ou não estabelecidos nestes mercados. Com isso, houve diversas aquisições, associações e rompimento de relações entre montadora e fornecedores locais e, muitas vezes, havia a necessidade de importação de insumos ou até mesmo os componentes, gerando maior custo para o projeto. Exemplos dessa fase são: Fiat Palio; Chevrolet Corsa; Ford Fiesta e Ka; Volkswagen Polo (LEITE e CALOI, 2007).

Carvalho (2005) cita que os movimentos de internacionalização das montadoras no processo de globalização na indústria automotiva acarretaram o processo de integração organizacional e do sistema produtivo. Segundo o autor, no caso das subsidiárias brasileiras, este processo também acarretou a perda de autonomia relativa, visto que a maior integração ao sistema produtivo tem como contrapartida uma maior sintonia e comprometimento com as matrizes em relação às estratégias e com os programas. Apesar disso, o processo de internacionalização das montadoras favoreceu a modernização da linha de produtos, dos processos produtivos e da introdução de inovações organizacionais.

Segundo Carvalho (2005), ao analisar a evolução das estratégias das principais montadoras instaladas no Brasil, deve-se considerar a reestruturação, integração e modernização ocorridas na década de 1990, influenciadas principalmente pela globalização após a abertura do mercado e pela política econômica, ao criar incentivos fiscais para os denominados “carros populares”, que têm sido os grandes protagonistas nas vendas internas nos últimos anos. O autor cita quatro determinantes fundamentais que influenciaram os comportamentos adotados pelas subsidiárias no Brasil: a) importância relativa da filial local e do respectivo mercado local e/ou regional para a montadora; b) as distintas capacitações de desenvolvimento de produtos acumuladas internamente; c) o estágio de globalização / integração; e d) as estratégias competitivas de cada montadora em relação à produção, investimentos, linhas de produtos, pesquisa e desenvolvimento, etc.

Consoni (2004b) cita em sua pesquisa que há poucos indícios de que as subsidiárias de montadoras automotivas instaladas no Brasil venham a desenvolver atividades mais sofisticadas voltadas à pesquisa tecnológica para suportar atividades de engenharia de desenvolvimento. Na maioria dos casos, as matrizes continuam sendo fonte de informação e de conhecimentos tecnológicos mais complexos. Porém, existem algumas exceções a esta regra, nos quais algumas subsidiárias brasileiras de montadoras passaram a se concentrar em desenvolvimento de novas tecnologias, chegando a se tornar referência no exterior, e passaram a ser consideradas como centros de competência na estratégia global das matrizes.

Dentre as tecnologias reconhecidas estão atividades para reforço de suspensão, utilização de combustível com etanol e motores de baixas cilindradas. O desenvolvimento destas tecnologias foi estimulado pela particularidade de demandas do mercado brasileiro. Desta forma, as subsidiárias brasileiras passaram a se desenvolver em um nicho de mercado que não era, até então, foco estratégico das matrizes. Com isso, as subsidiárias brasileiras passaram a ser valorizadas pelas matrizes por sua capacidade de desenvolver soluções de baixo custo, o que têm atraído diversas atividades de desenvolvimento de produtos ao país.

Nota-se que, entre as empresas montadoras de automóveis veteranas (GM, Volkswagen, Ford e Fiat) instaladas no Brasil, a tendência é a busca da ampliação das capacitações locais nas atividades de desenvolvimento de produtos, com a finalidade de consolidar conhecimentos em todas as fases do ciclo de desenvolvimento de produtos. Desta forma, as atividades de desenvolvimento de produtos, antes limitadas apenas ao desenvolvimento de soluções para problemas imediatos de produtos e processos ou a tropicalização destes para adaptação às condições locais, passaram a ter um alcance cada vez mais global, com o desenvolvimento de projetos que passaram a ser integradas ao portifólio de produtos de países desenvolvidos (CONSONI, 2004b).

Segundo Leite e Caloi (2007), a fase atual é caracterizada pela volta de uma relativa autonomia de desenvolvimento de produtos por parte das subsidiárias com responsabilidades regionais; desenvolvimento de projetos para as necessidades específicas dos mercados locais e regionais com liderança local e, em alguns casos, desenvolvidos por centros de desenvolvimento de fora do país; e cadeia de suprimentos com visão global. Como exemplos, pode-se citar: Ford Novo Fiesta e EcoSport; Chevrolet Celta, Meriva e Agile e Volkswagen Fox.

4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Clark e Fujimoto (1991) definem desenvolvimento de produtos como um processo em que uma organização cria um bem ou informação comercial que supre necessidades de um mercado, utilizando seus recursos e capacitação técnica, tendo como estímulo as informações de oportunidades mercadológicas.

O processo de desenvolvimento de produtos exige o envolvimento de praticamente todas as funções de uma empresa, pois requer informações e habilidades de membros de todas as áreas funcionais desde a conceituação do produto, passando pelo ciclo projetar-construir-testar até a fabricação e distribuição do produto. Por isso, exige um grupo multidisciplinar em atividades interativas (MUNDIM et al., 2002).

Em um ambiente de globalização, a competitividade dos produtos de uma empresa depende da eficiência e da eficácia do processo de desenvolvimento de produtos, que exige agilidade e produtividade em oferecer produtos que atendam às necessidades e demandas do mercado e, ao mesmo tempo, com alta qualidade. Para se garantir uma vantagem competitiva, é necessário oferecer linhas de produtos atualizadas e inovadoras em relação à tecnologia, desempenho e distribuição que atenda à exigência dos mercados (BROWN e EISENHARDT, 1995 apud MUNDIM et al, 2002).

Muitas empresas desenvolviam produtos realizando um único projeto por vez. Isso gerava situações de desenvolvimento de componentes e sistemas específicos para cada projeto, ou seja, o projeto não considerava a possibilidade de padronizar ou reutilizar componentes e sistemas de outros projetos, além de criar competição por alocação de recursos da empresa quando se tem vários projetos sendo desenvolvidos ao mesmo tempo. Atualmente, devido à evolução dos mercados consumidores e aumento do número de montadoras atuantes, o cenário de desenvolvimento de produtos mudou drasticamente e o conceito de arquiteturas globais e padronização de componentes tornaram-se parte da estratégia das montadoras (FERREIRA, 2007).

4.1 Desenvolvimento de veículos

O atual cenário da indústria automotiva é formado por consumidores cada vez mais exigentes, que, em muitos casos, não enxerga o automóvel apenas como um meio de transporte, mas também como uma forma de *status*. Isso requer que o automóvel, além de características específicas para cada região ou nicho de mercado, seja competitivo em custo. Ao mesmo tempo em que a complexidade tecnológica dos automóveis avança, aumentam-se as necessidades de flexibilidade e capacitação das montadoras para o desenvolvimento e fabricação de veículos (FERREIRA, 2007).

Segundo Sacomano Neto e Iemma (2004), as montadoras que visam os mercados emergentes estão incorporando em suas estratégias algumas ações como:

a) **Simplificação dos produtos**: criação de arquiteturas globais, visando redução de custos de design;

b) **Redução das plataformas**: criação de vários veículos a partir de uma plataforma ou arquitetura, por exemplo: criar versões *sedan, station-wagon, monovolume*, *pickup, hatchback* e outras.

c) **Comunização**: refere-e ao compartilhamento de principais componentes, plataformas e políticas similares a respeito das relações de trabalho;

d) **Modularização**: no caso da produção, compreende a montagem de subsistemas ou módulos fora do principal fluxo de montagem, reduzindo a rigidez, custos e as limitações trazidas pela diversidade. Neste caso, os fornecedores têm maiores responsabilidades gerenciais sobre a cadeia de fornecimento;

e) **Hierarquização dos fornecedores**: seleção de um número reduzido de fornecedores que devem atender a implantação de programas de qualidade, *Just-in-time*, adaptar e homologar novos itens de fornecimento;

f) ***Follow-sourcing***: o fornecedor acompanha a montadora onde o veículo for lançado pela primeira vez (ALVES FILHO et al, 2002 apud SACOMANO e IEMMA, 2004), sob o risco de perderem os contratos no país de origem;

g) ***Global-sourcing***: em busca de melhores condições de fornecimento, as montadoras buscam alternativas não limitadas pela localização geográfica, transferindo a responsabilidade de nacionalização para seus fornecedores;

h) **Investimento**: possui relação com as estratégias da indústria no sentido de criar barreiras de entrada aos novos entrantes;
i) **Super capacidade de produção**: na indústria oligopolista, as empresas têm incentivos para investir em outros países, em uma situação de incerteza de demanda, ao invés de investirem em um mercado estável.

Estas ações são formas de viabilizar projetos, possibilitando a diversificação das montadoras e de modelos de veículos que correspondam às expectativas dos diversos consumidores, sem a necessidade de se desenvolver componentes e sistemas específicos para cada projeto. Isso pode ser observado comparando-se a quantidade média de modelos oferecidos pelas montadoras no Reino Unido em 1960 era 2, com apenas 4 montadoras atuando no mercado. Já em 2000, o número médio de modelos disponíveis era 8, com cerca de 7 montadoras (FERREIRA, 2007).

Ao mesmo tempo em que o número de modelos disponíveis aumentou, houve diminuição no número de plataformas de 23%, considerando-se o mercado Europeu entre 1990 e 2002, ou seja, as plataformas se tornaram mais flexíveis possibilitando o desenvolvimento de diversos tipos de carroceria (*sedan, pickup, station-wagon*, conversível, *hatchback, coupé*, monovolume) a partir da mesma base (FERREIRA, 2007).

4.1.1 Arquiteturas Globais

A integração entre as regiões que tem ocorrido na indústria automotiva levou as montadoras a buscarem produtos que possam atender a diversos mercados com o objetivo de adquirir vantagem das economias de escala (STURGEON et al., 2009). Uma forma de obter essas vantagens é aumentar o volume de produção, ou seja, padronizar os componentes ou sistemas ao máximo possível. Na indústria automotiva, uma forma de padronização é a utilização de arquiteturas globais. Arquitetura global é aquela que consegue atender as necessidades de vários mercados, desde os três maiores como América do Norte, Europa e Japão até os de pequeno volume e mercados emergentes (BROWN, 2006).

A arquitetura é a parte estrutural do veículo que o cliente não enxerga, como assoalho, fixação do painel de instrumentos e bancos, sistemas de suspensão e de ar-condicionado,

como se pode ver na Figura 4 (CRUZ, 2006). A partir da arquitetura, é possível definir diversos tipos de veículos com características específicas para cada mercado, por exemplo: motorização, *design*, acessórios, tipo de carroceria (*sedan*, *hatchback*, monovolume, *pickup*, etc). As diferenciações entre os produtos provenientes de uma mesma arquitetura dependem das condições financeiras das populações, geográficas, climáticas, dos costumes, das legislações, das estradas e até das peculiaridades culturais (Hung, 2007).

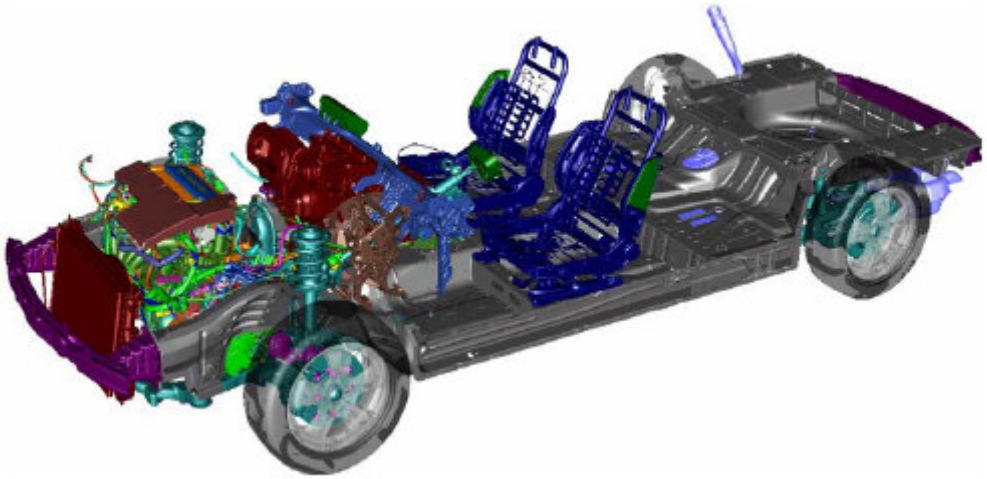

Figura 4 – Exemplo de arquitetura de veículos
Fonte: FERREIRA, 2007, p.75.

Segundo Ferreira (2007), a diferença entre o conceito de plataforma, muito utilizado antigamente e arquitetura está no fato que de a plataforma não previa o desenvolvimento de vários tipos de carrocerias ou mercados, ou seja, os projetos eram realizados e davam pouco espaço de transformação. Desta forma, quando a montadora decidia evoluir ou transformar o modelo, era necessário executar uma série de modificações, aumentando o tempo e o custo do projeto. Já o conceito de arquitetura envolve um planejamento de longo prazo, ou seja, há uma previsão de quais carros serão derivados desta arquitetura. Uma arquitetura global pode ser definida como um conjunto de módulos e componentes comuns, com pontos de fixação comuns, que serão usados como base para o desenvolvimento de diversos veículos. Desta forma, o conceito de plataforma está sendo substituída pelo conceito de arquitetura global na estratégia das montadoras. O conceito de arquitetura global, por ser mais flexível, possibilita o desenvolvimento de vários veículos com padronização de componentes de uma base estrutural

e funcional; e componentes modulares específicos para cada mercado, com custos mais competitivos.

Hung (2007a) cita alguns exemplos de particularidades existentes em um produto global: a) culturais: atitudes racionais *versus* emocionais, como escolha da cor, textura dos materiais, etc; b) legais: níveis de emissões de motores e ruídos, exigências quanto à segurança veicular, impostos de acordo com a motorização; c) mercado: tipos de combustíveis utilizados, condições geográficas (altitude), climáticas (países de temperaturas extremas); e outras particularidades, como o volante do lado direito para alguns países (Grã-Bretanha, Japão, Austrália, África do Sul, Índia, etc.).

Segundo Ferreira (2007), o objetivo das montadoras ao desenvolver arquiteturas de veículos é padronizar ao máximo os componentes, sub-sistemas e sistemas, otimizando o desenvolvimento e produção de diversos modelos e possibilitando diminuir custos de desenvolvimento e produção. A não-padronização implica em desenvolvimentos em duplicidade de componentes que não são perceptíveis ao cliente final. O conceito de arquitetura se difere dependendo da montadora, no que tange aos componentes que são considerados itens que caracterizam a arquitetura, como se pode observar no quadro da Figura 5.

Montadora	Principais sistemas / funções comuns aos veículos de uma plataforma convencional
Ford	Motor, transmissão, linhas de soldagem, assoalho e sistemas de suspensão.
General Motors	Eixos dianteiro e traseiro, coluna de direção, *front end* (parte dianteira da estrutura da carroceria), sistema de freio, sistema de suspensão, assoalho, tanque de combustível, sistema de exaustão, estrutura dos bancos e alguns componentes elétricos.
Honda	Motor e transmissão.
PSA (Peugeot e Citroën)	Motor, transmissão, sistema de direção, sistema de ar-condicionado e refrigeração, estrutura dos bancos, sistema de freios, rádio, sistemas telemáticos e de navegação.
Toyota	"Berço" e *layout* do motor, suspensão dianteira, sistema de direção, distância entre a frente do veículo e *dash-panel* (estrutura que divide o cofre do motor da cabine de passageiros).
Volkswagen	Eixos dianteiro e traseiro, roda, coluna de direção, *front-end*, sistema de freio, assoalho central, tanque de combustível, sistema de exaustão, estrutura dos bancos, caixa de roda e alguns componentes elétricos.

Figura 5 – Definição de arquitetura de acordo com as montadoras
Fonte: FERREIRA, 2007, p. 34.

Ao mesmo tempo em que a padronização de componentes torna-se uma fonte de vantagem competitiva, pode ocorrer limitação em *design* e agregação de custos e massa desnecessários, ou seja, pode haver casos em que um produto perde a possibilidade de redução de complexidade do sistema ou componente caso esta possibilidade não seja identificada previamente. Daí a importância de se considerar *inputs* de todos os mercados alvo para a arquitetura, desde os menos exigentes aos mais rigorosos.

4.1.2 Variáveis que influenciam na definição da estratégia de desenvolvimento de um veículo

Ferreira (2007) estudou algumas variáveis que influenciam a definição de uma estratégia para o desenvolvimento de um veículo ou família de veículos. A inclusão do conceito de arquitetura comum a vários veículos é destacada como uma estratégia com a finalidade de otimização do tempo de desenvolvimento e redução de custos do projeto, visto que alguns componentes, comuns aos diversos veículos desenvolvidos sobre esta arquitetura, podem adquirir vantagens econômicas devido ao aumento na escala e temporais, ao exigir apenas a validação de um componente ou sistema que irá ser utilizado em diversos projetos.

Dentre as variáveis apresentadas para a definição da estratégia de desenvolvimento, destacam-se:

a) **Variáveis relativas ao tempo:** são as variáveis relacionadas tanto ao tempo de desenvolvimento do veículo como o seu ciclo de vida.

   O tempo de desenvolvimento é o tempo necessário para a execução do projeto desde a sua concepção até o seu lançamento. Este tempo depende da complexidade do projeto, que pode ser apenas um *face-lift* (pequenas alterações estéticas para revitalização do produto) ou o desenvolvimento completo de uma nova arquitetura.

   O ciclo de vida é o tempo esperado de permanência do produto no mercado. Quanto maior o ciclo de vida esperado para o produto, maior o investimento necessário para o desenvolvimento, pois o projeto necessitará de maior flexibilidade e modificações para se manter no mercado;

b) **Variáveis relativas à qualidade:** são as variáveis relacionadas à qualidade esperada para o novo produto, que pode ser medida a partir de um projeto existente, ou seja,

define-se a necessidade de aplicação de novas tecnologias para melhorar os resultados de um produto atual.

As expectativas do cliente são uma forma de medir o nível de qualidade esperado para o novo produto. Neste aspecto, analisam-se as características desejáveis ou essenciais para o cliente, bem como as exigências legais do mercado-consumidor.

As tendências tecnológicas indicadas pelos fornecedores ou pela concorrência ajudam a definir se o novo produto pode ser uma evolução de um produto atual ou se será necessário o desenvolvimento de uma arquitetura nova.

A capacitação técnica, tanto da montadora (em relação a recursos físicos e humanos) quanto de seus fornecedores, bem como a profundidade do conhecimento de mercado, impactarão na capacidade de desenvolvimento de um produto para o mercado local ou multi-regional.

O *benchmarking* (comparação com produtos semelhantes de outros fabricantes) indica o nível de qualidade esperado do novo produto quando comparado aos produtos da concorrência disponíveis no mercado, sejam estes de categorias já existentes no portifólio da montadora ou de categorias oferecidas apenas pelos concorrentes.

A capacidade produtiva influencia na decisão de se produzir veículos com base em produtos correntes locais ou produtos flexíveis, pois a complexidade exigida para o novo projeto impacta nos investimentos necessários para a execução do mesmo.

As tendências do mercado podem indicar a necessidade do desenvolvimento de um segmento novo para a montadora, bem como a necessidade de flexibilidade do projeto. Estes fatores, indicam à montadora a complexidade e a necessidade de investimentos para o desenvolvimento e implementação do projeto;

c) **Variáveis relativas ao custo:** são variáveis relacionadas ao custo de desenvolvimento do produto, ao custo do veículo e ao poder aquisitivo do mercado consumidor alvo. Estas variáveis indicam à montadora a viabilidade do desenvolvimento de uma nova família de veículos ou do desenvolvimento de um projeto a partir de uma família existente.

Os investimentos necessários são diretamente proporcionais aos níveis de modificações a serem feitas a partir de um produto existente, bem como à quantidade de novas tecnologias a serem empregadas no projeto.

O custo do veículo para o cliente no momento de seu lançamento está diretamente ligado aos produtos oferecidos pela concorrência ou pela própria montadora e também

à estratégia de substituição de um veículo existente ou lançamento de uma nova categoria.

O poder aquisitivo do mercado alvo servirá como referência à montadora para definir o nível de tecnologia embarcada e investimentos a serem aplicados no projeto.

Além das variáveis citadas, Ferreira (2007) cita as principais estratégias adotadas pelas montadoras no lançamento de seus veículos:

a) **Lançamento de um veículo por vez:** lançamento de um veículo sem a previsão de lançamento de veículos futuros baseados no mesmo projeto;
b) **Plataformas regionais de veículos:** desenvolvimento de uma família de veículos à partir de um veículo existente, destinado a um mesmo mercado consumidor;
c) **Plataformas globais de veículos:** estratégia similar ao de plataformas regionais, ou seja, lançamento de uma família de veículos baseadas em um mesmo projeto, porém com maior complexidade devido à necessidade de considerar os requisitos de diversos mercados consumidor;
d) **Arquiteturas globais de veículos:** considera a necessidade de desenvolvimento de todo o portifólio a ser desenvolvido à partir de uma arquitetura, ou seja, além de considerar as exigências de diversos mercados, considera também os diversos tipos de carroceria, normas legislativas, características culturais e diferentes famílias de produtos. Com a arquitetura desenvolvida, os veículos derivados possuem menor tempo e custo de desenvolvimento, visto que as modificações afetam menos de 20% dos componentes de interface entre arquitetura e peças específicas do derivativo.

As estratégias são definidas nas fases iniciais do projeto e dependem, além da análise dos cenários atual e futuro, principalmente do público alvo que se pretende atingir. Com isso, é possível definir as características do veículo ou da família, bem como o custo esperado e por conseqüência, a complexidade de desenvolvimento (FERREIRA, 2007).

4.2 Desenvolvimento de veículos globais

A maioria das montadoras de automóveis está trabalhando no desenvolvimento de veículos com base em arquiteturas ou plataformas globais. A Ford, por exemplo, anunciou

que as minivans C-MAX e Grande C-MAX, apresentadas no Salão de Genebra em 2010, serão os dois primeiros modelos da nova arquitetura global C. Esta arquitetura é a base do novo Ford Focus e será utilizada para o desenvolvimento de dez veículos ao todo (MURTA, 2010).

Figura 6 – Ford C-MAX e Grand C-MAX, os 2 primeiros veículos da arquitetura global C.
FONTE: MURTA, 2010.

A Renault possui os modelos Logan e Sandero, desenvolvidos sobre a arquitetura global B0, destinado aos mercados emergentes. O Sandero foi o primeiro veículo destinado ao mercado global que foi incialmente lançado fora da Europa. Foi desenvolvido na França com o foco no mercado brasileiro, ao contrário do Logan, cujo projeto foi adaptado para o mercado nacional (ALVES, 2007).

A Nissan mostrou, no Salão de Detroit em 2010, um veículo subcompacto de baixo custo que será o substituto do Nissan Micra. Este veículo é desenvolvido sobre a arquitetura global V, que dará origem a mais dois veículos e estará disponível em cerca de 150 países (RODRIGUES, 2010).

Figura 7 – Nissan Micra, desenvolvido sobre a arquitetura global V.
FONTE: Rodrigues, 2010.

No mesmo evento, a Honda apresentou o um carro conceito compacto que foi projetado como arquitetura global. Trata-se de um veículo que deve ser lançado em 2011 visando os mercados emergentes.

Figura 8 – Carro conceito compacto projetado sobre arquitetura global da Honda, para mercados emergentes.
FONTE: http://carpointnews.blogspot.com/search/label/Honda, 2010

O capítulo 5 cita exemplos de veículos desenvolvidos sobre arquitetura global pela General Motors, como por exemplo o Epsilon I e Epsilon II. Além disso, descreve o processo de desenvolvimento de um novo veículo baseado em arquitetura global, que demonstra a evolução das competências da engenharia de produtos da GMB.

O atual cenário da indústria automotiva faz com que as montadoras busquem desenvolver produtos com a máxima otimização possível, através do conceito de arquiteturas e o foco voltado a mercados promissores, como os países emergentes.

4.3 Gestão de projeto de desenvolvimento de produto

Na indústria automotiva, devido à grande interação entre montadoras e autopeças, necessita-se de uma metodologia comum para que se desenvolvam produtos que garantam a satisfação do cliente aliados aos objetivos estratégicos das empresas envolvidas. Para a gestão e desenvolvimento de produtos e processos na indústria automotiva, as metodologias distintas mais reconhecidas são: Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP) e o método do *Project Management Institute* (PMI), o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK). Basicamente, o APQP visa definir e estabelecer os passos necessários para assegurar que um produto atenda às necessidades do cliente com excelência, através de ferramentas e pontos de verificação. Necessita o entendimento, por parte de cada elemento da cadeia, dos produtos de entradas e saídas das várias fases do processo para que se obtenha um produto final validado e apto para produção em massa. O PMBOK define o projeto como "um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único". Para as montadoras, obedecer ao escopo, custo e prazos torna-se o grande desafio em meio a competição pelo mercado (SOUZA, 2006).

4.3.1 Conceito APQP

Segundo Souza (2006), APQP possui como diretriz o desenvolvimento de um produto que satisfaça o cliente, ou seja, o foco de desenvolvimento é a qualidade. Para isso, o APQP possui alguns pilares essenciais:

a) **Equipe multifuncional:** todas as áreas e processos devem estar envolvidos na elaboração das definições do APQP;
b) **Ciclo *Plan-Do-Study-Act* (PDSA):** método estruturado de análise, resolução de problemas e retroalimentação de informações, visto que o desenvolvimento de um projeto é interativo, cada item depende de outros para um funcionamento harmonioso;
c) **Engenharia simultânea (ES):** necessidade de integração de todas as capacidades técnicas e administrativas da organização e da cadeia de suprimentos para alcançar

desenvolvimentos mais rápidos, com menores custos e maiores qualidade e flexibilidade.

O processo de APQP tem como característica a continuidade, ou seja, a melhoria contínua do processo até que as expectativas do cliente sejam atingidas. Desta forma, as fases do ciclo PDSA no APQP são:

a) **Planejamento e definição do programa:** entendimento claro das necessidades do cliente. Nesta fase, destaca-se a importância da engenharia simultânea para otimização do prazo do projeto, devido ao fato de que o cliente muitas vezes está distante do desenvolvimento do produto e suas necessidades são mutáveis;
b) **Verificação do projeto e desenvolvimento do produto:** visa assegurar que os requisitos de engenharia e as demais informações técnicas sejam revisados e criticados, para resultar em uma análise de viabilidade do produto e do processo de manufatura. Nesta fase, são utilizadas as ferramentas preventivas, como: DFMEA (*Design Failure Mode and Effect Analysis*), DFA (*Design for Assembly*); DFM (*Design for Manufacturing*), FEA (*Finite Element Analysis*), DVP&R (*Design Verification Program & Report*). As saídas desta fase são os desenhos, modelos 3D, especificações de engenharia e planos de validação. Ao final desta fase, espera-se a garantia de que "o produto projetado possa ser manufaturado, montado, testado, embalado e entregue em quantidade suficiente, a um custo aceitável pelo cliente e dentro do prazo estabelecido";
c) **Verificação do projeto e desenvolvimento do processo:** visa o desdobramento dos requisitos do produto e do processo em saídas tangíveis, que possam ser controladas pelo custo, prazo e adequação ao escopo de projeto com a finalidade de gerar o fluxograma do processo, *layout* das instalações, análise dos modos de falha do processo e seus efeitos (*Process Failure Mode and Effect Analysis* - PFMEA), planos de controle, embalagens e capabilidade do processo.
d) **Validação do produto e do processo:** fase em que se valida todo o planejamento e implantação do produto e do processo através de uma corrida piloto, onde a equipe certifica de que todos os elementos projetados e controlados são suficientes para garantir os objetivos estabelecidos inicialmente e atender as expectativas do cliente (custo, qualidade, prazo, especificações técnicas e comerciais, responsabilidade social, etc), seja ele, interno, externo, acionistas ou sociedade de maneira geral. Eventuais

desvios encontrados nas fases devem ser registrados e a equipe de ES acionada para correção e contínua melhoria do produto ou processo;

e) **Análise da retroalimentação, avaliação e ação corretiva:** encerramento do ciclo com a avaliação das melhorias possíveis no produto ou processo, certificação e adequação das ferramentas de controle e medição de nível de satisfação dos clientes.

O cumprimento das fases do APQP é importante devido às interfaces existentes entre as saídas de uma fase e as entradas da fase seguinte. A cada atividade não cumprida ou atrasada associa-se o risco de insucesso e penalidade por custo, que são maiores quanto mais evoluído estiver o projeto (SOUZA, 2006).

4.3.2 Método do PMI

O PMI (*Program Management Institute*) atua na área de gestão de projetos desde 1969 e define os procedimentos descritos no PMBOK *Guide* de 2004, como as boas práticas aplicáveis para a maioria dos projetos. Ao comparar com o APQP, este último define "o que fazer", já a gestão de projetos define "como fazer", "quando fazer", "quem deve fazer" e "com quais recursos fazer". Considera-se projeto um esforço temporário que possui como objetivo gerar um produto ou serviço que será integrado ao programa de um cliente final, seja em um novo veículo ou em um programa de alteração de um existente. Segundo o PMI (2004 apud SOUZA, 2006), todo projeto pode ser dividido em uma estrutura analítica, ou seja, decomposta hierarquicamente, que define e organiza o escopo total do projeto. Esta estrutura é decomposta em pacotes de trabalho. Geralmente, os projetos seguem um ciclo de vida de projeto definido, que de forma genérica, pode ser dividido em: a) iniciação: definição e autorização da realização de um projeto ou fase dele; b) planejamento: detalhamento de cronogramas, alocação de recursos, possibilitando a execução do projeto; c) execução: coordenação e integração de recursos humanos, materiais e financeiros para execução do plano elaborado na fase anterior; d) monitoração e controle: acompanhamento do progresso do projeto através de medições de variâncias do planejado e aplicando ações corretivas quando necessário, a fim de eliminar ou minimizar os efeitos prejudiciais destas variâncias ao sucesso do projeto; e) finalização: formalização da aceitação das realizações do projeto,

produto ou serviço. A Figura 9 mostra o nível de atuação de cada um dos grupos de processo ao longo do projeto.

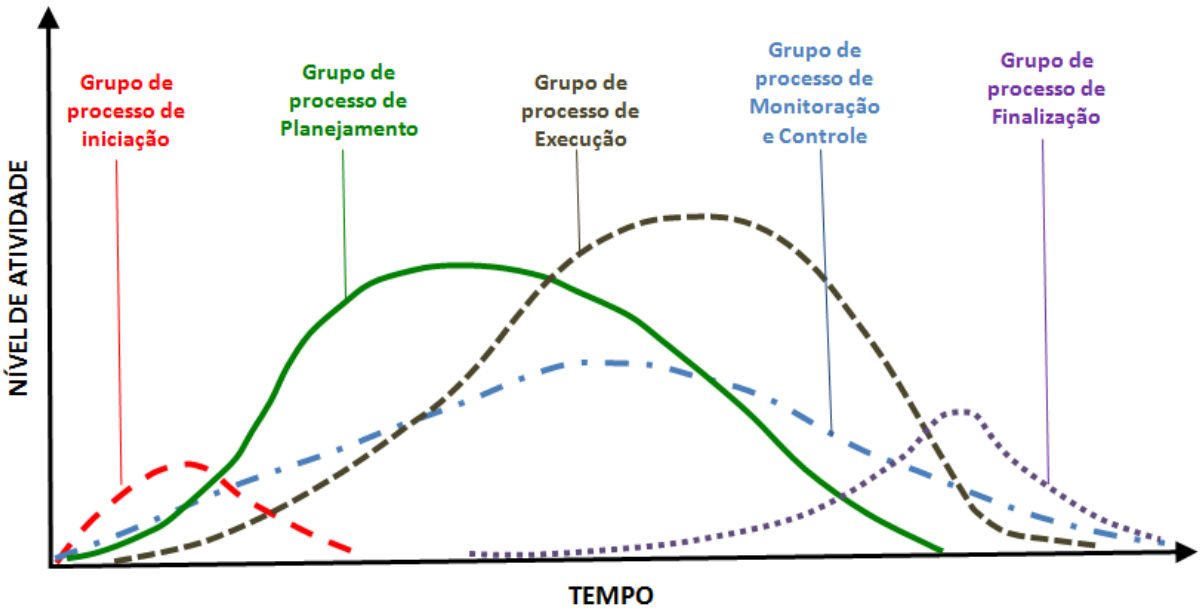

Figura 9 – Interação dos Grupos de Processos em um projeto
Fonte: Souza, 2006, p.40

Segundo Souza (2006), os processos citados ocorrem no projeto como um todo e também em cada pacote de trabalho. Desta forma, cada unidade menor possui um ciclo PDSA para que haja um início formal, planejamento, execução, monitoração e fechamento de cada parte do projeto.

Projetos sem fim satisfatório também devem ser finalizados formalmente e a responsabilidade pela implementação de melhorias claramente definidas. Todos os pontos de sucesso ou insucesso devem ser registrados como lições aprendidas para serem incorporados nos procedimentos ou novos projetos.

O projeto é restringido pelo triângulo escopo, tempo e custo, que devem ser bem definidos. O escopo define o que deve ser feito para entregar um produto, serviço ou resultado com características e funções especificadas. O tempo define o período dentro do qual o projeto deve ser implantado e gerar os resultados esperados. O custo determina o custo dentro do qual o projeto deve ser implantado e gerar os resultados esperados.

O PMI define nove diferentes áreas de conhecimento, onde devem ser aplicados os cinco grupos de processo do projeto, para o gerenciamento de projetos:

a) **Gerenciamento da integração do projeto:** visa integração dos planos do projeto e dos recursos para realização das atividades do projeto através da tomada de decisões sobre alocação de recursos, priorização de ações com base em impactos futuros que possam prejudicar o projeto caso não sejam tomadas a tempo;
b) **Gerenciamento do escopo do projeto:** preocupa-se com a definição e controle do que está e do que não está incluído no projeto, ou seja, visa assegurar que os trabalhos necessários e suficientes estão previstos;
c) **Gerenciamento do tempo do projeto:** visa assegurar que o tempo inclui todas as atividades e processos necessários para que o projeto atenda o tempo previsto, dentre eles a definição de atividades, seqüenciamento de atividades, estimativa dos recursos para completar as atividades, desenvolvimento e controle do planejamento do tempo. Neste caso, o cronograma é uma ferramenta analítica muito importante que permite, além do auxílio visual, desdobrar as necessidades do projeto em atividades gerenciáveis, provendo as informações necessárias e suficientes à realização do projeto para todos os *stakeholders*;
d) **Gerenciamento do custo do projeto:** visa planejar, estimar, alocar e controlar os custos do projeto, para que o mesmo possa ser completado dentro do custo total previsto.
e) **Gerenciamento da qualidade do projeto:** visa assegurar eu o projeto atenderá todas as necessidades para as quais foi originado;
f) **Gerenciamento dos recursos humanos do projeto:** inclui todos os processos que organizam e gerenciam o time que atua no projeto, de forma a otimizar os recursos disponíveis;
g) **Gerenciamento da comunicação do projeto:** visa garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e disposição de todas as informações de projeto de forma apropriada e no tempo correto;
h) **Gerenciamento dos riscos do projeto:** visa aumentar a probabilidade e o impacto de eventos positivos e a minimização de eventos negativos, provenientes de ações em busca de aumento de competitividade, avanço tecnológico ou condições econômicas;
i) **Gerenciamento das aquisições do projeto:** visa assegurar que os elementos externos participantes do projeto garantirão o fornecimento de seu produto ou serviço para o projeto.

Souza (2006) conclui que o APQP, que é direcionado à qualidade, define claramente o que deve ser feito no projeto, enquanto o método do PMI, direcionado à gestão do projeto, visa definir como, quando, quais recursos utilizar. A somatória dos dois métodos aumenta a probabilidade de sucesso no desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria automotiva. O autor ressalta também que o método é muito dependente da boa comunicação, pois o bom andamento do projeto depende de confirmação do entendimento e cobrança das atividades inerentes ao projeto, bem como a atuação de forma preventiva através de notificação sobre as atividades a serem iniciadas.

4.4 Planejamento do produto

A fase de planejamento do produto é considerada importante no processo de tomada de decisão de uma montadora por integrar diversas áreas na análise da viabilidade econômica de um projeto ou programa. Trata-se de uma fase interativa e de intenso trabalho, pois requer um balanceamento dos interesses de todas as áreas até que se defina um resultado que atenda às expectativas do consumidor e ao mesmo tempo apresente bom retorno financeiro. Geralmente, o fator mais desafiador na decisão do lançamento de um novo produto complexo como o automóvel é a parte financeira, visto que não existem barreiras em relação à tecnologia, ou seja, a tecnologia é acessível desde que haja recursos econômicos disponíveis. Desta forma, é essencial produzir de forma econômica, mesmo utilizando processos e materiais novos, para que o produto se torne acessível ao mercado alvo (HUNG, 2007b).

4.5 Engenharia de produtos

Após definidos os requisitos do produto, a engenharia do produto deve transformar as informações do conceito do produto em componentes e sistemas que satisfaçam o projeto originalmente idealizado. Ao definir o conceito de cada componente e sistema, a engenharia de produto deve buscar um balanceamento entre menor custo, boa durabilidade, facilidade de manutenção, facilidade de montagem, facilidade de manufatura, requisitos de desempenho e requisitos legais (DALL'AGNOL, 2001).

Atualmente, apesar da obsolescência programada, a rapidez no lançamento de um produto e sua qualidade são diferenciais importantes para a conquista de mercados e conseqüentes lucros. Por isso, a diminuição no tempo de desenvolvimento de um produto traz uma vantagem competitiva. Sendo assim, a interação entre os departamentos envolvidos no desenvolvimento de um produto e as relações com fornecedores internos e externos devem ser analisados para melhor entendimento desta complexidade (DALL'AGNOL, 2001).

Leonard-Barton (1995 apud DALL'AGNOL, 2001) cita quatro capacidades essenciais para uma condução de um projeto: a) pessoas com conhecimentos e habilidades; b) competências tecnológicas, incluindo *softwares* e maquinários; c) métodos gerenciais, sistemas de organização e incentivo e d) valores e normas da organização. Steinheider (2000 apud DALL'AGNOL, 2001), acrescenta que entre as competências deve haver processos de comunicação, coordenação e colaboração que possibilitem o trabalho em equipes multidisciplinares.

A engenharia de desenvolvimento de produtos tradicional é conhecida como seqüencial ou serial. Nesta forma de desenvolvimento, vários departamentos projetam uma solução final comum. De forma simplificada, como se pode ver na Figura 10, o departamento de estúdio de *design* cria uma única solução de design, considerando os critérios e requerimentos. Com base nesta solução, o departamento de *marketing* deve desenvolver um plano de *marketing* baseado no produto que possui em mãos e o produto segue para análise e desenvolvimento dos outros departamentos. Ou seja, a comunicação entre departamentos é feita apenas ao fim de cada fase (SOBEK, WARD e LIKER, 1999 e McCORD, 1993).

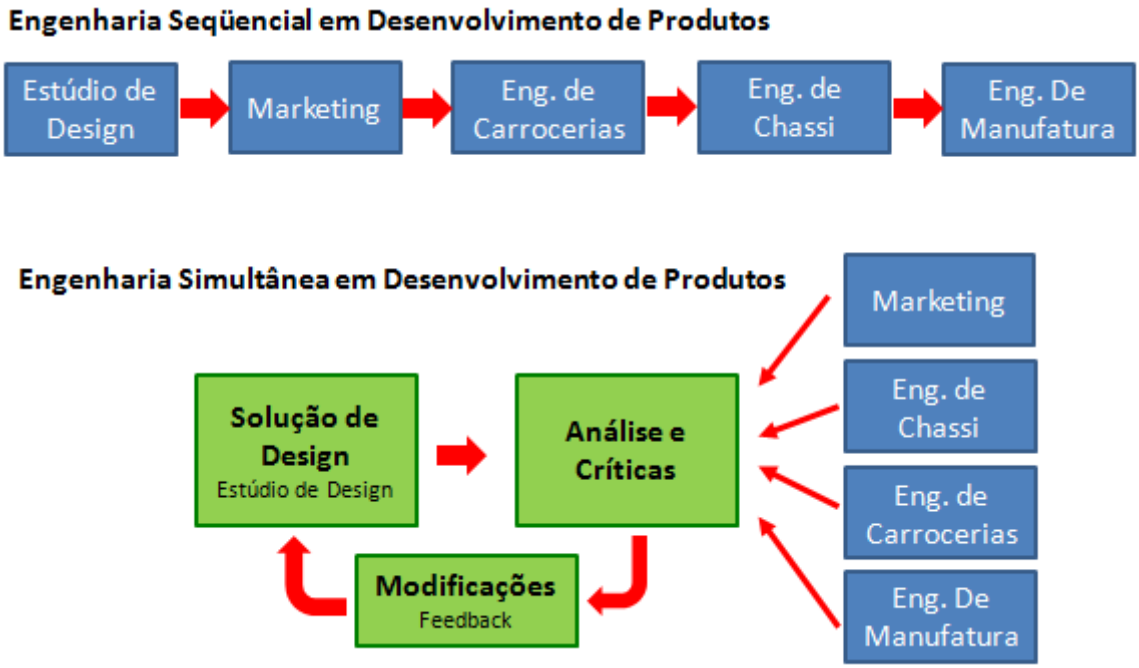

Figura 10 – Fluxo de desenvolvimento de produtos: engenharia seqüencial e engenharia simultânea
Fonte: Adaptado de Sobek,Ward e Liker, 1999, p. 69.

Entre cada fase existem *loops* de *feedbacks*, que geralmente causam pequenas modificações no conceito que foi aceito como base de *design*. Neste processo, os *feedbacks* demoram a acontecer, visto que o produto deve ser trabalhado por etapas. No processo típico de engenharia simultânea, o desafio é facilitar a troca de informações freqüente entre os departamentos, por exemplo, o departamento de estúdio de *design* apresenta a solução proposta para todos os departamentos ao mesmo tempo. Desta forma, todos os departamentos apresentam os resultados de suas análises e esse *feedback* é discutido e considerado pelo departamento de estúdio de *design* para o desenvolvimento de uma nova proposta, que causará um novo *loop* de avaliações e discussões (SOBEK, WARD e LIKER, 1999 e McCORD, 1993).

O processo de engenharia simultânea permite que todas as funções ou departamentos – Manufatura, Qualidade, Suprimento, Fornecedores e Serviços – envolvidos em um programa tenham a oportunidade de participar do projeto desde o início do programa. Assim, devido ao fato de vários departamentos trabalharem em paralelo no desenvolvimento de seus sub-sistemas, a integração dos sub-sistemas torna-se um desafio, ou seja, para que haja correta integração entre os sub-sistemas na montagem final, deve haver uma comunicação eficaz para

que os departamentos trabalhem com uma mesma solução (McCORD, 1993; LEITE e CALOI, 2007).

Schrage (1993 apud DALL'AGNOL, 2001) cita dez características para o bom funcionamento da engenharia simultânea (ES): a) efetivo sistema de planejamento da engenharia, com enfoque *"top-down"* no projeto; b) forte contato com os clientes; c) times multifuncionais e multidisciplinares; d) continuidade dos times multidisciplinares; e) otimização do produto e das suas características através de processos práticos na engenharia; f) criação de modelos virtuais/digitais dos produtos e uso de técnicas de "*benchmarking"* e prototipagem rápida; g) simulações virtuais de desempenho do produto e dos processos de manufatura; h) simulações virtuais para avaliação e otimização de situações de alto risco; i) envolvimento e comprometimento dos fornecedores no início da conceituação do produto e j) foco na melhoria contínua e lições aprendidas através de toda a organização.

Souza (2006) cita os seguintes fatores como pilares da implementação bem sucedida da ES: a) objetivos claros e compartilhados com todas as funções do projeto; b) método claro de divulgação e garantia de que a mensagem é compreendida em todos os níveis da organização; c) comprometimento da organização para que os participantes de qualquer atividade da ES tenham suporte para realização das mesmas no prazo e com qualidade; d) competências, sejam internas ou externas, para obtenção dos melhores resultados nos projetos em ES; e e) planejamento em conjunto, as equipes devem obter, através de consenso, a concordância de que as metas são atingíveis, específicas, mensuráveis, realistas, definidas no tempo e restritas ao custo planejado.

De fato, todos os fatores mencionados anteriormente são de vital importância em grandes projetos de engenharia de desenvolvimento de produtos, como automóveis ou computadores, em que há muitas pessoas trabalhando em pequenos grupos de desenvolvimento de produtos (*Product Development Team* – PDT) e que são responsáveis pelo desenvolvimento de apenas uma parte do projeto. Mesmo que estes grupos sejam independentes para desenvolver seus próprios sistemas ou sub-sistemas, o trabalho não pode ser feito de forma isolada devido às interfaces existentes com os sub-sistemas e sistemas de outros grupos (McCORD, 1993).

A engenharia responsável por acabamentos internos, por exemplo, deve trabalhar em conjunto com a engenharia de carrocerias para poder desenvolver as fixações de seus componentes, ou seja, deve haver uma comunicação eficaz entre os grupos (McCORD, 1993).

Sobek, Ward e Liker (1999) citam um processo de engenharia simultânea conhecido como *Set-Based Concurrent Engineering* (SBCE). Neste processo, os participantes ou diversos departamentos participantes do projeto definem e comunicam um conjunto de soluções paralelamente e relativamente independentes e conforme o progresso do projeto, esse conjunto de soluções vai se convergindo. Essa convergência ocorre com base em dados de desenvolvimento, de consumidores, de testes em componentes, etc (SOBEK, WARD e LIKER, 1999).

A Figura 11 mostra um exemplo de convergência de conjunto de soluções entre engenharia de produto e engenharia de manufatura, conforme o projeto avança em desenvolvimento. Este processo ocorre simultaneamente entre todos os departamentos participantes no desenvolvimento do produto e a cada fase do projeto existe um trabalho paralelo em que cada departamento ajusta gradualmente seu conjunto de soluções com base no amadurecimento dos dados do projeto e *feedbacks* dos demais participantes. O processo SBCE considera que o raciocínio e a comunicação em um conjunto de idéias direcionam a projetos mais robustos e mais eficientes globalmente do que trabalhar em apenas uma solução por vez.

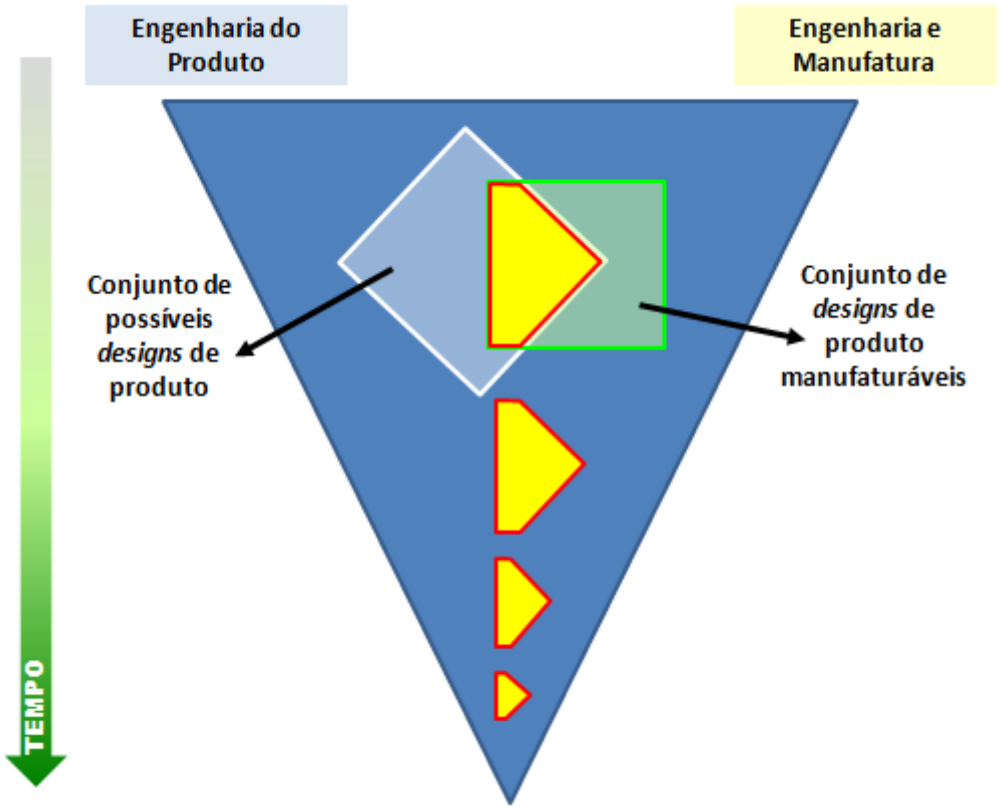

Figura 11 – Exemplo de Engenharia Simultânea tipo SBCE
Fonte: Adaptado de Sobek,Ward e Liker, 1999, p. 70.

Sobek, Ward e Liker (1999) descrevem que além do processo de engenharia simultânea SBCE, o sucesso no desenvolvimento de produtos de uma montadora também depende do sistema de gerenciamento, da sua relação com seus fornecedores e da capacidade dos mesmos.

Os centros de desenvolvimento de produtos que utilizam o conceito SBCE possuem uma estrutura matricial para gerenciamento das organizações funcionais e *chief engineers* (CE) para gerenciamento de desenvolvimento de produtos em um específico programa (projeto) ou programas de mesma arquitetura básica. Os CEs, também conhecidos como arquitetos dos sistemas, são os responsáveis pelo desenvolvimento dos programas e pelas tomadas das decisões técnicas mais críticas. Embora existam responsáveis por cada subsistema e funções (departamento), o CE é responsável por integrar as várias funções, direcionando a convergência das soluções, resolvendo os conflitos entre as funções e tomando as decisões técnicas que envolvam *trade-offs* (SOBEK, WARD e LIKER, 1999).

Sobek, Ward e Liker (1999) descrevem três princípios que formam uma estrutura de trabalho que possibilita aos participantes do projeto trabalharem paralelamente, focados em suas funções, e posteriormente convergir os resultados em uma solução comum.

- Princípio 1 – Definir o *Design Space*: refere-se à definição das condições de contorno ou caracterização dos conjuntos de alternativas possíveis que poderão ser utilizadas no processo de convergência. Este princípio é aplicado em duas etapas. Inicialmente, os engenheiros apresentam diversas propostas de soluções que poderiam ser aplicadas. Estas propostas são analisadas em relação às viabilidades técnica e econômica para cada sistema e sub-sistema. Ao definir os conjuntos a serem avaliados, em uma segunda etapa, os engenheiros buscam resgatar experiências e resultados de projetos anteriores que aplicaram os conceitos semelhantes.

A definição do *Design Space* compreende três elementos:

a) Definição das regiões possíveis: cada departamento ou função (engenharia de carrocerias, engenharia de chassi, engenharia de manufatura, etc) define um conjunto de requisitos primários (o que deve ou não deve ser feito, o que pode ou não pode ser feito) nos respectivos sub-sistemas, com base em experiências passadas, resultados de testes, requisitos legais, novas tecnologias disponíveis e *benchmarkings*, que servirão como uma linha de referência (*guideline*) para o desenvolvimento de cada subsistema. Desta forma, as análises a cada etapa do programa é facilitada, visto que os sistemas são desenvolvidos com base nas necessidades de cada departamento, por exemplo, o projeto de um painel da carroceria já leva em consideração os requisitos da engenharia de manufatura;

b) Exploração dos *trade-off* no desenvolvimento múltiplas alternativas: mais importante do que desenvolver várias propostas é ter capacidade de escolher a melhor entre elas. Todos os *trade-offs* são explorados através de simulações virtuais e protótipos físicos, usando dados baseados em experiências e julgamentos da equipe quando as decisões não são as mais importantes, ou seja, há um grande investimento em exploração das propostas, paralelamente ao desenvolvimento, com o intuito de adquirir conhecimento relativo aos conceitos dos sistemas ou sub-sistemas envolvidos antes de ter o conceito realmente implantado e com o risco de não dar certo. Mesmo que os diversos conceitos não sejam aplicados ao programa específico, as informações adquiridas podem ser úteis a projetos futuros;

c) Comunicação dos conjuntos de possibilidades: as funções ou departamentos apresentam não apenas as propostas que julgam serem as melhores – *single best idea*, mas sim, todas as possíveis. Desta forma, é possível adquirir o *feedback* dos demais participantes em todas as possibilidades. Muitas vezes, uma proposta julgada como a melhor para um departamento, pode resultar em um problema para outro e vice-versa.

- Princípio 2 – Integrar por intersecção*:* os diversos departamentos convergem em uma solução que funcione da melhor forma para todos. Para esta integração de sistemas, utilizam-se três conceitos:

a) Identificação de intersecções entre as soluções viáveis: ao expor todas as possibilidades de cada departamento, o resultado que se obtém é um desempenho otimizado de todos o sistema e não apenas um conjunto de vários sub-sistemas otimizados e que não necessariamente resultam no melhor desempenho do sistema;
b) Mínima imposição de restrições: ao contrário do processo utilizado pela maioria das montadoras americanas de congelar o *design* o mais cedo possível para se evoluir no desenvolvimento dos componentes, a montadora que utiliza o conceito SBCE opta pela máxima flexibilidade para explorar e ajustar a integração dos sub-sistemas. Ao mesmo tempo em que o congelamento prematuro do *design* possibilita um trabalho mais profundo dos departamentos na integração dos sub-sistemas, reduzindo os custos de produção, o congelamento mais tardio possível possibilita uma melhor integração dos sistemas, visto que é possível fazer modificações em sistemas que já teriam sido congeladas no processo das montadoras americanas;
c) Busca por conceitos robustos: o conceito de *design* robusto proposto por Taguchi (TAGUCHI e DON, 1990) significa que o *design* tem que ser funcional independente das variações de manufatura, clima ou desgaste. Conceitos robustos são conceitos que funcionam independentemente das soluções a serem adotadas por outros departamentos, ou seja, a modificação solicitada por outras funções não afeta o projeto definido. Este tipo de conceito contribui na diminuição de tempo de desenvolvimento de projetos. Como exemplo, pode-se citar um sistema de ar condicionado que pode ser aplicado a diversos projetos de veículos sem a necessidade de um desenvolvimento completo a cada projeto.

- Princípio 3 – Estabelecer viabilidade antes do comprometimento: trabalhar com diversas propostas em paralelo possibilita um profundo estudo de cada conceito, convergindo gradualmente em uma solução que evitará problemas durante a integração e obterá o melhor desempenho no nível do sub-sistema. Para este princípio, são considerados os seguintes fatores:

a) Convergência gradual durante o desenvolvimento de detalhes: o processo SBCE não envolve apenas a geração e comunicação das possíveis soluções, mas também um processo de decisão que gradualmente elimina as possibilidades até a obtenção de uma única solução e não apenas a escolha inicial da melhor opção entre as possibilidades. Cabe ao CE tomar as decisões chave no tempo adequado de modo que não atrase o desenvolvimento o projeto;

b) Compromisso com os conjuntos de conceitos já definidos e acordados: os departamentos devem se manter comprometidos com os *design* já definidos e acordados, para evitar uma mudança radical que afete os demais departamentos após o congelamento de um conceito. Ao se conduzir um projeto com novas tecnologias, uma alternativa segura é manter dentre os conceitos um *backup*, que possa ser implementado caso a nova tecnologia se mostre inviável;

c) Controle por gerenciamento de incertezas nas fases (*gates*) do projeto: as fases de desenvolvimento de produto são marcadas por *gates*, em que todos os componentes são integrados e avaliados em conjunto e o nível de incertezas é reduzido a cada *gate.* Falhas em reduzir o nível de incertezas em tempo adequado resultam em problemas emergenciais e todos os esforços são direcionados para corrigir a falha.

McCord (1993) descreve algumas formas para se integrar os diversos grupos de trabalho na engenharia de desenvolvimento de produtos, que dependem do projeto em questão e do tipo de trocas de informação requerida.

a) Tecnologias de informação e comunicação: tecnologias de informação podem ser usadas para derrubar as barreiras de comunicação e melhorar a capacidade de trocas de informação. Existem ferramentas de CAD (*Computer Aided Design*) que facilitam a troca de informações. Apesar de facilitar a transferência de informações, esta forma não é suficiente, visto que a qualidade da informação enviada depende da coordenação entre departamentos;

b) **Gerenciamento por hierarquia**: alguns conflitos técnicos e problemas de interface entre grupos de desenvolvimento são resolvidos apenas quando o problema é escalado a níveis gerenciais comum aos grupos, ou seja, o consenso não obtido entre os engenheiros dos grupos é resolvido com a decisão do gerente ou diretor comum aos dois grupos;

c) ***Heavy-weight manager***: é o gerente que possui visão global do projeto e, além de possuir forte e direta influência sobre todos os grupos de trabalho, possui acesso direto aos engenheiros (*working-level engineers*). Sobek, Ward e Liker (1999) denominaram esta função como *chief-engineer* (CE);

d) **Engenheiros de solução de conflitos**: são indivíduos dedicados a solucionarem conflitos entre determinados departamentos durante o desenvolvimento. Geralmente, não são responsáveis por desenvolver um sub-sistema específico, mas são os facilitadores e integradores de alguns sub-sistemas para solucionar problemas de interface;

e) **Engenheiros de sistemas**: a função do engenheiro de sistema é assegurar a integridade de sub-sistemas e monitorar o desenvolvimento do produto como um sistema. Engenheiros de sistemas são responsáveis por refinar os dados de clientes ao nível de sistemas e trabalhar diretamente com os grupos de desenvolvimento de sub-sistemas, assegurando que as especificações estão sendo atendidas;

f) **Forças-tarefa**: são grupos formados de acordo com a necessidade de se solucionar problemas técnicos específicos que afetam vários grupos de desenvolvimento;

g) **Reuniões gerais**: são reuniões onde todos os integrantes do projeto se reúnem para uma revisão geral do progresso do projeto. São úteis para integração dos grupos, mas ineficazes para trocas de grandes quantidades de informações técnicas;

h) **Grupos tecnicamente independentes**: as tarefas de coordenar e integrar podem ser facilitadas se o nível de interação entre os grupos de desenvolvimento necessário para o desenvolvimento dos sub-sistemas for o menor possível, ou seja, separar o desenvolvimento dos componentes de forma que possam ser modularizados. Quanto mais modular a arquitetura do produto, mais independentes são os grupos de desenvolvimento;

i) **E*ngineering liaisons***: são os engenheiros de componentes que são responsáveis por interagir com outros grupos de desenvolvimento que possuam interfaces com os componentes desenvolvidos pelo seu grupo, facilitando a troca de informações. A

finalidade é desenvolver um relacionamento que facilite e agilize a solução de conflitos entre os grupos de desenvolvimento.

Em um processo de engenharia simultânea, a forma mais efetiva de se integrar grupos separados de desenvolvimento é facilitar e assegurar comunicação direta entre eles e, além disso, ter o conhecimento das necessidades e de quais informações devem ser transmitidas. Um processo de engenharia simultânea bem implementado depende bastante basicamente da cultura da empresa e evita retrabalhos que normalmente ocorreriam tardiamente para possibilitar prazos de desenvolvimento agressivos (McCORD, 1993 e SOBEK, WARD e LIKER, 1999).

O processo de integração organizacional e do sistema produtivo, através dos movimentos de internacionalização por parte das montadoras, são as principais características do processo de globalização da indústria automotiva (CARVALHO, 2005). Esta configuração se deu apenas com a reestruturação industrial ocorrida a partir do início dos anos 80, que ocasionou a desverticalização das grandes empresas. Estas empresas passaram a se concentrar apenas em algumas funções estratégicas ou competências essenciais (*core competences*), descentralizando suas atividades, que passaram a ser feitas por seus fornecedores e distribuidores. Ou seja, com o foco na redução de custos, as montadoras passaram a se concentrar na estratégia e nas áreas mais rentáveis da produção automotiva, como pesquisa e desenvolvimento, projeto de novos produtos, promoção da marca e venda de veículos. O desenvolvimento de componentes passa a ser de responsabilidade dos fornecedores, como por exemplo: espelhos retrovisores, guarnições, mecanismos de levantamento de vidros. Nestes casos, a GM especifica as melhores práticas, materiais e desempenho requeridos e o fornecedor é responsável por desenvolver componentes e sistemas que atendam às solicitações da montadora.

Ao identificarem suas competências essenciais, as montadoras estabelecem relações diferenciadas com os fornecedores de sistemas, módulos e subconjuntos. Com isso, os fornecedores passam a atuar de forma mais ativa desde a fase inicial do desenvolvimento do produto, com intensa troca de informações com a montadora. A Figura 12 mostra de forma sucinta, a atual organização da indústria automotiva.

Figura 12 – Organização da indústria automotiva.
Fonte: Longato, 2006, p. 34.

Segundo Sturgeon et al. (2009), com a globalização, surgiram duas classes de fornecedores da indústria automotiva: as locais e as globais. Antigamente, as empresas dominantes exportavam para suas plantas em outras regiões e dependiam de fornecedores locais para cada localização de produção. A nova tendência expandiu as oportunidades dos maiores fornecedores da indústria automotiva, que ao se tornarem globais, tiveram que se adaptar às diferentes formas organizacionais e de relacionamento das empresas dominantes norte-americanas, européias e japonesas. Atualmente, fornecedores de presença global podem concentrar o volume de produção de um componente específico em um ou poucos locais, posteriormente exportá-lo para uma de suas plantas mais próximas da linha de montagem final de seus clientes, realizar a montagem do sub-conjunto ou sub-sistema e enviar para a planta de montagem.

Marinho e Amato Neto (2001) afirmam que o surgimento de um novo padrão de produção de bens ou serviços baseados em flexibilidade, velocidade e produção enxuta, causou impactos nas estruturas organizacionais das empresas e nas relações entre clientes e fornecedores. Segundo Ghodsypour e O'Brien (2001), a seleção correta de fornecedores pode resultar em significantes reduções de custos, melhorando a competitividade da empresa. Por isso, o processo de seleção de fornecedores representa a atividade principal do departamento

de compras (WILLIS, HUSTON e POHLKAMP, 1993 apud GHODSYPOUR e O'BRIEN, 2001). Para se obter materiais com qualidade, essa seleção deve buscar fornecedores que tenham a capacidade de fazer o que se propõe. Capacidade, neste caso, significa adequações quanto a instalações, processos, equipamentos, tecnologia e competência técnica e gerencial (MARINHO e AMATO NETO, 2001).

Verificar a capacidade tecnológica dos fornecedores de se fabricar localmente e sua competitividade global é muito importante durante a escolha de um fornecedor que participe já nas fases iniciais de desenvolvimento de um produto (DALL'AGNOL, 2001).

Pires (2001) cita uma forma de relacionamento com o fornecedor: o *outsourcing*. Trata-se de uma relação colaborativa e independente em que parte do conjunto de produtos e serviços utilizados por uma empresa é suprido por um fornecedor externo. Para poder focar principalmente em suas *core competences*, o comprador transfere algumas atividades e responsabilidades no processo de desenvolvimento de produtos ao fornecedor, que busca melhorias na competência e infra-estrutura para melhor atender ao seu cliente.

Segundo Sacomano Neto e Iemma (2004), a cooperação e as parcerias com os fornecedores são meios para captação de recursos e minimização das incertezas, características comuns em um mercado globalizado.

Segundo Sobek, Ward e Liker (1999), algumas montadoras utilizam o conceito de exploração *trade-offs* na seleção de fornecedores. Dependendo do componente, a montadora tem a expectativa de que os possíveis fornecedores apresentem cinco ou seis propostas com comparativos de materiais, massa, desempenho, custos, qualidade, investimentos necessários, etc. Com base neste trabalho, a montadora seleciona o fornecedor que julga atender melhor às suas expectativas e continua o desenvolvimento e negociação de preços mesmo após a seleção, finalizando apenas na definição final do componente ou sistema.

Para uma efetiva integração da cadeia de suprimentos da indústria automobilística é necessário que haja uma relação de parceria com os fornecedores. Incluí-los nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de um novo produto, com base no conceito de Engenharia Simultânea, possibilita que os mesmos tenham mais oportunidades de participação no desenvolvimento das especificações do produto, de forma que possibilite a antecipação de problemas futuros e a divisão de responsabilidades no desenvolvimento do produto, projeto, produção e distribuição. Além disso, é necessário que os membros da cadeia possuam uma contínua troca efetiva de informações que possibilite o aperfeiçoamento da eficiência da cadeia (BANDIN; NOVAES; DUTRA, 2003).

5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA GENERAL MOTORS DO BRASIL

Este capítulo apresenta o estudo de caso realizado a respeito da engenharia de produtos da GMB. As informações contidas neste capítulo foram obtidas através de entrevistas com pessoas ligadas ao desenvolvimento do projeto escolhido, bem como pesquisas em fontes secundárias.

Para exemplificar o desenvolvimento de um projeto de veículo baseado em arquitetura global, foi escolhido o projeto XYZBR, em desenvolvimento pela engenharia de produtos da GMB. Trata-se de um veículo de passeio, baseado na arquitetura global XYZ, que está sendo desenvolvida pela GMDAT (*General Motors Daewoo Auto & Technology*), subsidiária sul-coreana da GM, responsável pelo desenvolvimento da arquitetura global de veículos pequenos. Apesar de haver grande interação com a subsidiária sul-coreana no desenvolvimento do projeto XYZBR, este estudo de caso descreve o desenvolvimento do veículo sob a ótica da equipe brasileira.

Por questões de confidencialidade, os nomes dos projetos e arquiteturas envolvidas na descrição deste estudo de caso foram substituídos por conjunto de letras apenas para servirem de referência ao leitor. Desta forma, foram utilizadas as seguintes nomenclaturas:

- **XYZ:** identifica a arquitetura global do projeto descrito por este estudo de caso.
- **XYZBR:** identifica o projeto descrito por este estudo de caso, que está sendo desenvolvido pela engenharia de produtos da GMB, voltado para mercados emergentes.
- **XYZCS:** identifica o projeto que está sendo desenvolvido pela subsidiária sul-coreana da GM. Trata-se do projeto líder na arquitetura global de veículos pequenos e está voltado para mercados desenvolvidos.

Vale ressaltar que dados detalhados de datas ou tempo de duração de cada etapa no desenvolvimento do projeto, bem como custos e massa do veículo e seus componentes, foram omitidos por exigência da empresa por se tratarem de dados estratégicos.

Foram realizadas entrevistas com o Vice-Presidente da Engenharia de Produtos da GM *South America,* Pedro Manuchakian e seu assistente técnico executivo, Alexandre Guimarães; o *Regional Vehicle Chief Engineer* (RVCE) do projeto XYZBR, Albino Marques e os *Vehicle*

Subsystem Engineers (VSE), Filippo Santolia (VSE da Engenharia de Carrocerias Exteriores), Carla Pachu Oliveira (VSE da Engenharia de Interiores) e Eduardo Oliveira Santos (VSE da Engenharia de Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado), conforme já mencionado na seção 1.2.

5.1 História da GMB

A General Motors do Brasil (GMB) é a maior subsidiária da corporação na América do Sul. Foi fundada em 26 de janeiro de 1925 e as atividades iniciais consistiam em montagem de veículos importados dos Estados Unidos na fábrica localizada no bairro do Ipiranga, em São Paulo. Inicialmente, com o nome de Companhia Geral de Motores S.A., em seguida, alterada para General Motors of Brazil. Na época, a GMB produzia apenas 25 veículos por dia e contava com 499 empregados de 22 nacionalidades diferentes. Em setembro de 1928, a produção de veículos no Brasil chegou a 25.000 unidades.

Em 2009, a GMB registrou um recorde de vendas no mercado interno com 595.536 unidades vendidas e emplacadas no mercado brasileiro, com uma participação do mercado de 19%, o que a classifica como a terceira maior operação da GM, após os Estados Unidos e China. Em 2008, haviam sido vendidas pela GMB 548.943 unidades e em 2007, 498.693 unidades.

Atualmente, a GM do Brasil possui três complexos industriais que produzem veículos, em São Caetano do Sul (Região do ABCD paulista), São José dos Campos (Região do Vale do Paraíba), ambos no Estado de São Paulo e Gravataí (RS). Em São Caetano são produzidos os modelos Classic, Corsa *hatchback*, Corsa *sedan*, Astra *hatchback*, Astra *sedan*, Vectra *sedan*, Vectra GT (*hatchback*). Em São José dos Campos, os modelos Corsa *hatchback*, Corsa *sedan*, monovolumes Meriva e Zafira, *pickups* Montana, utilitário-esportivo Blazer, S10 Cabine Simples e S10 Cabine Dupla. Em Gravataí, região metropolitana de Porto Alegre, são produzidos o Celta e Prisma. Além das plantas instaladas no Brasil, a GMB conta com a produção de veículos na planta de Rosario, na Argentina. Lá são produzidos Corsa, Agile e Classic, vendidos no mercado brasileiro (PORTAL CHEVROLET, 2009).

Durante sua história, a GMB evoluiu de uma montadora que produzia veículos projetados pela matriz para uma subsidiária capaz de desenvolver veículos globais destinados

a diversos mercados. Para suportar estes desenvolvimentos, possui uma estrutura composta pelo Centro Tecnológico, em São Caetano do Sul/SP, onde estão a Engenharia de Desenvolvimento de Produtos, Engenharia de Manufatura, Powertrain e estúdio de *design*; Engenharia Experimental, também em São Caetano do Sul/SP, onde são montados os protótipos que serão utilizados na validação dos novos produtos e o Campo de Provas, localizado em Indaiatuba/SP. Lá são realizados os testes para validação de componentes e sistemas, contando com 5 laboratórios e 17 pistas.

O quadro da Figura 13 mostra os lançamentos de veículos da GMB ao longo dos 85 anos no Brasil.

Ano	Lançamento de veículos
1932	- Primeiro ônibus com carroceria fabricada no Brasil
1957	- Primeiro caminhão da marca Chevrolet nacional.
1964	- Station Wagon C-1416, posteriormente denominada de Veraneio. O modelo contava com molas helicoidais na suspensão dianteira e traseira.
1968	- Opala 4 portas. Primeiro carro de passageiros com a marca Chevrolet produzido no Brasil
1969	- Pickup D-70
1971	- Opala Coupé 2 portas
1974	- Caravan
1973	- Chevette, o primeiro carro pequeno da Chevrolet. Este modelo foi considerado, na época, um dos carros mais modernos do Brasil e seu planejamento havia sido feito por técnicos brasileiros desde 1970.
1978	- Chevette 4 portas - Pickup D-10 - Caminhões C-100, C-24 e C-25.
1979	- Pickup A10 (movida à álcool) - Chevette Hatchback
1980	- Marajó, versão station wagon da linha Chevette.
1982	- Monza (carro da plataforma J), que se tornou líder absoluto em vendas com 53.022 unidades vendidas em 1984. E em 1990, seria o primeiro carro da GMB a contar com sistema de injeção eletrônica, com a versão especial 500 EF.
1984	- Chevy, versão pickup da linha Chevette.
1989	- Kadett, com design idêntico ao da Opel. - Kadett Ipanema
1990	- Monza EF 500, primeiro carro da GMB equipado com sistema de injeção eletrônica.
1992	- Chevette Júnior, primeiro carro da GMB com motor 1.0 para concorrer com o Fiat Uno Mille, Gol 1000 e Escort Hobby no conceito de carros populares. - Omega, com design idêntico ao da Opel.
1993	- Omega Suprema - Vectra
1994	- Corsa Hatchback, 3 portas

1995	- Pickup S10 - Corsa Hatchback 5 portas - Corsa Pickup
1996	- Blazer, versão SUV da S10 - S10 cabine extendida - Corsa sedan - Nova geração do Vectra
1997	- Corsa Station Wagon - Pickup Silverado
1998	- Blazer 4x4 - Astra Hatchback 3 portas - Astra Sedan - Grand Blazer, de fabricação argentina.
1999	- S10 cabine dupla
2000	- Celta 3 portas
2001	- Zafira
2002	- Astra sedan 1.8 movido a álcool, preparado para ser convertido com sistema de Gás Natural Veicular (GNV). - Corsa Hatchback 5 portas nova geração. - Corsa Sedan nova geração. - Celta 5 portas. - Meriva, projeto feito por engenheiros no Brasil para atender também o mercado europeu.
2005	- Nova geração do Vectra, com design feito pela GMB.
2006	- Prisma, versão sedan baseada no Celta.
2007	- Vectra GT, versão hatchback do Vectra.
2009	- Agile, primeiro modelo da família VIVA e foi totalmente desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento de Veículos no Brasil.

Figura 13 – Lançamento de veículos pela GMB no Brasil
Fonte: Autor

Nas seções seguintes, são tratados os detalhes sobre o desenvolvimento de produtos na GM e na GMB, bem como o exemplo de desenvolvimento de produtos globais, através de um estudo de caso realizado com base em informações obtidas em pesquisa de campo.

5.2 História da engenharia de produtos da GMB

A Engenharia de Produtos da GMB data dos anos 50 e é responsável pela viabilidade dos projetos, especificações, desenvolvimento, validação e liberação para a produção (CONSONI, 2004b).

A política de produtos adotada era a de adaptações de produtos desenvolvidos no exterior para atender à demanda do mercado interno, com poucas alterações na parte estética e mecânica. Um exemplo disso é o desenvolvimento do Chevrolet Opala, lançado em 1968, que foi baseado no Opel Rekord, lançado na Europa em 1967. Da mesma forma, foram lançados o Chevette, lançado em 1973, que se tratava do primeiro carro pequeno da GMB, baseado no Opel Kadett e o Monza, baseado no Opel Ascona. O Monza foi o primeiro carro considerado mundial lançado pela GMB.

Em 1984, foi lançado o primeiro derivativo desenvolvido pela GMB. A pickup Chevy 500 mostrada na Figura 14 era um derivativo baseado na linha Chevette. Tratava-se de uma resposta ao mercado com a tendência das *pickups* leves (CONSONI, 2004b).

Figura 14 – Chevrolet Chevy 500: primeiro derivativo desenvolvido pela GMB
Fonte: PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010.

Em 1989, a GMB lançou o Kadett, baseado no modelo europeu, desenvolvido pela Opel e desenvolveu o derivativo com carroceria *station-wagon*, denominado de Ipanema.

Segundo Consoni (2004b), até então, o ciclo de vida de um veículo era longo, os modelos passavam por reestilizações a cada cinco anos em média. Porém, com a abertura do mercado e as novas políticas industriais adotadas no início da década de 90, esse cenário mudou. Com isso, as atividades de desenvolvimento de produtos mudaram significativamente. A GMB renovou praticamente toda a sua linha na década de 90, promovendo um salto tecnológico em termos de *design* e redução no tempo de lançamento de veículos entre o mercado europeu e o interno. Dentre os projetos provenientes da subsidiária européia, nesta

época, estão o Omega, nas versões *sedan* e *station-wagon*; o Corsa *hatchback* de 3 e 5 portas e o Astra *hatchback* de 3 portas. Dos EUA, veio a linha S10, nas versões cabine simples, estendida e *sport-utility vehicle* (SUV).

Durante a década de 90, a GMB, além de lançar os modelos provenientes do exterior, desenvolveu os diversos derivativos, com base nas plataformas trazidas da Opel e Estados Unidos, destinados ao mercado local: Corsa *pickup*, Corsa *sedan*, Corsa *station-wagon*, S10 cabine dupla e Astra *sedan*. Nesta mesma época, a GMB iniciou o desenvolvimento da linha Celta, que seria lançado em 2000. Tratava se de um veículo de baixo custo, baseado na plataforma S4200 (utilizada na primeira geração da linha Corsa lançada no Brasil, em 1994) com a finalidade de competir com o Fiat Uno. Inicialmente foi lançado na versão *hatchback* de 3 portas e em seguida, vieram as versões *hatchback* de 5 portas (2002) e a versão *sedan*, chamada Prisma (2006). O *design* e o desenvolvimento de componentes foram realizados pela GMB.

O diferencial do Celta foi o processo produtivo que foi desenvolvido para este projeto. Pela primeira vez, a GMB fabricou um veículo com o conceito de condomínio industrial, ou seja, os fornecedores estão localizados na planta de Gravataí e fornecem os sistemas montados em módulos para a linha principal de montagem do carro.

No início dos anos 2000, a GMB desenvolveu a linha Corsa X4300, cujo lançamento ocorreu em 2002. Esta nova versão da linha Corsa foi baseada na versão européia do Opel Corsa S4300, que havia sido lançada em 2000. A versão brasileira sofreu algumas modificações notáveis no design, principalmente na parte frontal, o que diferenciava da versão européia, como se pode ver na Figura 15. A versão lançada pela GMB possuía desenho exclusivo do capô, pára-choque dianteiro, faróis e pára-lamas. No mesmo ano, a GMB lançou a versão *sedan* desta nova geração da linha Corsa. Logo em seguida, a GMB lançou a *pickup* Montana e a Meriva, uma *minivan* (também conhecida como monovolume) baseada na linha Corsa X4300. As versões *sedan* e *pickup* da linha Corsa não existiam na Europa, origem da plataforma S4300, e tiveram seu desenvolvimento todo feito pela GMB.

Figura 15 – Opel Corsa lançado em 2000 na Europa (esquerda) e o Chevrolet Corsa lançado em 2002 no Brasil (direita)
Fonte: Best Cars Website, 2010

O desenvolvimento da Meriva foi um marco na história do desenvolvimento de produtos da GMB e surgiu da necessidade da GMB ter um sucessor da versão *station-wagon* da linha Corsa anterior (plataforma S4200) e do desejo da Opel em desenvolver uma versão menor da *minivan* Zafira, que foi baseada na plataforma Astra. A decisão de se desenvolver uma nova *minivan* com base na plataforma Corsa X4300 foi baseada principalmente no custo, quando comparada ao mesmo produto caso fosse desenvolvido sobre a plataforma Astra (CONSONI, 2004b; AMMATUCCI e BERNARDES, 2009). O desenvolvimento da Meriva foi liderado pela engenharia de produtos da GMB e, pela primeira vez em sua história, a GMB desenvolveu um veículo que também atendesse aos requisitos do mercado europeu, ou seja, ao invés de adaptar os projetos desenvolvidos pela Opel às condições brasileiras, a Meriva seria desenvolvida para os mercados brasileiro e europeu em um mesmo projeto. A seção 5.2.1 descreve maiores detalhes deste marco da história do desenvolvimento de produtos da GMB.

Em 2006, a GMB lançou a atual geração do Vectra (segunda geração lançada no Brasil), baseada na plataforma Opel Astra A3300 (lançada em 2004 na Europa). O *design* e a engenharia de produto foram totalmente desenvolvidos pela equipe brasileira. Logo em seguida, em 2007, a GMB lançou a versão *hatchback* de 5 portas, denominada Vectra GT.

5.2.1 Desenvolvimento do projeto Meriva

O trabalho desenvolvido por Consoni (2004b) já citava a tendência das montadoras desenvolverem projetos globais com a finalidade de reduzir custos e tempo de desenvolvimento de projetos. Além disso, através do acúmulo de capacidade de desenvolvimento de produtos adquiridas com o passar do tempo, já havia sinais de que as subsidiárias brasileiras poderiam deixar a posição de apenas desenvolver derivativos para os mercados regionais e passassem a desenvolver projetos globais, ou seja, pensando nos requisitos de outros mercados.

O desenvolvimento da Meriva, vide Figura 16, surgiu da necessidade de substituir o Corsa station-wagon (plataforma S4200) por um modelo atualizado de acordo com a linha Corsa X4300. A linha X4300 já contava com projetos para a versão *hatchback* de 5 portas, que seria baseado no modelo europeu, porém, com alterações estéticas na parte frontal e os desenvolvimentos de derivativos nas versões *sedan* e *pickup* (Montana). Para a GMB, a Meriva entraria em um novo nicho de mercado, o das *minivans*, pouco explorado pelas grandes montadoras brasileiras.

Figura 16 – Chevrolet Meriva
Fonte: Best Cars Website, 2010

Quando a idéia foi apresentada para a Diretoria Regional da Europa, a subsidiária alemã Opel demonstrou interesse no projeto devido à necessidade de se desenvolver uma *minivan* um pouco menor, em custo e dimensões, que a até então existente Zafira, baseada na plataforma Astra.

Devido à carga de projetos na qual a Opel estava trabalhando na época, o desenvolvimento de todo o projeto Meriva ficou sob responsabilidade da GMB e a subsidiária alemã assistiria e suportaria tecnicamente.

A integração entre Opel e GMB ocorreu através de engenheiros residentes, ou seja, engenheiros da Opel vieram ao Brasil para suportar o desenvolvimento do projeto Meriva com base em suas experiências em projetos anteriores e engenheiros da GMB ficaram na Alemanha para garantir e facilitar a comunicação entre as duas subsidiárias.

Quanto às atividades de desenvolvimento, a maioria esteve sob responsabilidade da GMB. A seleção de fornecedores, por exemplo, apesar de todo o processo ter sido concentrada no Brasil, envolveu fornecedores do mundo todo. O projeto, construção e validação de protótipos também estiveram sob responsabilidade da GMB. Estas atividades não eram novidade para a equipe brasileira. À Opel, após a definição e validação do projeto pela GMB, coube apenas validar o processo produtivo nas plantas européias.

O projeto Meriva contribuiu para intensificar as práticas de comunicação entre as diversas áreas envolvidas no desenvolvimento deste projeto, como engenharias (produto, manufatura, qualidade), design, compras e fornecedores, com a finalidade de não apenas definir os componentes tecnicamente, mas também na busca de pontos de convergência entre intenção de design e viabilidade técnica. Todo o design da Meriva foi desenvolvido e aprovado pelo departamento de *design* da GMB, possibilitando grande aprendizagem local em termos organizacionais e de conhecimento técnico.

Para a GMB, este projeto foi um marco na história do desenvolvimento de produtos, pois pela primeira vez, a GMB deixaria de desenvolver produtos apenas para o mercado regional e desenvolveria um projeto destinado também ao mercado europeu (CONSONI, 2004b).

5.3 Desenvolvimento de produtos globais pela GM

Segundo Pedro Manuchakian, Vice-Presidente da Engenharia de Produtos da GM América do Sul, a definição de um novo produto é feita por um time multidisciplinar que define o tipo de produto (carroceria, porte, faixa de preço, etc.), o seu conteúdo (itens de série, itens opcionais, cores, etc.) e os potenciais mercados nos quais este novo produto será comercializado. Dentre os vários departamentos que integram este time estão: engenharia de produtos, planejamento estratégico, *marketing* e estúdio de *design*. No caso de um produto para o mercado local, este time é formado apenas por integrantes da organização local. No caso de produtos globais, este time possui representantes de *marketing* e planejamento estratégico dos países para onde o veículo será destinado; e representantes de engenharia de produtos e estúdio de *design* dos centros de desenvolvimento envolvidos.

Através de pesquisas de mercado e clínicas, realizadas pelo este time que definirá o novo produto, com potenciais clientes dos diversos mercados alvo, identificam-se lacunas que podem ser preenchidas por um veículo totalmente novo ou através do remodelamento de um veículo já existente. Conhecendo-se o perfil do cliente-alvo, tanto nas preferências de tipo de veículos e seus equipamentos quanto na economia do mercado, é possível definir as dimensões gerais do veículo, tanto na parte externa, quanto na parte interna; o design interior e exterior; o seu conteúdo quanto a equipamentos de série e opcionais e sua faixa de preço. Com base nestas informações, busca-se na corporação alguma arquitetura disponível ou em desenvolvimento que atendam as necessidades deste novo produto.

Segundo Pedro Manuchakian, para a GM, o termo programa global é aplicado a projetos desenvolvidos para dois ou mais mercados ou países diferentes. No caso da GMB, a Meriva foi o primeiro programa global desenvolvido pela equipe brasileira com destino aos mercados brasileiro e europeu. Para a GM, uma plataforma é definida basicamente pelos assoalhos dianteiros e traseiros e arquitetura abrange, além da plataforma, o sistema de suspensão, estruturas do painel de instrumento e bancos, sistemas de montagem do motor e transmissão, sistemas de combustível e sistema eletro-eletrônico. Como citado no capítulo 4, tratam-se de componentes que o cliente não enxerga e que a padronização traz os benefícios de redução de custos de desenvolvimento e aquisição. Os projetos que compartilham uma mesma arquitetura são diferenciados pelo design, que afetam itens que não fazem parte de uma arquitetura.

Na estratégia da GM de desenvolvimento de produtos globais foram definidos cinco centros principais de desenvolvimento de produtos divididos por tipos de arquitetura. Como se pode ver na Figura 17, a GMNA (General Motors *North America*), matriz localizada nos Estados Unidos, ficou responsável pelo desenvolvimento de veículos grandes e médios de luxo e *pickups* grandes; a GMB ficou responsável pelo desenvolvimento de *pickups* médias e veículos para mercados emergentes; a GME (General Motors *Europe*) é o centro de desenvolvimento de veículos compactos (como exemplo pode-se citar a arquitetura Epsilon, que será melhor detalhada adiante); a Holden, divisão da GM na Austrália, é o centro de desenvolvimento de veículos grandes com tração traseira e a GMDAT (*General Motors Daewoo Auto & Technology*) é o centro de desenvolvimento para veículos pequenos (MANUCHAKIAN, 2007).

Figura 17 – *Advanced Development Teams* (ADT) da GM
Fonte: GMB, 2010

Todos centros de engenharia da GM, não apenas os cinco citados, são conhecidos como *Vehicle Engineering Centers* (VEC). Além de serem denominados VEC, os cinco centros de desenvolvimento detentores de arquiteturas globais são conhecidos como *Architecture Development Teams* (ADT). Apenas os ADTs podem desenvolver veículos baseados em arquiteturas globais. Os demais VEC atuam mais no desenvolvimento de veículos baseados em arquiteturas *legacy*, ou seja, arquiteturas já maduras para a corporação. Por exemplo, a *joint-venture* da GM na China acaba de lançar o novo Sail, que se trata de um

sedan pequeno baseado na arquitetura S4200 (que se refere à arquitetura do Corsa antigo, atual Classic).

Dentre os fatores que nortearam a GM na definição de arquiteturas globais, pode-se citar: a) maior eficiência na utilização de recursos e orçamentos visto que 80% do custo de desenvolvimento de um novo veículo estão no desenvolvimento da arquitetura; b) ao desenvolver diversos veículos utilizando os mesmos componentes de arquitetura possibilita ganhos de economia de escala, provendo maior poder de barganha nas negociações de compra de componentes; c) trocas de experiência e melhores práticas; d) desenvolvimento compartilhado de produtos, possibilitando o aumento na capacitação da engenharia global; e) maior agilidade na tomada de decisões com foco corporativo e f) padronização de processos de manufatura, garantindo mesma seqüência de montagem de componentes em todas as plantas da GM, garantindo maior eficiência e flexibilidade (FERREIRA, 2007; MANUCHAKIAN, 2007).

Segundo Alexandre Guimarães, assistente técnico executivo do vice-presidente da engenharia de produtos da GM *South* America, o tempo médio de vida útil de uma arquitetura varia em função de requisitos de mercado, legislação e estratégia de negócios da empresa. Desta forma, uma arquitetura pode durar de 5 anos, como a plataforma Omega fabricada pela GMB de 1993 a 1998, a aproximadamente 20 anos, como a plataforma S4200, que se iniciou com o Corsa *hatchback*, em 1994, e ainda é utilizada no Classic modelo 2011.

5.3.1 Arquitetura Epsilon

O desenvolvimento de produtos globais não é algo recente na GM. Segundo Ferreira (2007), em 1996, iniciou-se a estratégia de arquiteturas globais através do desenvolvimento do projeto Epsilon. Os veículos que compartilham esta arquitetura eram disponibilizados em oito diferentes marcas da GM, em 12 diferentes tipos de carrocerias. Os primeiros veículos desta arquitetura foram o Vectra e o Omega da subsidiária alemã, Opel, lançados em 2003.

O objetivo deste desenvolvimento era disponibilizar a maior gama de veículos originados de uma mesma arquitetura do que os projetos convencionais. Com isso, a GM buscava a centralização do desenvolvimento de veículos de médio porte ao invés do desenvolvimento do mesmo tipo de veículos por diversas regiões (FERREIRA, 2007).

Segundo Weber (2005), a criação da arquitetura iniciou-se com a necessidade de uma nova imagem para o Chevrolet Malibu. Porém, com a decisão de que os primeiros veículos da nova arquitetura seriam os Opel Vectra e Omega, o desenvolvimento deste projeto foi transferido para o Centro Internacional de Desenvolvimento de Produto da GM em Rüsselsheim, Alemanha.

A arquitetura Epsilon era caracterizada pela comunização da parte inferior do veículo, denominada *underbody*, como se pode ver na Figura 18. Após a definição da arquitetura base, foram definidas as exigências a serem atendidas, como massa total do veículo, normas de segurança e as dimensões dos veículos que utilizariam esta arquitetura (WEBER, 2005).

Devido a diferenças de padrões de processos de fabricação de componentes nas plantas norte-americanas, foram necessárias modificações de alguns componentes em relação ao projeto alemão, mantendo-se os pontos de fixação e sem a perda das características funcionais destes componentes (WEBER, 2005).

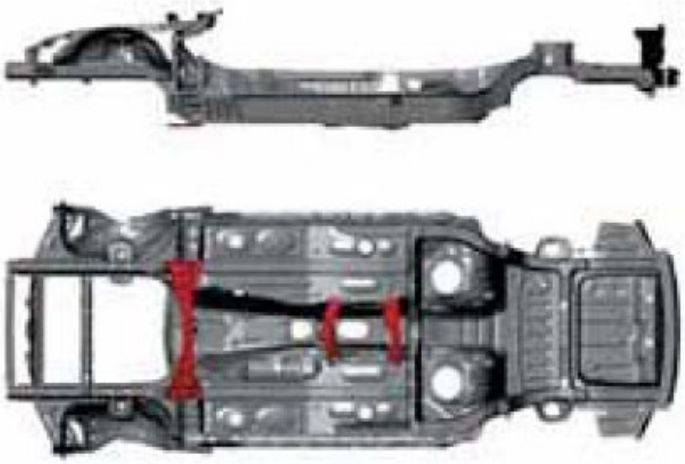

Figura 18 – Exemplo de u*nderbody* de um veículo
Fonte: Ferreira (2007)

5.3.2 Arquitetura Epsilon II

Com as evoluções ocorridas durante o desenvolvimento da arquitetura Epsilon I, associadas à necessidade de atendimento às revisões ocorridas nas normas legislativas, a GM

definiu uma estratégia para o desenvolvimento de uma arquitetura ainda mais flexível, que deveria permitir um maior número de veículos derivados (FERREIRA, 2007).

O volume de produção anual de cerca de 1,5 milhão de veículos derivados da arquitetura Epsilon II gerou uma redução de 15% do custo de componentes e sistemas da arquitetura base, como suspensão, freios, estruturas de banco e sistemas de ar condicionado, além de possibilitar uma redução em torno de 20% dos custos de desenvolvimento desta arquitetura. O menor custo de desenvolvimento é possível devido ao fato de que os componentes da arquitetura são projetados, testados e validados considerando todos os requisitos técnicos aos quais os veículos derivados deverão ser submetidos. Com isso, todos os veículos derivados desta arquitetura deverão utilizar os mesmos componentes validados, diferenciando-se apenas nos componentes de aparência (FERREIRA, 2007).

5.4 Integração da engenharia de produtos local com a engenharia global

Desde o desenvolvimento do projeto Meriva, a infra-estrutura tecnológica da GMB foi um dos fatores que contribuíram para que o projeto fosse executado pela equipe brasileira e não pelas demais subsidiárias da corporação que também concorriam no desenvolvimento deste projeto (CONSONI, 2004b). Este reconhecimento da evolução tecnológica e da capacitação em desenvolvimento de produtos alcançadas pela GMB se deu graças à competência dos profissionais, à modernização dos processos e ao sucesso de modelos 100% brasileiros.

Este reconhecimento possibilitou que a GMB desenvolvesse veículos para outras regiões, mesmo se tratando de veículos que não seriam lançados no mercado da América do Sul, como a versão sedan do Astra A3300 para o mercado europeu, baseado na versão sedan do Vectra brasileiro (2005); a versão hatchback do Astra A3300 adaptado aos requisitos legais norte americanos (2007); o Hummer H3T, versão pickup cabine dupla baseada na SUV H3 (2007) para o mercado norte-americano e o Hummer H3G, versão global do Hummer H3, destinado aos mercados da Europa, Ásia, Oriente Médio e África do Sul (OLIVEIRA, 2008). Esse reconhecimento levou a GMB a ser designada como o centro global de desenvolvimento de pickups médias, em meados de 2006.

A GMB realiza o desenvolvimento de produtos no Centro Tecnológico (CT), localizado em São Caetano do Sul (SP), consolidado em 1988. Este CT recebeu, nos últimos 3 anos, um investimento de cerca de US$ 100 milhões, destinados à aquisição de novos equipamentos, contratação de mais de 1.200 novos funcionários e aumento da estrutura física, passando de uma área de 19.211m² para 30.169m². Este investimento foi uma das conseqüências da designação da GMB como centro de desenvolvimento global de *pickups* médias (CONSONI, 2004b; FRANCO, 2009). Segundo Consoni (2004b), o conjunto de áreas que compõe este centro fornece as condições para que a GMB possa atuar no processo de desenvolvimento de produtos de forma integrada, ou seja, através do processo de engenharia simultânea, reduzindo assim, a sequência de atividades com base na sinergia entre as diversas áreas.

A Engenharia de Produtos da GMB é dividida em vários departamentos, dentre eles, pode-se se destacar:

a) **Desenvolvimento Avançado de Veículos (*Advanced Vehicle Development* – AVD):** realiza os estudos de definições iniciais do projeto, definindo conceitos de componentes e suas dimensões, a partir das dimensões gerais de um veículo e requisitos do projeto;
b) **Grupos de Projetos (*System Management Teams* - SMT):** desenvolvem as especificações de cada componente do veículo e estão divididos em: Elétrica/Eletrônica, Interiores, Carroceria Exterior, Chassis e Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado;
c) **Desenho do Produto:** suporta os SMTs realizando o desenvolvimento de modelos matemáticos, construindo o veículo de forma virtual, que servirá como informação para a fabricação dos componentes, diversos tipos de estudos e realização de simulações virtuais de desempenho;
d) **Grupo de Simulações:** realiza as simulações dos componentes para que sejam otimizados em termos de desempenho e massa antes da liberação de informação para fabricação de componentes e de protótipos físicos;
e) **Contatos Técnicos:** responsável por garantir que todos os componentes do veículo estejam de acordo com as legislações, como segurança e regulamentações ambientais, dos países nos quais os veículos serão vendidos;
f) **Descrição do Produto:** realiza o controle de registros de todos os componentes de todos os veículos projetados pela corporação, ou seja, todas as modificações realizadas

em uma peça são registradas em um histórico disponível em um sistema denominado Sistema Global de Descrição de Produtos;

g) **Estratégias da Qualidade:** monitoram a execução das ferramentas de qualidade, assegurando que estejam sendo aplicadas corretamente no projeto dos componentes;
h) **Otimização do Valor do Produto (*Product Value Optimization* – PVO):** desenvolvem projetos de componentes já em produção com custos mais baixos, sem a diminuição de seu desempenho ou qualidade;
i) **Planejamento e Programas de Produto:** são os grupos que coordenam os projetos, garantindo que todas as equipes da engenharia de produto estejam alinhadas e se comunicando com os demais departamentos envolvidos no projeto;
j) **Engenharia Experimental:** responsável por prover à engenharia de produtos os protótipos de veículos e componentes necessários para o desenvolvimento de produto ou sistemas. Para isso, dispõe de uma fábrica de protótipos e laboratórios para validações;
k) **Engenharia de Validação:** responsável pela validação de componentes, sistemas e veículos através dos 5 laboratórios e das 17 pistas localizadas no Campo de Provas de Cruz Alta, inaugurado em 1974 na cidade de Indaiatuba, interior de São Paulo;
l) **Melhoria Contínua:** realiza o aperfeiçoamento dos componentes de veículos que estão em produção.

A Engenharia de Produtos interage diretamente com outros três departamentos localizados no CT de São Caetano do Sul: Centro de *Design* da GMB, responsável por definir o *design* interior e exterior do veículo, a Engenharia de *Powertrain*, responsável por desenvolver os sistemas de motor e trem de força e a Engenharia de Manufatura, responsável por definir os processos que serão utilizados na fabricação de alguns componentes e montagem dos veículos (FRANCO, 2009).

Segundo o Pedro Manuchakian, vice-presidente da engenharia de produtos da GM *South America*, a engenharia de produtos da GMB está totalmente integrada à engenharia global da GM. Existem diversos fóruns globais que tem por finalidade discutir estratégias e definir padrões globais em diversas áreas da engenharia, desde a definição de conceitos de componentes para aplicações globais até a definição de padrões de avaliações de desempenho dos veículos. Estes diversos fóruns possuem um líder e periodicamente realizam conferências

com a participação de representantes da engenharia de diversos centros de desenvolvimento, como Estados Unidos, Alemanha, Austrália, Coréia do Sul, China e Brasil.

A capacidade técnica da engenharia da GMB é também reconhecida ao se tornar responsável pela estratégia global de alguns componentes, ou seja, engenheiros da GMB são responsáveis pela estratégia de componentes que serão utilizados nos diversos projetos de veículos globais.

Cada fórum destinado a discussão de estratégias globais de componentes é responsável por definir conceitos de componentes globais, visando à otimização de desempenho e custo para possibilitar o desenvolvimento de veículos que atendam aos requisitos de diversos mercados e as necessidades de diversos projetos. Basicamente, existem dois tipos de estratégias, dependendo do tipo de componente: os componentes globais e as soluções globais.

Os *componentes globais* são aqueles que podem ser aplicados em diversos veículos independentemente do *design* do veículo, ou seja, uma mesma peça pode ser montada em diversos tipos de carrocerias ou projetos, como o caso das maçanetas de porta. Uma maçaneta de porta global pode ser montada em um veículo pequeno *hatchback* ou em uma grande SUV. Esta estratégia traz a vantagem das economias de escala, ou seja, diversos projetos compartilhando o mesmo componente favorecem a montadora na negociação comercial do desenvolvimento e fornecimento deste componente junto a fornecedores, além de diminuir os custos de desenvolvimento e validação.

O caso de *componentes de soluções globais* é aplicado em componentes nos quais não se conseguem aplicar exatamente a mesma peça em diversos veículos. Neste caso, apenas o conceito é definido globalmente. É o que ocorre no caso das portas. O fórum destinado ao desenvolvimento de portas busca a definição de um conceito de construção de portas com a finalidade de padronizar o processo de produção de cada parte da porta, cada ponto de fixação e a otimização entre desempenho, custo e massa da porta. Ou seja, é possível que um veículo compacto possua o mesmo conceito de construção de porta de uma grande SUV, desde que tenham que atender aos mesmos requisitos definidos pelo mercado no qual o veículo será vendido. Desta forma, independente de suas diferenças nas dimensões e design, ambas as portas possuem o mesmo número de componentes e mesmos processos de fabricação.

Cada fórum possui um líder, que é o responsável global pela consolidação da estratégia global de um determinado componente. Este líder é denominado Líder Global de Família de Componentes (LGFC), ou seja, é o responsável pela determinação da estratégia de

uma família de componentes. Por exemplo, existe um LGFC para estratégia de fechaduras de tampas de porta-malas, outro para painéis de acabamento interno das portas, outro para guarnições de portas, etc. Sendo assim, cada LGFC é responsável por aprovar ou rejeitar as soluções que estão sendo empregadas em cada projeto global desenvolvido pelos centros de desenvolvimento da GM.

No desenvolvimento de projetos globais, o centro de desenvolvimento líder é aquele, entre os cinco centros de engenharia global, ADTs, que foi designado globalmente como responsável pela arquitetura do projeto. Este centro é o responsável por desenvolver a arquitetura que servirá para os demais projetos. Há casos em que os outros ADTs (GM *North America*, GMDAT, GMB, Opel e Holden) desenvolvem projetos baseados em uma arquitetura global e não, necessariamente, são os responsáveis globais por esta arquitetura. Por exemplo, a GMDAT (*General Motors Daewoo Auto & Technology*), subsidiária sul-coreana da GM, foi designada como responsável pela arquitetura global de veículos pequenos. Porém, a GMB está desenvolvendo um veículo derivativo com base nesta arquitetura destinado aos mercados emergentes. Este desenvolvimento está descrito em detalhes na seção 0.

Desta forma, é essencial que a comunicação e a troca de experiências ocorram de forma dinâmica e efetiva entre os centros de desenvolvimento. Esta comunicação é facilitada através do contato estabelecido durante os fóruns globais, ao se tratar do nível de componentes ou através de reuniões (tele-conferências) globais que ocorrem semanalmente nos diversos níveis de hierarquia do projeto. Atualmente, a infra-estrutura em tecnologia de informação (TI) disponível possibilita a realização de tele-conferências com o compartilhamento de imagens em tempo real. Nas conferências globais realizadas na GM, é possível discutir e visualizar cada componente e interfaces de um veículo de forma virtual, através de um software tipo CAD (*Computer Aided Design*). Devido ao fuso horário, as reuniões globais ocorrem geralmente em horários em que todas as regiões podem participar. Geralmente, ocorrem em um horário no começo da manhã nos Estados Unidos que é o final da tarde na Coréia do Sul e China.

5.5 Desenvolvimento do projeto global XYZBR pela GMB

Nas seções a seguir, descreve-se o processo de desenvolvimento do projeto de um veículo de passeio denominado XYZBR pela engenharia de produtos da GMB, com base na arquitetura global XYZ, desenvolvida pela GMDAT.

5.5.1 Definição do produto

A arquitetura XYZ foi concebida para servir como base de desenvolvimento de uma família de veículos pequenos e por isso está sendo desenvolvida pela subsidiária sul-coreana, que é o centro de desenvolvimento global para este tipo de veículo.

Como projeto base para a arquitetura XYZ, a GMDAT está desenvolvendo um veículo para atender aos mercados mais maduros, como os norte-americanos e europeus, e a GMB está encarregada em desenvolver veículos desta arquitetura destinado para os mercados emergentes (principalmente para os países formadores do BRIC) e Mercosul. Por motivos de confidencialidade, os países para os quais o veículo do projeto XYZBR será destinado não puderam ser divulgados.

Apesar da GMB ter sido nomeada como centro global de desenvolvimento de *pickups* médias, a estratégia de se designar a GMB como a responsável pelo desenvolvimento do projeto XYZBR para mercados emergentes está no fato de que nos últimos anos, a GMB tem acumulado experiência para desenvolver soluções técnicas de baixo custo que são aplicáveis a estes mercados, com base no conhecimento do mercado brasileiro. Desta forma, a corporação sempre consulta a engenharia da GMB quando se trata de produtos voltados a este tipo de mercado.

Segundo Albino Marques, *chief engineer* regional da arquitetura XYZ no Brasil, a escolha da arquitetura sul-coreana para o desenvolvimento deste projeto foi baseado na característica esperada para o projeto XYZBR quanto a dimensões, motorização e custo. Uma arquitetura menor ou uma maior não atenderiam aos requisitos de desempenho e custo definidos para este projeto.

5.5.2 Divisão da engenharia de produtos

A engenharia de desenvolvimento de produtos da GMB está dividida basicamente em cinco áreas de projetos ou SMTs, conforme mencionado na seção 5.4, quanto o desenvolvimento de componentes e sistemas:

a) **SMT elétrica / eletrônica:** responsável pelo desenvolvimento de componentes elétricos como: chicotes, sistemas de áudio, sistemas de informação (displays, painéis), calibração e programação de softwares.
b) **SMT carrocerias exteriores**: responsável pela estrutura metálica da carroceria, portas, capô e tampa traseira e seus respectivos mecanismos, guarnições, espelhos retrovisores, faróis e lanternas, pára-choques, sistemas de limpadores de pára-brisas e acabamentos externos.
c) **SMT chassis:** responsável pelos sistemas de suspensão, freios, direção, pneus e rodas.
d) **SMT sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado:** responsável pelos sistemas de escapamento, ar-condicionado, arrefecimento do motor, linhas de combustível.
e) **SMT interiores:** responsável pelos acabamentos internos, bancos, painel de instrumentos, consoles, cintos de segurança e air-bag.

Cada SMT é responsável pela execução simultânea de todos os projetos que estão sendo desenvolvidos pela engenharia de produtos da GMB e possui um diretor, que reporta diretamente ao Diretor Executivo da Engenharia de Produtos e este, por sua vez, reporta-se ao Vice Presidente da Engenharia de Produtos da América do Sul. Os SMTs são subdivididos em subgrupos, que são formados por engenheiros de produtos (*Design Release Engineer* –DRE), responsáveis por desenvolver e liberar cada componente para produção, como se pode observar no organograma mostrado na Figura 19.

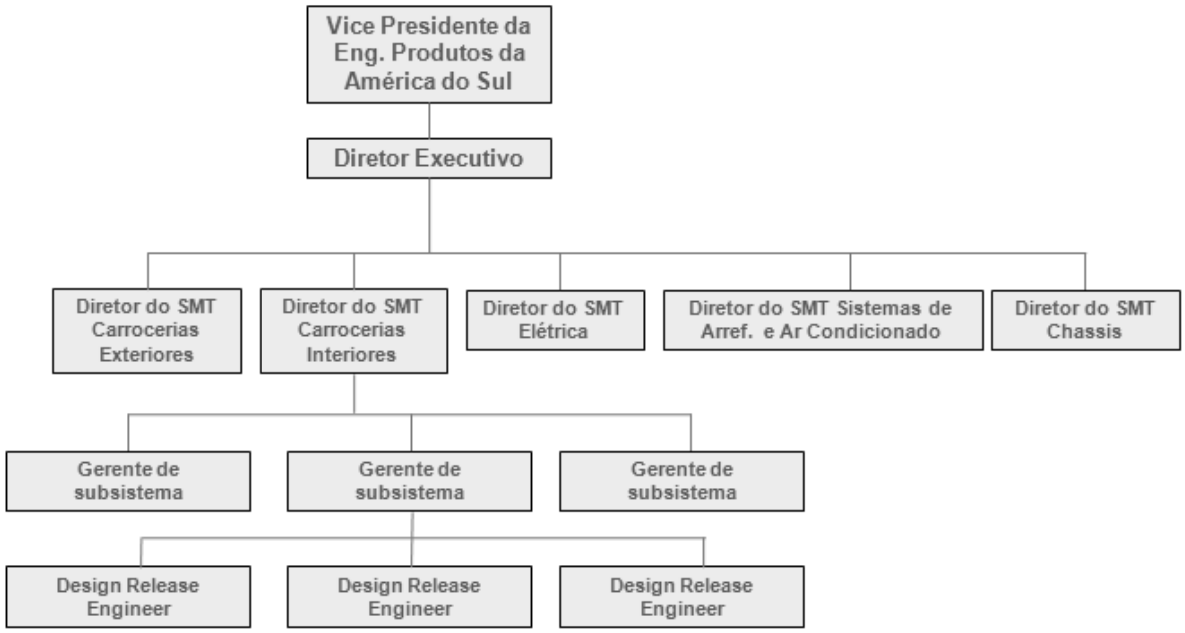

Figura 19 – Organograma administrativo da engenharia de produtos da GMB
Fonte: Autor

O conceito de SMTs é semelhante ao conceito de PDT citado por McCord (1993), como se pode observar na seção 4.5, onde o time de engenharia de desenvolvimento de produtos é dividido em grupos de desenvolvimento, ou seja, desenvolvem apenas uma parte do projeto. Porém, este desenvolvimento não ocorre de forma isolada devido às interfaces existentes entre os componentes e sub-sistemas desenvolvidos por cada grupo.

5.5.3 Hierarquia da equipe atuante no projeto XYZBR

Além da hierarquia organizacional apresentada na seção anterior, cada projeto possui uma hierarquia de programa. A hierarquia organizacional é responsável pela parte administrativa de recursos e pela garantia de execução de tarefas e entrega de resultados dos grupos de projeto. A hierarquia de programa na engenharia de produtos, mostrada na Figura 20, é responsável por monitorar e tomar decisões técnicas a respeito dos conceitos de componentes utilizados para o projeto. No caso do projeto XYZBR, o responsável pela equipe da engenharia de desenvolvimento de produtos na GMB é o *Chief Engineer* (CE) regional. Cada região de desenvolvimento possui um CE regional para cada arquitetura em que está trabalhando.

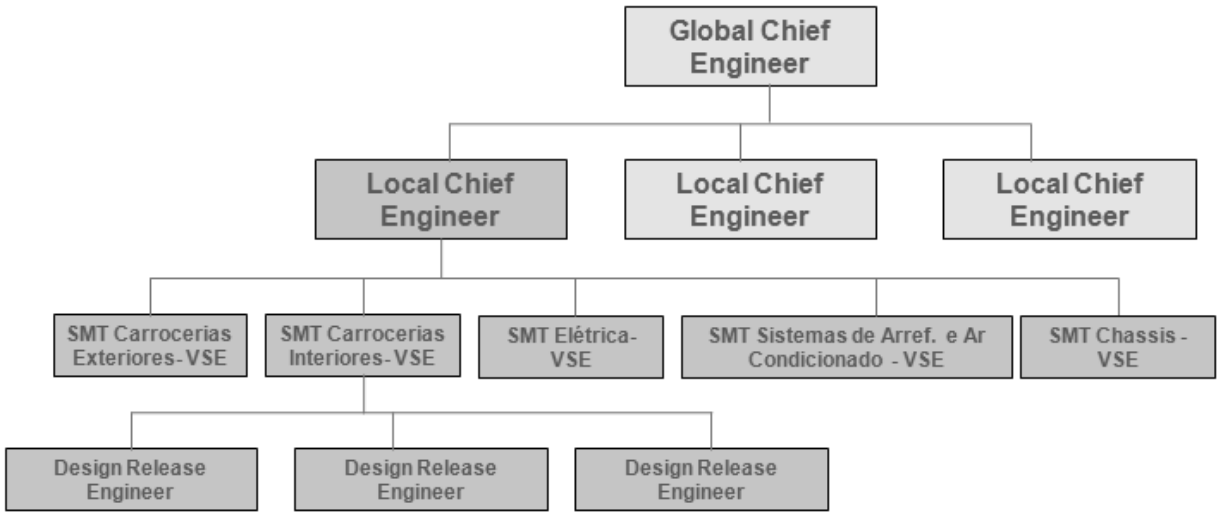

Figura 20 – Organograma do time de desenvolvimento de programas da GMB
Fonte: Autor

Cada CE regional responde ao CE Global, que é o responsável global pela arquitetura. Neste caso, o CE Global, está localizado na Coréia do Sul, *homeroom* ou ADT responsável da arquitetura de veículos globais pequenos.

Cada SMT possui um coordenador de grupo de projeto ou *Vehicle Subsystem Engineer* (VSE). Segundo Carla Oliveira, VSE do SMT de interiores, VSE é o responsável por manter a interface ou comunicação de duas vias entre os engenheiros do SMT e o time de gerenciamento do programa, *Program Team*; manter o diretor e gerentes do SMT informados a respeito do programa e monitorar o desempenho e dificuldades do desenvolvimento dos componentes do SMT. O VSE responde administrativamente ao diretor do SMT e tecnicamente ao CE.

Para o projeto XYZBR, cada SMT designou alguns engenheiros de desenvolvimento de produtos ou DRE para trabalharem no desenvolvimento de componentes específicos para o projeto. Segundo Carla Oliveira, a engenharia de interiores, por exemplo, possui mais de dez DREs trabalhando neste projeto.

Da mesma forma, há uma equipe com a mesma estrutura hierárquica trabalhando na Coréia do Sul para o desenvolvimento do projeto líder XYZCS.

5.5.4 Premissas para o desenvolvimento do projeto XYZBR

A arquitetura para veículos pequenos XYZ está sendo desenvolvida através do projeto líder sul-coreano XYZCS. Esta arquitetura será utilizada para o desenvolvimento de outros projetos globais desenvolvidos na Coréia do Sul ou qualquer outra região de desenvolvimento.

O projeto XYZBR é um derivativo destinado aos mercados emergentes que está sendo desenvolvido pela engenharia da GMB. Como o projeto XYZCS é o líder, muitas das definições da arquitetura foram feitas durante o desenvolvimento deste projeto. Desta forma, o projeto XYZBR, por ser um projeto seguidor, deve adotar soluções comuns ao do projeto XYZCS para os itens de arquitetura.

Segundo Albino Marques, durante o desenvolvimento de diversos veículo, destinados a mercados diferentes e, portanto, com requisitos de desempenho diferentes, o maior desafio na definição de arquitetura foi o balanceamento entre as necessidades dos países mais rigorosos e os menos rigorosos, ou seja, houve casos em que o componente foi projetado para atender aos requisitos de desempenho de países mais desenvolvidos e estes componentes também deveriam ser montados nos veículos que não necessariamente precisavam atender tais requisitos. Porém, na maioria dos casos, a intercambiabilidade de componentes possibilitou otimizar o projeto dos veículos para atender às mais variadas rigorosidades de desempenho. Por exemplo, o assoalho possui reforços que podem ser removidos ou adicionados conforme a necessidade de desempenho. Isso garante que um veículo desenvolvido para mercados menos severos pode, no futuro, ser adaptado aos requisitos dos mercados mais rigorosos sem a necessidade de se desenvolver componentes totalmente novos.

Segundo Pedro Manuchakian, não existiram limitações técnicas para o desenvolvimento do projeto brasileiro exceto em relação aos itens de arquitetura. A engenharia de produtos da GMB possuia total autonomina para o desenvolvimento de todos os componentes focando nos requisitos de desempenho estabelecidos de acordo com os mercados-alvo e principalmente na otimização de massa total do veículo e seu custo. Otimização de massa total do veículo é importante devido à crescente preocupação global em relação ao consumo de combustível, ou seja, quanto mais leve o veículo e mais eficiente for o motor, menor será o consumo de combustível. Atualmente, em alguns países, uma propaganda comercial de um novo veículo destaca como uma de suas características-chave a

distância em quilômetros que o mesmo percorre com um litro de combustível. A otimização de custo, naturalmente, visa desenvolver um veículo com o desempenho necessário e mais acessível, aumentando a competitividade do novo produto.

Desta forma, a GMB possuia autonomia para definir o design do veículo, bem como as soluções para os itens que não fazem parte da arquitetura.

5.5.5 Engenharia de desenvolvimento avançado para o projeto XYZBR

A fase inicial de desenvolvimento do projeto na engenharia de produtos é realizada pelo grupo de Desenvolvimento Avançado de Veículos (AVD), como mencionado na seção 5.2.

Quando este time de projeto começou a atuar, algumas características do veículo já estavam definidas e foram utilizadas como condições de contorno para os desenvolvimentos das fases posteriores como: comprimento e largura totais, comprimento entre-eixos, bitola dos eixos, distância entre eixo dianteiro do veículo e pára-choque dianteiro, distância entre eixo traseiro e pára-choque traseiro, altura, volume do compartimento de bagagem e massa total. Além das características físicas do veículo a ser projetado, nesta fase também já se conheciam os componentes que fazem parte da arquitetura que não deveriam ser alterados, ou seja, seriam exatamente os mesmos componentes desenvolvidos para o projeto líder XYZCS, também chamado componentes carry-over.

Nesta fase, especialistas em desenvolvimento de componentes de todos os SMTs trabalharam juntamente com o estúdio de *design* e engenharia de manufatura para a definição de conceitos e dimensões gerais dos componentes ou *packaging*. Os componentes não foram desenvolvidos definitivamente nesta fase, mas os conceitos de componentes a serem aplicados, as interfaces entre componentes, as dimensões gerais e as formas de montagem na linha começavam a ser estabelecidas. Por exemplo, nesta fase começou-se a discutir qual seria o formato e dimensões das lanternas traseiras, bem como a interface entre as lanternas e o painel lateral, tampa traseira e pára-choque. Esta fase é semelhante ao conceito de Definição de *Design Space* descrito por Sobek, Ward e Liker (1999), que foi mencionado na seção 4.4, que versa sobre a definição de condições de contorno ou caracterização de conjuntos de

alternativas possíveis que poderão ser utilizadas no processo de convergência de soluções conforme o projeto avança ou amadurece.

O desenvolvimento de cada componente e o processo de seleção de fornecedores iniciam-se dependendo do nível de complexidade de cada componente, bem como o tempo necessário para a definição dos conceitos; ou seja, um componente que exija o *know-how* de um fornecedor para a sua definição, geralmente requer que o fornecedor esteja participando do projeto o quanto antes, para que este possa prover informações que definem como seriam as interfaces com os demais componentes. Por exemplo: o desenvolvimento de faróis dianteiro requer que o fornecedor esteja participando do projeto já na fase de engenharia avançada pois o fornecedor, juntamente com o estúdio de *design* e engenharia de manufatura, deve definir um conceito de farol que atenda à intenção do estúdio de *design*, quanto à aparência; que seja montado em uma estrutura metálica que possa ser fabricada, por exemplo o formato dos pára-lamas dianteiros e que cumpra com a sua função principal. Neste último quesito, é necessário que o fornecedor desenvolva um conceito de farol que associe o formato desejado pelo estúdio de *design*, os requisitos de iluminação e a manufaturabilidade do componente.

5.5.6 Definição de conceitos de componentes para o projeto XYZBR

Os componentes que não são considerados como parte da arquitetura e estão sendo desenvolvidos pela engenharia de produtos da GMB, passaram por um processo de definição de conceitos. Trata-se de um processo em que foi avaliado se os conceitos baseados nos aplicados no projeto líder seriam adequados ou não aos requisitos do projeto XYZBR. O questionamento relativo à adequação ou não se deu devido ao fato de que, apesar de compartilharem da mesma arquitetura, os projetos possuíam requisitos de desempenho e público alvo distintos, ou seja, enquanto o projeto XYZCS estava sendo desenvolvido para os mercados mais desenvolvidos, como norte-americano e europeu, o projeto XYZBR tinha como alvo os mercados emergentes. Desta forma, os requisitos de desempenho e conteúdo do veículo eram diferenciados.

Por se tratarem de veículos globais, todos os componentes devem atender aos requisitos de melhores práticas de definição de conceitos de componentes. Estes requisitos

são discutidos e definidos nos fóruns globais de componentes. Nestes fóruns globais de componentes, são discutidas quinzenalmente a estratégia de definição de conceitos de componentes e as melhores práticas. O foco destas discussões, como já citado, é a padronização de conceitos de componentes e, em determinados casos, a reutilização de um certo componente em diversos programas distintos. Porém, estas estatégias e *best practices* podem ser atualizadas conforme se desenvolva um conceito aprimorado, seja em desempenho, em massa ou em custo com base nas lições aprendidas de projetos que utilizem estes componentes.

Periodicamente, ocorrem as reuniões de pilar ou *Peer Reviews*, cujo foco é avaliar o status do desenvolvimento dos componentes e subsistemas em cada programa e, com base nas experiências dos líderes globais ou LGFC e das diversas subsidiárias participantes destes fóruns, resolver as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento dos projetos.

O desafio principal do projeto XYZBR era o de desenvolver um produto com menores custos e massa, mantendo a qualidade e atendendo aos requisitos de desempenho e aos requisitos globais, utilizando-se como base a arquitetura global XYZ. Desta forma, durante este processo, cada engenheiro de componente, juntamente com representantes da engenharia de manufatura e estúdio de *design* discutia o conceito técnico de cada parte para que atendesse aos requisitos de desempenho especificados pelo programa, tomando como ponto de partida os componentes similares desenvolvidos para o programa XYZCS e com base em comparativos ou *benchmarking* de veículos similares da concorrência.

O foco destas discussões era o desenvolvimento de componentes que atendessem aos requisitos de desempenho, da engenharia de manufatura e do estúdio de *design*, com redução de custos e massa em relação ao programa líder. Com a definição do componente finalizada, eram discutidos os custos que seriam adequados ao conceito para servirem como referências para o processo de seleção de fornecedores.

Cada componente passou pela avaliação de um fórum formado por gerentes do programa dos departamentos de finanças, engenharia, compras e pelo diretor do programa. Esta equipe foi responsável por aprovar os conceitos e custos de cada componente que seria desenvolvido pela engenharia de produtos da GMB.

Após definidos os conceitos e estabelecidos os custos esperados para cada componente, a engenharia de produtos emitia o documento com as especificações e requisitos técnicos de cada componente e iniciava-se a fase de seleção de fornecedores.

5.5.7 Seleção de fornecedores

O processo de seleção de fornecedores iniciava-se analisando-se as cotações enviadas pelos potenciais fornecedores com base no documento emitido pela engenharia de produtos com as especificações dimensionais e requisitos de desempenho.

Em seguida, cada fornecedor participante do processo era avaliado por um grupo multifuncional formado por engenharia de desenvolvimento de produtos, engenharia de qualidade do fornecedor e departamento de compras. À engenharia de desenvolvimento de produtos cabia a avaliação quanto à capacidade técnica do fornecedor de prover componentes ou sistemas conforme os requisitos do projeto. À engenharia de qualidade de fornecedor cabia a avaliação de cada fornecedor quanto à capabilidade dos processos de fabricação e controle. E ao departamento de compras, a negociação comercial e avaliação econômica do negócio.

Os fornecedores de um projeto global devem atender à demanda do projeto, que na maioria dos casos, contempla duas ou mais plantas de fabricação, localizados em países diferentes. Desta forma, a estratégia de logística torna-se muito importante.

Assim, a localização geográfica do fornecedor não é um fator limitante na escolha. Em diversos casos, o fornecedor está localizado em países diferentes do país de desenvolvimento do produto (no caso Brasil) e das plantas de produção do veículo.

A seleção de fornecedores obedece uma cadência conforme a necessidade do projeto. Fornecedores de componentes ou sistemas mais complexos, em que a expertise do fornecedor é essencial ao seu desenvolvimento, ocorrem em fases mais iniciais do projeto. Por exemplo, um fornecedor de faróis é escolhido muito antes de um fornecedor de emblemas, dadas as diferenças nas tecnologias e complexidade envolvidas para o desenvolvimento de cada componente.

5.5.8 Processo de desenvolvimento de componentes para o projeto XYZBR

Por se tratar de um veículo com definição de design independente do modelo sul-coreano e com requisitos de desempenho diferentes, diversas interfaces tiveram que ser

redesenhadas, seja pelo fato de se tratar de componentes novos, seja pelo fato de se tratar da adaptação do design do veículo XYZBR aos itens de arquitetura herdados do projeto XYZCS.

Quanto ao tipo de desenvolvimento, os componentes utilizados no projeto XYZBR podem ser clasificados basicamente em 3 tipos:

a) **Componentes de arquitetura:** como citado na seção 4.1.1, são componentes que o cliente não enxerga, ou seja, não são afetados pelo design do veículo e a sua comunização traz benefício quanto ao seu custo, devido à economias de escala e quanto ao custo e tempo de desenvolvimento, visto que uma vez validados em um projeto, podem ser utilizados por outro programa com menores complexidades em sua validação. Como exemplo, pode se citar: estruturas de banco, estrutura de painel de instrumentos, estrutura do assoalho dianteiro, sistema de suspensão e sistema de ar-condicionado.

b) **Componentes globais:** como citado na seção 5.4, são componentes que são desenvolvidos e validados independentemente do desenvolvimento de arquiteturas. O intuito é a reutilização de componentes que não são afetados pelo *design* do veículo no maior número de veículos. A vantagem desta estratégia e a utilização da experiência de todos os centros de engenharia de desenvolvimento na definição de componentes ou família de componentes que podem atender requisitos de desempenho de diversos mercados. Como exemplo, pode-se citar o espelho retrovisor central interno.

c) **Componentes novos e específicos do projeto**: tratam-se de componentes que dependem do *design*, dimensões ou requisitos de desempenho do veículo. Mesmo que possuam conceitos iguais aos utilizados no projeto líder ou façam parte de uma estratégia global quanto à solução utilizada, como citado na seção 5.4, são componentes que devem ser desenvolvidos para funcionarem nas dimensões e formato definidos pelo *design* do veículo. Por exemplo: os mecanismos de levantadores de vidros. O conceito do componente, como formato das guias do mecanismo, tipos de motores e manivelas, são definidos globalmente. Para cada programa, estipula-se apenas o comprimento das guias de acordo com o tamanho dos vidros e curso definido.

Quanto ao tipo de montagem, os componentes são classificados em *Body In White* (BIW), que se tratam de peças metálicas que compõem a estrutura da carroceria - são

montados no setor de funilaria da linha de montagem, passando pela cabine de pintura e depois seguindo para a linha de montagem dos demais componentes – e *General Assembly* (GA), que se tratam de componentes que são montados na carroceria após sua pintura.

Até que o *design* do veículo seja definitivo, é necessária a maturação deste, que é o resultado de constantes discussões entre o estúdio de *design*, engenharia de manufatura, engenharia de produtos e fornecedores. Basicamente são as 2 fases principais em que ocorrem um congelamento do design o veículo, neste trabalho, denominamos apenas *Design I* e *Design II*.

Estas fases de congelamento de *design* marcam a definição de modelos matemáticos para a construção de componentes virtuais ou físicos que serão submetidos a simulações e testes.

Na fase de *Design I*, ocorre a seleção de um tema para o *design* do veículo. Quando o programa iniciou, haviam cerca de dez temas diferentes de *design*, que seriam posteriormente reduzidas a apenas três e, na fase *Design I*, define-se um único tema, que seria usado como referência para o *design* definitivo. Trata-se de uma fase importante pois nesta fase iniciam-se as simulações virtuais de desempenho estrutural com modelos matemáticos de componentes que representam a intenção final para o *design* do veículo.

Após o congelamento do *design* do veículo na fase *Design II*, cujo *design* é praticamente definitivo, ocorrem os ajustes dos modelos matemáticos de todos os componentes ao *design* final que servirão de referência para a construção de componentes que farão parte dos protótipos físicos. Para o veículo de produção, apenas pequenos ajustes na superfície de *design* são realizados, porém, sem impactos significativos no desempenho estrutural dos componentes e nas respectivas valdações.

Até o término deste trabalho, as fases de definição de critérios e projeto das peças principais (carroceria e chassis) já haviam sido finalizadas; e o projeto encontrava-se na fase de preparação para montagem de protótipos para validação.

Durante todas as fases do desenvolvimento do veículo, há diversos times trabalhando em conjunto (engenharia de desenvolvimento de produtos, engenharia de desempenho, estúdio de *design*, marketing, engenharia de manufatura), seja na fase de desenvolvimento de conceitos, seja na fase de desenvolvimento de componentes. Pode-se dizer, que o tipo de desenvolvimento predominante no desenvolvimento do projeto XYZBR é o de Engenharia Simultânea, similar ao definido por Sorbek, Ward e Liker (1999) e Mc Cord (1993), mencinados na seção 4.4.

No desenvolvimento do projeto XYZBR, divididos em fóruns, os diversos times trabalharam em conjunto para discutirem e desenvolverem conceitos de componentes que atendessem aos requisitos de desempenho e manufatura do veículo. Cada forum de desempenho, era liderado pelo departamento responsável pela definição da característica que era o foco principal, com a participação de todos os envolvidos. Como exemplo de fóruns relativos a desempenho do veículo, pode-se citar:

a) **Fórum de desempenho aerodinâmico e ruídos:** o time responsável por definir e assegurar que o projeto atingiria os requisitos de desempenho quanto a aerodinâmica, ruídos de vento e de rodagem em estradas, juntamente com os engenheiros de produtos, fornecedores e representantes do estúdio de *design*, discutiram cada componente ou característica no *design* do veículo que pudessem ser elaborados para melhoria do desempenho aerodinâmico e ruídos provenientes do movimento do veículo. Um exemplo foi o desenvolvimento dos espelhos retrovisores externos. O espelho é um componente cujo *design* é desenvolvido pelo estúdio de *design*, por se tratar de um item de aparência. Com base em uma superfície de *design* inicial e o conceito estrutural proposto pela engenharia de produtos, a forma destes espelhos foram sendo modificados conforme as discussões se evoluíam. As análises virtuais do grupo de aerodinâmica e as análises do fornecedor quanto à manufaturabilidade serviram de referências para que a forma da carcaça do espelho fosse aprimorada e atendesse aos requisitos de todos os departamentos;

b) **Fórum de desempenho estrutural:** este fórum foi responsável por discutir e aprimorar o *design* dos componentes para assegurar que os mesmo atendessem aos requisitos de desempenho dos mercados alvo com otimização quanto à massa dos componentes, ou seja, cada componente esturural da carroceria foi desenvolvido de forma que atendesse aos requisitos estruturais com a menor massa possível. A massa dos componentes foi uma preocupação constante durante todas as fases de desenvolvimento deste projeto. Este fórum era basicamente formado pelo time de simulações virtuais, time de estruturas do campo de provas e engenheiros de produtos;

c) **Fórum de itens de segurança:** este fórum foi responsável por discutir e aprimorar os componentes para que os requisitos relativos à segurança dos ocupantes fossem atendidos. Como exemplos, foram discutidos os conceitos de estrutura de carroceria para definição de como a carroceria poderia se deformar em caso de colisão para melhor distribuição da energia, conceitos de componentes de segurança como *air-bags* e cintos

de segurança e conceitos de componentes internos da cabine de passageiros para evitar que os mesmos pudessem ferir os ocupantes em caso de colisão;

d) **Fórum de eficiência energética:** este fórum foi responsável por controlar a massa total do veículo. Devido à preocupação constante em relação à massa total do veículo, este fórum foi responsável por acompanhar o desenvolvimento de cada componente do veículo quanto à massa, ou seja, monitorar se modificações realizadas nos componente, seja por necessidade de melhoria estrutural ou pela necessidade de adequação à uma nova proposta de *design*, afetariam ou não a massa total do veículo. Além disso, neste fórum eram discutidas propostas que possibilitassem a redução de massa dos componentes através de otimizações ou comparativos com componentes similares de outros veículos, tanto da própria corporação como da concorrência.

Como acontece em diversos projetos que envolvem times multidisciplinares, os conflitos entre departamentos eram comuns durante o desenvolvimento de conceitos de componentes, *design* do veículo e *packaging* ou *design space*. Para lidar com estes conflitos, haviam fóruns específicos para tomadas de decisões e solução de impasses. Estes fóruns, com conceitos semelhantes aos descritos por McCord (1993), podem ser classificados da seguinte forma:

a) **Fórum de Integração de Compartimentos – Nível Intra-SMT:** cada SMT possui um engenheiro de solução de conflitos técnicos, responsável por liderar o fórum intra-SMT. Este fórum é responsável por discutir e definir soluções para conflitos técnicos que ocorrem dentro de um SMT ou entre o respectivo SMT e os departamentos de engenharia de manufatura, outros SMTs ou estúdio de *design*. O nível de discussão ocorre no nível de engenheiros de desenvolvimento de componentes (DRE). Caso o impasse persista e não se chegue a uma solução satisfatória a todos os envolvidos, esta discussão é escalada para o fórum de Conflitos Inter SMT;
b) **Fórum de Integração de Compartimentos – Nível Inter-SMT:** caso o grupo de trabalho não consiga chegar a uma solução satisfatória a todos, o item de discussão é escalado a um nível superior. Neste fórum, participam os gerentes e os VSE, na busca de uma solução que possa ser satisfatória a todos os departamentos envolvidos.
c) **Fórum de Integração de Compartimentos – Nível Inter-Departamental:** neste fórum são discutidos os conflitos de projeto que existam entre departamentos ou conflito não não tiveram uma solução satisfatória no Fórum de Conflitos Inter-SMT.

Neste fórum, participam representantes de todos os departamentos envolvidos no projeto: engenharia de produtos, engenharia de manufatura, finanças, compras, estúdio de *design* e engenharia de validação. São tomadas as decisões de modificações no escopo do projeto ou decisões sobre conflitos que não puderam ser resolvidos em nível de SMT entre os diversos departamentos. Neste fórum, participam também o *chief-engineer*, o diretor da arquitetura e os diretores do programa dos departamentos de compras e finanças.

Além dos fóruns citados, cada grupo que desenvolve componentes de um sistema ou sub-sistema é responsável por realizar reuniões periódicas, entre os envolvidos na definição dos mesmos, para discussão de problemas e soluções no nível de sub-sistema. Estas reuniões envolvem fornecedores, engenheiros de validação e de manufatura e são denominadas *Product Development Team* (PDT) *Meetings*. Este tipo de reunião pode acontecer também em nível de componente. Como exemplos, pode-se citar o PDT *Meeting* de Portas Laterais, onde são discutidas soluções para problemas que envolvam quaisquer componentes de portas e suas interfaces e, como exemplo de nível de componentes, o PDT *Meeting* de vidros, onde são discutidos os problemas técnicos relativos as vidros das janelas laterais, pára-brisa ou vidro vigia juntamente com os fornecedores destes componentes.

5.5.9 Interação entre centro de desenvolvimento do projeto líder e GMB

Devido ao fato do projeto XYZBR ser um derivativo de uma arquitetura global, cujo centro de desenvolvimento responsável é a subsidiária sul-coreana, GMDAT, a interação das subsidiárias brasileira e sul-coreana deveria ser a mais dinâmica possível, principalmente entre os departamentos de engenharia de produtos. A razão desta necessidade de interação está no fato de que muitos conceitos de componentes aplicados no projeto sul-coreano seriam herdados pelo projeto brasileiro e, devido ao fato de que o projeto líder estava sendo desenvolvido com alguns meses de antecedência em relação ao projeto brasileiro, muitas soluções de otimização de componentes deveriam ser comuns aos dois projetos.

O fato de o projeto líder XYZCS estar em fase mais avançada em relação ao projeto XYZBR é considerado como uma vantagem ao considerar que muitas das soluções aplicadas

já haviam sido validadas e caso ocorresse alguma modificação nos componentes devido à alguma deficiência em desempenho, a mesma solução era aplicada no projeto brasileiro. Ou seja, o compartilhamento de lições aprendidas pela engenharia da GMDAT, em todas as fases de desenvolvimento, foi um fator vantajoso no desenvolvimento de componentes do projeto brasileiro. Desta forma, no caso do projeto brasileiro, em diversos casos, os componentes já tinham sua liberação inicial de modelo matemático contemplado soluções que só haviam sido implementadas no projeto sul-coreano após a detecção de alguma falha em uma fase já avançada do projeto, como por exemplo, durante a construção de protótipos físicos e a realização de testes em campo de provas. Sendo assim, o protótipo do projeto XYZBR já era construído considerando soluções implementadas no projeto XYZCS, de forma a evitar os mesmos tipos de falhas.

Durante o processo de desenvolvimento do projeto XYZBR não foi imposta nenhuma limitação técnica quanto ao desenvolvimento de componentes que não faziam parte da arquitetura, ou seja, a GMB tinha total autonomia para desenvolver os componentes que não fizessem parte da arquitetura, desde que atendessem aos requisitos de desempenho para os mercados emergentes, requisitos de massa e custo definidos para o projeto. Porém, em todos os casos, o componente projetado para o veículo sul-coreano era considerado o ponto de partida. A partir daí, com base em conceitos utilizados em outros projetos da corporação, veículos da concorência ou *know-how* de fornecedores, alguns componentes tiveram o seu *design* modificado em relação ao projeto líder, de forma a se adequar aos requisitos do mercado emergente, em alguns casos, menos severos que as referências seguidas pelo projeto XYZCS.

Segundo Eduardo Oliveira Santos, VSE do SMT de Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado, a única diretriz, que se pode considerar como fator limitante tecnicamente, em relação ao desenvolvimento destes componentes foi a tentativa de reutilização de componentes em maior número possível, evitando a proliferação de peças em busca de maior vantagem competitiva quanto a economias de escala e redução no tempo e custos de validação de componentes. Ou seja, a aplicação de componentes exatamentes iguais aos do projeto líder trazia como vantagens a possibilidade de aumento no poder de barganha durante a negociação com os fornecedores e a não necessidade de validação do componente que já foi testado e validado na GMDAT.

Caso a reutilização de componentes não fosse possível, havia a diretriz de se utilizar mesmo conceitos de componentes, como materiais, tipo de fabricação, modo de montagem,

tipos de fixação; com o objetivo de evitar que dois projetos baseados na mesma arquitetura tivessem conceitos de componentes muito diferentes. Entre os motivos de se garantir mesmos conceitos de componentes pode-se citar o fato de que seria possível que, por se tratarem de projetos globais, os veículos XYZBR e XYZCS fossem montados nas mesmas plantas de montagem. Desta forma, a unificação de conceitos de componentes asseguraria a padronização de montagem dos componentes, considerando a sequência e o tempo gasto pelo operador, de ambos os veículos em uma mesma planta.

Segundo Filippo Santolia, VSE do SMT de carrocerias exteriores, quanto à comunicação, considerando que geograficamente o Brasil e a Coréia do Sul ficam em lados totalmente opostos do planeta, eram realizadas reuniões semanais dos VSE da GMB com o time global, geralmente, no começo da manhã no Brasil e fim de tarde na Coréia do Sul. Cada SMT possuía um VSE global, localizado na Coréia do Sul, que era o responsável por manter as subsidiárias, como Alemanha, Brasil, Estados Unidos, que estavam envolvidas no desenvolvimento, ou parte dele, dos derivativos da arquitetura XYZ fora da Coréia – diretamente, realizando o desenvolvimento ou indiretamente, discutindo necessidades e soluções – sincronizadas com a GMDAT, em relação ao desenvolvimento dos diversos projetos da arquitetura. Durante estas reuniões, além de compartilhamento de soluções adotadas pelo projeto líder, também eram apresentados problemas relativos ao desenvolvimento de componentes que aconteciam em ambos os programas. Desta forma, era possível discutir e propor soluções que pudessem solucionar o problema e que fosse aplicável a todos os projetos que estivessem seguindo a mesma arquitetura.

Além desta reunião global de VSE, cada engenheiro de desenvolvimento de componentes (DRE) da GMB era responsável por manter uma comunicação frequente com o DRE do mesmo componente do projeto líder. Desta forma, cada DRE brasileiro tinha o conhecimento dos motivos que levaram a GMDAT a adotar cada conceito para os componentes, bem como as dificuldades e problemas técnicos enfrentados durante o seu desenvolvimento. Através desta comunicação, toda alteração feita em cada componente do projeto sul-coreano era analisado pela engenharia de desenvolvimento de produtos da GMB e caso necessário, aplicado ao projeto brasileiro.

A mesma interação ocorria entre os outros departamentos ligados ao desenvolvimento de produtos da GMB, como as engenharia de manufatura e de validação, com os seus parceiros na GMDAT.

5.5.10 Lições Aprendidas com o projeto XYZBR

O projeto XYZBR, apesar de não ser o primeiro projeto global desenvolvido pela GMB, possui o diferencial de ser o primeiro desenvolvimento com base em uma arquitetura global, cujo desenvolvimento já havia sido iniciado por outra subsidiária.

Segundo Albino Marques, apesar de os projetos de Astra *sedan* e Meriva terem sido considerados como projetos globais, a interação da engenharia de desenvolvimento de produtos da GMB se dava apenas com a engenharia de desenvolvimento de produtos da Opel. Sendo que no projeto do Astra, a GMB teve participação durante o desenvolvimento, porém a construção de protótipos e validação ficaram a cargo da engenharia da Opel. No projeto Meriva, todo o desenvolvimento e validação foram feitos pela engenharia de produtos da GMB e a Opel apenas realizou pequenas modificações para atender algumas peculiaridades do mercado europeu. Tanto o Astra quanto a Meriva tinham o desenvolvimento focado nos mercados brasileiro e europeu. O projeto XYZBR é diferente por se tratar de um desenvolvimento em conjunto entre as engenharias das subsidiárias da Coréia do Sul e do Brasil, porém com a participação dos centros de desenvolvimento do mundo todo, devido ao fato de que estes novos produtos estão sendo desenvolvidos para atender a diversos mercados além dos quais os centros de desenvolvimento pertencem.

A importância do projeto XYZBR à engenharia de produtos da GMB está no fato de que, através deste projeto, aumenta-se a capacidade de desenvolvimento de produtos da subsidiária, possibilita aquisição de novas tencologias aplicadas aos produtos brasileiros, favorece maior integração da equipe brasileira com as engenharias da corporação GM e o estimula o exercício da criatividade da GMB.

Para a corporação GM, a importância dos projetos com base na arquitetura XYZ está no fato de que possibilitará à GM desenvolver diferentes produtos para diversos mercados com menores custos e tempo de desenvolvimento, quando comparados a projetos anteriores. Anteriormente, cada centro de desenvolvimento projetava veículos visando o seu mercado especificamente. Sendo assim, quando outra subsidiária se interessava pelos produtos já existentes, havia a necesidade de uma validação e adaptação dos produtos às condições dos novos mercados. Um exemplo disso é a linha Corsa, que o Brasil lançou em 1994. A GMB trouxe o projeto da Alemanha e adaptou-o às condições brasileiras, sendo necessário

desenvolver reforços de suspensão e modificação de componentes para atender às caracaterísticas do mercado. Em paralelo, a engenharia de produtos da África do Sul, realizou atividades semelhantes para poder lançar o produto no mercado sul-africano.

Com o novo conceito de arquiteturas globais, os novos produtos são desenvolvidos para atender aos requisitos de diversos mercados, através da padronização de componentes e conceitos de intercambiabilidade, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento de produtos.

6 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O capítulo 6 tem por objetivo consolidar e discutir os resultados reunidos através do estudo de caso descrito no capítulo 5, com base na revisão bibliográfica dos capítulos anteriores.

Ao analisar a produção de veículos nos últimos anos, nota-se que os maiores crescimentos da indústria automotiva ocorreram nos mercados emergentes, liderado pela China e seguido por Brasil, Índia e Rússia. Este fato corrobora com o aumento da importância das subsidiárias localizadas nestas regiões e com o surgimento de novas formas de organização da produção na globalização da indústria automobilística.

O capítulo 2 discorreu sobre o processo de internacionalização de empresas. No caso da GMB, pode-se considerar que, quando a subsidiária foi instalada no país em 1925, o objetivo da corporação norte-americana era o de conquistar novos mercados, iniciando-se com a produção de caminhões. A GMB, por aproximadamente 80 anos, teve como objetivo desenvolver veículos destinados apenas ao mercado local, seja através de adaptação de projetos desenvolvidos na Alemanha ou nos Estados Unidos; ou pelo desenvolvimento de derivativos com base em plataformas já conhecidas, de forma independente. Desta forma, pela classificação definida por Fleury (1999), a GMB correspondia ao Tipo II – Subsidiária como unidade relativamente autônoma, onde as decisões são tomadas localmente, mas a subsidiária não faz parte de uma estratégia que afete os demais países, como se pode observar no quadro da Figura 21.

	Tipo II Subsidiária como unidade relativamente autônoma	**Tipo III** Subsidiária como centro de competências
Decisões de Configuração (o papel da subsidiária na estratégia global da corporação)	A subsidiária tem voz junto à matriz; tem certo grau de autonomia sobre excedentes gerados localmente	A subsidiária tem poder para tomar decisões
Projeto do produto	Se a empresa é líder, breakthroughts e plataformas desenvolvidos na matriz; derivativos desenvolvidos localmente, podendo haver terceirização. Se a matriz é follow source, a subsidiária busca "customer intimacy"	Liderança global da subsidiária no desenvolvimento de certos produtos
Fase da GMB	**1925 - final da déc. 90** **Fase I - Tropicalização** **Fase II - Derivativos** GMB desenvolve veículos voltados ao mercado local, seja através de tropicalização de veículos desenvolvidos pela matriz norte-americana ou pela subsidiária alemã, seja através de desenvolvimento de derivativos.	**final da déc. 90 - atualmente** **- Fase III – Produtos globais** **- Fase IV – Foco em outros mercados** **- Fase V – Engenharia Global** GMB tem autonomia para desenvolver veículos completos, ou seja, não depende apenas de tropicalização ou criação de derivativos. Possui capacidade de liderar projetos globais do início (concepção) ao fim (validação e liberação para produção).

Figura 21 – Classificação das fases da engenharia de produtos da GMB segundo Fleury (1999)
Fonte: Autor "adaptado de" Fleury, 1999.

Durante o final da década de 90 e início dos anos 2000, foram desenvolvidos projetos globais envolvendo dois ou mais países. Pelo reconhecimento da competência adquirida pela engenharia de produtos da GMB no desenvolvimento de produtos locais, pela primeira vez, a GMB teve a oportunidade de liderar o desenvolvimento de um projeto que seria destinado ao mercado local e ao mercado europeu, com o desenvolvimento da *minivan* Meriva, descrito na seção 5.2.1.

Em meados de 2006, a GMB foi nomeada como um dos cinco centros globais de desenvolvimento de arquiteturas globais da GM, tornando-se responsável pelo desenvolvimento de *pickups* médias. Esse fato faz com que a subsidiária brasileira se enquadre na classificação do Tipo III, definida por Fleury (1999), caracterizando a subsidiária como centro de competências.

Com isso, a GMB teve a oportunidade de desenvolver diversos projetos destinados a outros países e, também devido ao conhecimento acumulado em soluções de baixo custo, ser nomeada como a responsável pelo desenvolvimento de um veículo voltado para mercados

emergentes baseado em uma arquitetura global, desenvolvida pela GMDAT, subsidiária da GM localizada na Coréia do Sul.

Carvalho (2005) cita também que os movimentos de internacionalização das montadoras no processo de globalização na indústria automotiva favoreceram, no caso das subsidiárias brasileiras, a modernização da linha de produtos, dos processos produtivos e da introdução de inovações organizacionais. O autor cita também quatro determinantes fundamentais que influenciaram os comportamentos adotados pelas subsidiárias no Brasil: a) importância relativa da filial local (e do respectivo mercado local e/ou regional) para a montadora; b) as distintas capacitações de desenvolvimento de produtos acumuladas internamente; c) o estágio de globalização / integração e d) as estratégias competitivas de cada montadora em relação à produção, investimentos, linhas de produtos, pesquisa e desenvolvimento, etc.

De fato, no caso da engenharia de produtos da GMB, para possibilitar o desenvolvimento de produtos baseados em arquiteturas globais, foi necessário que a GMB se integrasse à engenharia de produtos global da GM. Desta forma, os conceitos adotados para componentes, as formas de fabricação e a organização da engenharia são comuns aos adotados globalmente pela corporação.

Através do estudo de caso do capítulo 5, é possível descrever a evolução do desenvolvimento de novos produtos pela subsidiária brasileira da GM. O desenvolvimento de veículos pela GMB pode ser classificado em cinco tipos:

a) **Tropicalização – adaptação de veículos desenvolvidos por outras divisões da GM:** Até o início da década de 90, o desenvolvimento de veículos pela GMB compreendia, em grande parte, na adaptação de veículos desenvolvidos pela subsidiária alemã Opel às condições brasileiras, conforme destacado por Consoni (2004b). Esta adaptação, também denominada por alguns autores de tropicalização, exigia o desenvolvimento e validação de alguns componentes como partes da suspensão ou motor para que pudessem ser usados nas ruas e estradas brasileiras e utilizando o combustível brasileiro, álcool ou gasolina. Além das adaptações mecânicas necessárias, ocorria o desenvolvimento de alguns detalhes de acabamento externo e interno, bem como cores e texturas de peças de acordo com as preferências do consumidor brasileiro. Assim ocorreu com os modelos do Monza, Kadett, Omega, Vectra, Corsa e S10;
b) **Derivativos – desenvolvimento de derivativos baseados em plataformas tropicalizadas:** Apesar de ter desenvolvido o primeiro derivativo no início da década

de 80, com o lançamento da *pickup* Chevy, foi no início da década de 90, que a GMB começou a desenvolver com maior freqüência os derivativos com base em plataformas provenientes da Opel e GMNA.

No desenvolvimento destes projetos, o estúdio de *design* e a engenharia de desenvolvimento de produtos tinham autonomia para desenvolver os projetos, visto que os veículos eram desenvolvidos visando apenas o mercado local. Estes desenvolvimentos representavam o resultado da capacitação técnica adquirida na tropicalização de veículos.

A partir da linha Kadett, foram desenvolvidas as versões de 2 e 4 portas com a carroceria *station-wagon*, denominada Ipanema.

A linha Corsa, lançada no Brasil em 1994 foi baseada na segunda geração da linha Corsa da Opel, lançada em 1993 na Alemanha, denominada de S4200. Inicialmente, foram lançadas as versões *hatchback* de 3 e 5 portas, comuns no mercado europeu, e em seguida foram lançadas as versões *pickup*, *sedan* e *station-wagon*, desenvolvidas pela GMB, como se pode observar na Figura 22.

Figura 22 – Linha Corsa no Brasil
Fonte: Best Cars Web Site, 2010

Situação similar ocorreu com a renovação da linha Corsa lançada em 2002, denominada no Brasil de X4300. Porém, neste caso, houve uma diferenciação no *design* da parte frontal para a versão *hatchback* de 5 portas e, a partir desta, foram desenvolvidos os derivativos nas versões *sedan* e *pickup*, denominada Montana. À

partir da linha Corsa S4200, foi desenvolvida a linha Celta, nas versões *hatchback* de 3 e 5 portas e *sedan*, chamada Prisma;

c) **Produtos globais – desenvolvimento de produtos globais envolvendo 2 países:** O desenvolvimento da Meriva, conforme descrito na seção 5.2.1, foi o marco na história do desenvolvimento de produtos pela GMB. Foi o primeiro veículo desenvolvido totalmente pela GMB destinado a outros mercados além do mercado brasileiro, por isso, foi considerado como o primeiro projeto global desenvolvido e liderado pela GMB.

   A Meriva foi concebida para atender aos mercados brasileiro e europeu. Para o mercado europeu, representava uma necessidade da Opel em oferecer uma *minivan* de menores porte e custo em relação à Zafira. Para o mercado brasileiro, seria a primeira *minivan* a ser desenvolvida pela GMB com a necessidade de substituir o lugar deixado pela versão *station-wagon* da linha Corsa.

   Para a engenharia de desenvolvimento de produtos da GMB, o desenvolvimento deste projeto trouxe a capacitação técnica e auto-confiança no desenvolvimento total de um veículo. Consoni (2004b), destacou os seguintes fatores onde a GMB obteve os maiores ganhos no desenvolvimento deste projeto: a) competência na definição do conceito e estilo do veículo; b) competência para o desenho de uma nova arquitetura de produto; c) competências para a escolha e definição de fornecedores e d) competência na construção de protótipos, testes e validação do veículo.

   Além dos fatores descritos, o desenvolvimento do projeto Meriva exigiu um elevado grau de interação com o centro de desenvolvimento de produtos alemão, o que necessitou o intercâmbio de engenheiros, denominados de engenheiros residentes;

d) **Produtos com foco em outros mercados – adaptação e desenvolvimento de produtos para outros países:** A GMB realizou a adaptação de veículos para outros países como no caso do Astra *sedan* para o mercado europeu e o Astra *hatchback* de 3 e 5 portas para o mercado norte-americano, a partir da plataforma A3300. O Astra *sedan* para o mercado europeu se tratava da adaptação do Vectra brasileiro, lançado em 2005 com a parte frontal do Astra Opel. Até, então, a Opel não dispunha de uma versão *sedan* para o Astra. Já o Astra *hatchback* para o mercado norte-americano, foi a adaptação dos Opel Astra para as condições de mercado e requisitos legais dos Estados Unidos.

O Hummer H3T foi o derivativo baseado no SUV Hummer H3 desenvolvido pela GMB. Este derivativo se trata de uma versão *pickup* com cabine dupla destinado apenas ao mercado norte-americano. Toda a região posterior à coluna B (coluna que divide as portas laterais dianteiras e traseiras) foi desenvolvida e validada pela equipe brasileira para produção e vendas nos Estados Unidos.

Figura 23 – Hummer H3T (a esquerda), desenvolvida pela GMB e a versão SUV que serviu como base de desenvolvimento (a direita)
Fonte: Site GMHUMMER.COM, 2010

e) **Engenharia global – desenvolvimento de produtos baseados em arquiteturas globais e nomeação como ADT de *pickups* médias:** Devido ao aumento da competição na indústria automotiva, o processo de desenvolvimento de produtos deve ser o mais otimizado possível. Ferreira (2007) cita que o desenvolvimento de projetos que tenham como premissa a reutilização de componentes não era algo considerado antigamente. Porém, o que se observa atualmente é o desenvolvimento de produtos com base em arquiteturas globais como parte das estratégias das montadoras, como os exemplos das arquiteturas Epsilon e XYZ. Nesta fase, também vale destacar a designação da GMB como o centro de desenvolvimento de produtos responsável pela arquitetura global de *pickups* médias, o que representa o reconhecimento da corporação na capacidade de desenvolvimento de produtos da GMB. Desta forma, todas as *pickups* médias a serem desenvolvidas para o mercado global devem ser baseadas na arquitetura cuja responsabilidade do desenvolvimento é da GMB.

Conforme Ferreira (2007), dentre as variáveis que são consideradas na definição da estratégia de desenvolvimento de uma arquitetura global estão: o tempo de desenvolvimento do veículo; a qualidade esperada para o novo produto, considerando-se as tecnologias a serem aplicadas e as expectativas do cliente final e os custos de desenvolvimento, que definirão o posicionamento deste novo produto no mercado

perante aos concorrentes e ao consumidor alvo. No estudo de caso em questão, durante a definição da arquitetura XYZ, foram considerados quais veículos seriam desenvolvidos a partir desta arquitetura, bem como a cadência de seus lançamentos.

O projeto XYZCS está a alguns meses adiante do projeto brasileiro. Esta arquitetura viabiliza modificações que tornam seu custo e desempenho compatíveis com os requisitos dos mercados emergentes; e as tecnologias empregadas são compatíveis com o esperado para um veículo deste porte, seja em um mercado mais maduro ou em um mercado emergente.

O desenvolvimento do projeto XYZBR representa um novo marco na história do desenvolvimento de produtos da GMB. Trata-se do primeiro veículo totalmente desenvolvido pela GMB, destinado a diversos mercados além do mercado regional, baseado em uma arquitetura global, que ainda está sendo desenvolvida pela subsidiária sul-coreana através de um projeto líder, XYZCS. Além disso, trata-se do primeiro projeto que a GMB atua com participação de uma engenharia global, ou seja, são aplicadas as soluções para o desenvolvimento de componentes que reúnem as melhores práticas discutidas em fóruns globais pelas diversas subsidiárias da GM espalhadas pelo mundo. Esta engenharia global envolve o desenvolvimento de componentes e também a definição de processos de manufatura do veículo, resultando em um projeto de desenvolvimento mais rápido, por se basear em uma arquitetura pré-definida e que pode ser fabricado em qualquer planta da GM espalhada pelo mundo, por considerar requisitos de manufatura global.

O projeto XYZBR possui *design* específico para os mercados emergentes, criado pelo estúdio de *design* da GMB com aprovação dos países onde o veículo será vendido. Porém, a arquitetura, que se trata de componentes que exigem grande complexidade e custos de desenvolvimento e validação, é a mesma utilizada no projeto XYZCS desenvolvida pela subsidiária da Coréia do Sul.

A escolha desta arquitetura, chamada XYZ, para um novo veículo para mercados emergentes está na compatibilidade do custo, desempenho e dimensões esperadas para este novo veículo, com base em informações coletadas durante o trabalho de pesquisas e clínicas com potenciais consumidores. Estas clínicas foram realizadas por uma equipe multidisciplinar formada por representantes de *marketing*, finanças, planejamento do produto e engenharia nos diversos países em que se pretende vender o veículo. Segundo Hung (2007b), a fase de planejamento do produto é uma fase

interativa e de intenso trabalho, devido à necessidade de balancear os interesses de todas as áreas para a definição de um produto que atenda às expectativas do consumidor e, ao mesmo tempo, apresente bom retorno financeiro.

Um dos grandes desafios no desenvolvimento deste projeto está no fato de que a GMB está desenvolvendo um veículo que deve atender aos requisitos legais e de segurança de diversos países e, ao mesmo tempo, busca soluções que possibilite reduções de massa e custo; ou seja, tendo como pressuposto que o projeto sul-coreano está voltado para mercados mais maduros, que possuem requisitos de desempenho mais rigorosos; e que o projeto brasileiro será destinado a alguns países com requisitos mais amenos, o desafio está no fato de balancear as necessidades dos diversos mercados na definição de uma arquitetura comum. Sendo assim, um componente de arquitetura deve possuir a flexibilidade de atender aos diversos requisitos. Para isso, são necessárias reuniões freqüentes entre a subsidiária sul-coreana e a brasileira para discutir os conceitos a serem utilizados nos itens de arquitetura. Na maioria dos componentes que não fazem parte de arquitetura, apesar de não serem comuns aos dois projetos, devem possuir uma similaridade quanto ao seu conceito. Assim, as formas de fixação e de montagem devem ser semelhantes com a finalidade de padronização de conceitos, possibilitando que todos os veículos oriundos desta arquitetura sejam montados em uma mesma planta de produção, independentemente de onde tenham sido desenvolvidos.

Quanto ao desenvolvimento de componentes, em um projeto cuja arquitetura é global, ela pode ser feita de três formas, dependendo de sua classificação na estratégia da corporação:

a) **Componentes de arquitetura**: são componentes que o cliente não enxerga, ou seja, não são afetados pelo *design* do veículo e a sua comunização traz benefícios quanto ao seu custo, devido a economias de escala e quanto ao custo e tempo de desenvolvimento, visto que, uma vez validados em um projeto, podem ser utilizados por outro programa com menores complexidades em sua validação. Sendo assim, estes componentes são desenvolvidos através de um projeto líder e seu uso é estendido aos demais veículos da mesma arquitetura. Como exemplo, pode se citar: estruturas de banco, estrutura de painel de instrumentos, estrutura do assoalho dianteiro, sistema de suspensão e sistema de ar-condicionado;
b) **Componentes globais**: são componentes que são desenvolvidos e validados independentemente do desenvolvimento de arquiteturas. O intuito é a reutilização de

componentes que não são afetados pelo *design* do veículo no maior número de veículos. A vantagem desta estratégia é a utilização da experiência de todos os centros de engenharia de desenvolvimento a definição de componentes ou família de componentes que podem atender requisitos de desempenho de diversos mercados. Estes componentes podem ser desenvolvidos usando um projeto como referência para validação, mas seu uso não é restrito apenas a veículos de mesma arquitetura. Como exemplo, pode-se citar o espelho retrovisor central interno;

c) **Componentes novos e específicos do projeto**: tratam-se de componentes que dependem do *design*, dimensões ou requisitos de desempenho do veículo. Mesmo que possuam conceitos iguais aos utilizados no projeto líder ou façam parte de uma estratégia global quanto à solução utilizada, são componentes que devem ser desenvolvidos para funcionarem nas dimensões e formato definidos pelo *design* do veículo. Estes componentes são desenvolvidos especificamente para cada projeto, salvo em situações em que podem ser reutilizados em outros projetos devido à coincidência de dimensões ou *design*. Por exemplo: os mecanismos de levantadores de vidros. O conceito do componente, como formato das guias do mecanismo, tipos de motores e manivelas, são definidos globalmente. Para cada programa, estipula-se apenas o comprimento das guias de acordo com o tamanho dos vidros e curso definido.

No projeto XYZBR, pode-se verificar o conceito de engenharia simultânea de três formas diferentes:

a) **Desenvolvimento simultâneo de interfaces de componentes do projeto XYZBR:** Na seção 4.5, foi citado o conceito de PDT (*Product Development Team*) que, segundo McCord (1993), tratam-se de grupos independentes para desenvolver os sistemas ou sub-sistemas que interagem entre si. Este conceito é similar ao conceito de SMT (*System Management Team*) adotado na GMB.

   Devido à divisão do departamento de engenharia de desenvolvimento de produtos em cinco SMTs (Carrocerias Exteriores, Interiores, Chassis e Integração com *Powertrain*, Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado e Elétrica), é possível o desenvolvimento simultâneo dos componentes de todo o carro ao mesmo tempo, ou seja, os componentes são desenvolvidos por cada SMT e as interfaces são discutidas entre os SMTs desde a elaboração de estudos de *packaging* na fase de engenharia

avançada até a fase de liberação de componentes para produção. As dificuldades e conflitos encontrados durante a definição de interfaces ou conceitos são discutidos nos Fóruns de Integração de Compartimentos;

b) **Desenvolvimento simultâneo de conceitos de componentes do projeto XYZBR:** Os conceitos de componentes no projeto XYZBR foram definidos de forma que atendesse aos requisitos de estúdio de *design*, de manufatura global, de desempenho (estrutural, ruídos, aerodinâmica, eficiência energética, etc) e às melhores práticas definidas pelos LGFC e engenharia global. Ou seja, além do desenvolvimento das interfaces entre os SMTs, outros departamentos também participavam na definição de conceitos;

c) **Desenvolvimento simultâneo de componentes de arquitetura entre projeto líder e projeto seguidor:** Embora o projeto líder XYZCS estivesse sendo utilizado como a base para o desenvolvimento da arquitetura global XYZ, em muitos casos, a GMB tinha a possibilidade de influenciar no desenvolvimento de algumas partes, no sentido de direcionar a arquitetura aos requisitos de desempenho dos mercados emergentes. Por exemplo, caso a definição do assoalho fosse feita apenas levando em consideração os requisitos dos mercados mais maduros, alvo do projeto XYZCS, seria possível que o projeto XYZBR tivesse que adotar um conceito eventualmente superdimensionado para os requisitos de alguns mercados emergentes. Porém, durante este projeto, as simulações virtuais de ambos os projetos eram realizadas em paralelo, resultando na definição de um conceito de um assoalho básico que atenda aos requisitos de desempenho estrutural menos rigorosos, que pudesse receber reforços adicionais e modulares, que possibilitem atender aos requisitos de desempenho dos mercados mais rigorosos. Desta forma, um veículo desenvolvido para mercados de requisitos menos rigorosos pode ser adaptado para mercados mais rigorosos com a adição dos reforços definidos para a arquitetura.

Conforme o projeto amadurece, existe uma convergência nas possíveis soluções de componentes e sistemas que são discutidos durante o desenvolvimento. Este processo é denominado por Sobek, Ward e Liker (1999) como *Set-Based Concurrent Engineering*, que considera que o raciocínio e a comunicação em um conjunto de idéias direcionam a projetos mais robustos e mais eficientes globalmente do que trabalhar em apenas uma solução por vez. De fato, no projeto XYZBR, por muitas vezes, no desenvolvimento de componentes, eram discutidas as possíveis soluções para um componente ou sistema. A definição de um sistema

final ocorria na avaliação das informações providas pelos departamentos envolvidos relativas às vantagens e desvantagens de cada conceito. A decisão final deveria ser sempre aprovada pelo *Chief Engineer* Local, no caso do projeto XYZBR ou do *Chief Engineer* Global, caso afetasse itens de arquitetura.

Segundo McCord (1993) e Sobek, Ward e Liker (1999), em um processo de engenharia simultânea, a forma mais efetiva de se integrar todos os grupos de desenvolvimento localizados no Brasil e na Coréia do Sul é assegurar a comunicação direta entre eles. Um processo de engenharia simultânea bem implementado depende bastante basicamente da cultura da empresa e evita retrabalhos que normalmente ocorreriam tardiamente para possibilitar prazos de desenvolvimento agressivos. De fato, a comunicação freqüente entre todos os níveis e departamentos com cada respectivo parceiro na subsidiária sul-coreana ocorrida durante o desenvolvimento do projeto XYZBR, tem assegurado o alinhamento de soluções aplicadas nos dois projetos e na definição de um veículo que atendesse aos requisitos dos mercados emergentes e, ao mesmo tempo, às definições da arquitetura global.

O desenvolvimento de um veículo global pela GMB trouxe os seguintes benefícios para a equipe brasileira de engenharia de produtos:

a) **Aumento da capacidade de desenvolvimento de produtos da subsidiária:** com a atuação em programas globais, a GMB deixa de ser apenas uma subsidiária que desenvolve projetos para o mercado local e passa a ter a responsabilidade de desenvolver projetos que atendam a diversos mercados diferentes. Vale ressaltar que apesar da Meriva ter sido desenvolvida para os mercados brasileiro e europeu, a fase atual possui maior importância por se tratar de desenvolvimento de um produto para diversos mercados simultaneamente. No caso do projeto XYZBR, o desenvolvimento visa atender aos mercados emergentes. Além disso, pode-se verificar que durante a crise econômica entre os anos 2008 e 2009, a GMB teve poucas consequências negativas em relação ao desenvolvimento de produtos, produção e vendas;
b) **Aquisição de novas tecnologias aplicadas aos produtos brasileiros e maior integração da equipe brasileira com as engenharias da corporação GM:** a integração da engenharia de produtos da GMB com a engenharia global da GM possibilita à subsidiária brasileira o acesso às mais recentes tecnologias, em desenvolvimento de produtos e processos, desenvolvidas pela corporação através dos fóruns globais e melhores práticas, que são divulgadas entre todas as subsidiárias;

c) **Exercício da criatividade da GMB:** a atuação da engenharia de produtos no desenvolvimento de um programa deste porte favorece a manutenção da criatividade da equipe brasileira no desenvolvimento de novos componentes com a aplicação de conceitos globais. Em muitos casos, o desenvolvimento de produtos neste programa requer a aceitação de novos conceitos de componentes e processos que até então não eram comuns nos programas locais.

Outra vantagem que deve ser destacada no desenvolvimento de produtos a partir de arquiteturas globais é o benefício resultante para a corporação GM como um todo pois possibilita à GM desenvolver diferentes produtos para diversos mercados com menores custos e tempo, quando comparados a projetos anteriores. Tomando-se como exemplo o desenvolvimento da arquitetura Epsilon, o desenvolvimento de veículos baseados na arquitetura já definida possibilitou redução no custo e tempo de aproximadamente 20%.

Anteriormente, cada centro de desenvolvimento projetava veículos visando o seu mercado especificamente. Sendo assim, quando outra subsidiária se interessava pelos produtos já existentes, havia a necesidade de uma nova validação e adaptação dos produtos às condições dos novos mercados. Um exemplo disso é a linha Corsa, que a GMB lançou em 1994. A GMB trouxe o projeto da Alemanha e adaptou-o às condições brasileiras, sendo necessário desenvolver reforços de suspensão e modificação de componentes para atender às características do mercado. Em paralelo, a engenharia de produtos da África do Sul realizou atividades semelhantes para poder lançar o produto no mercado sul-africano.

Com o novo conceito de arquiteturas globais, os novos produtos são desenvolvidos para atender aos requisitos de diversos mercados através da padronização de componentes e conceitos e intercambiabilidade, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento de produtos.

Além disso, após a definição da estratégia mundial da GM em desenvolver veículos globais, houve uma nova estruturação das áreas relativas à engenharia de produtos, engenharia de manufatura e compras. A definição de soluções para componentes e subsistemas, bem como os processos de manufatura e nomeação de fornecedores, tornaram-se globais. Desta forma, cada subsidiária da GM espalhada pelo mundo atua na definição das melhores práticas, favorecendo o compartilhamento de experiências e soluções. Isso contribui mais ainda na redução de tempo e custos de desenvolvimento e validação do veículo e também na possibilidade de se produzir os veículos em qualquer planta da GM no mundo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Motivadas pelo crescimento econômico vivenciados pelos países emergentes, grupo no qual se destacam o Brasil, China, Índia e Rússia, e pela saturação da indústria automotiva nos mercados maduros, as grandes montadoras têm buscado a internacionalização de atividades de produção de veículos e, em alguns casos, desenvolvimento de produtos.

A relevância de se estudar a internacionalização da indústria automotiva no contexto do atual crescimento dos países emergentes está no fato de que o desenvolvimento de produtos com atividades fragmentadas em vários países é um desafio para as multinacionais na busca de padronização dos produtos e melhor forma de coordenação destas atividades. Considerando-se que cada país ou região possui características de consumidores e requisitos legais distintos, os veículos podem possuir características técnicas distintas, de acordo com seus respectivos mercados.

Sendo assim, torna-se necessário o desenvolvimento de produtos que possibilitem o atendimento a diversas necessidades de desempenho distintas, porém, sem a duplicação de esforços e custos de desenvolvimento de produtos. Segundo Sturgeon et al. (2009), as montadoras têm buscado desenvolver produtos que possam atender diversos mercados com o objetivo de adquirirem vantagens da economia de escalas. Para isso, busca-se a máxima padronização de componentes e sistemas possível, o que não significa ter o mesmo veículo para todos os mercados.

Desta forma, a utilização de arquiteturas globais viabiliza o desenvolvimento de veículos de forma padronizada. Arquitetura é a parte do veículo que o cliente não enxerga como assoalho, sistemas de ar-condicionado, fixação de painel de instrumentos e bancos, etc. Desta forma, utilizando-se uma mesma arquitetura, é possível desenvolver vários tipos de carrocerias diferentes com *design* exclusivos, ou seja, o fato de possuírem mesma arquitetura não significa que os veículos devam possuir as mesmas aparências.

Considerando-se estas premissas, o objetivo do presente trabalho foi estudar o processo de desenvolvimento do projeto XYZBR pela engenharia de produtos da GMB.

O projeto XYZBR se refere ao veículo baseado na arquitetura XYZ que está sendo desenvolvida pela subsidiária sul-coreana GMDAT, através do projeto XYZCS. O projeto XYZCS está há alguns meses adiante em relação ao projeto brasileiro em termos de desenvolvimento.

O estudo de caso foi elaborado com base em entrevistas realizadas pessoalmente com pessoas diretamente ligadas ao desenvolvimento deste projeto na engenharia de produtos da GMB.

A primeira questão se refere às razões pelas quais a engenharia de produtos da GMB foi escolhida para o desenvolvimento deste projeto. Com o objetivo de oferecer um veículo voltado para os mercados emergentes, a GMB foi designada para desenvolver este projeto devido à sua experiência em soluções de baixo custo que se aplicam a mercados emergentes. Como base de desenvolvimento, foi escolhida a arquitetura XYZ devido ao custo e dimensões compatíveis com as expectativas destes mercados. Através do estudo de caso, foi possível verificar a evolução da engenharia de produtos da GMB:

a) **Fase I - Tropicalização**: adaptação de projetos da Opel ou GM *North America* às condições brasileiras;
b) **Fase II - Derivativos**: desenvolvimento de derivativos para o mercado local;
c) **Fase III – Produtos globais:** desenvolvimento de veículos em conjunto com outras subsidiárias, com foco no mercado local e no europeu;
d) **Fase IV – Foco em outros mercados**: desenvolvimento de produtos destinados a outros mercados;
e) **Fase V – Engenharia Global / Detentora de arquitetura global**: desenvolvimento de produtos baseados em arquiteturas globais destinados a diversos mercados e a designação como responsável pelo desenvolvimento de produtos da arquitetura global de *pickups* médias.

A questão seguinte, indagava a respeito de como a equipe da GMB atuou no desenvolvimento do projeto XYZBR, por se tratar de um projeto global. Em relação ao *design* do veículo, a GMB teve autonomia para criá-lo, utilizando como base as informações coletadas durante as clínicas com potenciais clientes dos diversos mercados que o veículo será destinado. Em relação ao desenvolvimento de componentes e sistemas pela engenharia de produtos da GMB, segundo Pedro Manuchakian, não existiram limitações técnicas para o desenvolvimento do projeto brasileiro exceto os itens de arquitetura. São considerados itens de arquitetura para a GMB: eixos dianteiro e traseiro, coluna de direção, *front end* (parte dianteira da estrutura da carroceria), sistema de freio, sistema de suspensão, assoalho, tanque de combustível, sistema de exaustão, estrutura dos bancos e alguns componentes elétricos.

Desta forma, o projeto XYZBR foi desenvolvido levando em consideração a base já desenvolvida pela GMDAT no projeto XYZCS.

Como a arquitetura global deve ser flexível o suficiente para atender aos requisitos de desempenho dos diversos mercados, foram adotadas soluções que permitissem a intercambiabilidade de peças, ou seja, substituindo-se alguns componentes ou adicionando-se outros é possível fazer com que um veículo atenda desde os requisitos estruturais menos rigorosos até solicitações mais severas. Esta busca pela flexibilidade da arquitetura é justificada pela necessidade de não penalizar os veículos projetados para países menos severos com adição de massa e custo aos componentes devido ao maior dimensionamento dos mesmos ou, considerando-se a situação oposta, para não penalizar o desempenho de um componente caso a arquitetura seja baseada em um veículo projetado para países com requisitos de desempenho menos rigorosos.

Já em relação aos componentes que não fazem parte da arquitetura, a GMB teve total autonomia para desenvolvê-los. Porém, respeitando as melhores práticas de desenvolvimento de componentes e de manufatura definidas globalmente, de forma que os conceitos dos componentes e formas de montagem garantam a facilidade de montagem e melhor desempenho independente de onde o veículo seja produzido. Este fato contradiz o **Pressuposto** 3 deste trabalho, que cita que *o desenvolvimento de arquiteturas globais pode dificultar a inovação em produtos pelas subsidiárias, visto que o desenvolvimento de um projeto com base em uma arquitetura existente pode limitar as modificações que poderiam ser feitas para otimizar, por exemplo, a massa e custo*. Ou seja, o fato de se utilizar uma arquitetura global não impede que a GMB tenha autonomia para o desenvolvimento de componentes e, além disso, cria o desafio de criar um veículo com base em uma arquitetura definida e criar soluções que possam reduzir massa e custo desta arquitetura, como por exemplo, a aplicação de reforços adicionais e modulares em um assoalho que atenda aos requisito de desempenho menos rigorosos, para que seja validada em um país com requisitos mais severos. Com isso, a arquitetura pode-se tornar mais flexível para atender diversos requisitos de desempenho, por exemplo.

A terceira questão sobre como são desenvolvidos os componentes cuja arquitetura é global, pode ser respondida com base na classificação de componentes apresentada na seção 5.5.8: a) componentes de arquitetura; b) componentes globais e c) componentes novos e específicos do projeto.

O nível de desenvolvimento requerido depende do tipo de componente, ou seja, se o componente é considerado parte de arquitetura, o mesmo não é desenvolvido no projeto XYZBR, visto que o desenvolvimento e validação ocorrem através do projeto XYZCS. Componentes de arquitetura podem representar de 60% a 70% do total de componentes de um veículo. Desta forma, os componentes de arquitetura utilizados no projeto XYZBR são exatamente os mesmos desenvolvidos para o projeto líder. Caso o componente seja considerado componente global, tanto o projeto XYZBR quanto o XYZCS apenas usam o que já está desenvolvido. Estes componentes são considerados "itens de prateleira", ou seja, são disponibilizados para serem usados por qualquer projeto de qualquer arquitetura. Já os componentes novos ou específicos de projeto são os que necessitam da realização de desenvolvimento e validação completos, por se tratarem de componentes dependentes do *design* e dimensões do veículo, ou seja, raramente, um componente deste tipo pode ser utilizado por outro projeto, a não ser que não possuam mesmo design.

Da mesma forma como acontece em diversos projetos que envolvem times multidisciplinares, os conflitos entre departamentos eram comuns durante o desenvolvimento de conceitos de componentes, *design* do veículo e definição de *packaging* ou *design space*, devido à busca de cada departamento ou grupo na otimização do desempenho da sua área de competência. Para lidar com estes conflitos, haviam fóruns específicos para tomadas de decisões e solução de impasses, dependendo do nível de abrangência de departamentos envolvidos. Caso o impasse não pudesse ser resolvido durante os fóruns de integração de compartimentos ou PDT (*Product Development Team*) *Meetings* – reuniões específicas para discussão sobre desenvolvimento de componentes ou sistemas específicos – os assuntos passavam por um processo de escalação, ou seja, os níveis de discussão subiam hierarquicamente (engenheiros, gerentes, diretores) até chegar ao *Chief Engineer*, que tomava a decisão balanceando os prós e contras de cada solução proposta em busca do melhor resultado para o projeto, em termos de desempenho, redução de massa ou custo.

A quarta questão se refere às vantagens e benefícios trazidos pelo programa XYZBR à engenharia de produtos da GMB. Entre os benefícios trazidos por este programa, pode-se citar:

Para a GMB:

· Aumento da capacitação de desenvolvimento de produtos da subsidiária, devido a necessidade de considerar outros requisitos de desempenho e legais, além dos comumente considerados para o mercado local;

· Aquisição de novas tecnologias aplicadas aos produtos brasileiros, com base nas melhores práticas globais; e maior integração da equipe brasileira com as engenharias da corporação GM;

· Exercício da criatividade da GMB.

Para a corporação GM:

· Eliminação de desenvolvimento duplicados de um mesmo veículo para atenderem a mercados diferentes.

· Padronização de processos de produção em todas a plantas da GM espalhadas pelo mundo, possibilitando que um veículo baseado em arquitetura global possa ser montado em qualquer planta da GM no mundo;

· Padronização de conceitos de componentes e interfaces;

· Maior poder de barganha nos processos de sourcing de componentes, visto que os mesmo são mais padronizados e portanto, podem ter fornecedores globais.

Vale destacar que o fato de se desenvolver o projeto XYZBR com base em uma arquitetura global, cujo desenvolvimento está sendo feito através do projeto líder, XYZCS, possibilita que o programa XYZBR adote ações semelhantes às aplicadas ao projeto XYZCS para solução de problemas que só puderam ser detectados durante a validação dos protótipos físicos. Assim, é possível aplicar as modificações necessárias antes mesmo de se ter os ferramentais construídos. Além disso, a GMB está partindo de uma arquitetura em que muitos componentes já foram validados e considera o atendimento aos requisitos legais, de desempenho e de mercado de diversos países. Isso traz vantagens de redução de custos em validação e desenvolvimento e economia de tempo, visto que problemas podem ser detectados e sanados com base na experiência vivenciada pela subsidiária sul-coreana, confirmando o **Pressuposto 4**, que diz que "*o desenvolvimento de veículos baseados em arquiteturas globais pode trazer vantagens em relação ao custo e tempo de desenvolvimento quando se considera o atendimento de requisitos de diversos mercados durante a conceituação da arquitetura*". Isso é possível através da realização de reuniões semanais, através de *conference calls*, entre a engenharia de produtos do projeto líder e a engenharia de produtos da GMB. Esta comunicação é facilitada através do contato estabelecido durante os fóruns globais, ao se tratar do nível de componentes ou através de reuniões (tele-conferências)

globais que ocorrem semanalmente nos diversos níveis de hierarquia do projeto. Esta constatação contradiz o **Pressuposto 1** deste trabalho, que afirmava que *a comunicação entre subsidiárias pode não ser eficaz, o que ocasiona a duplicidade de investigações de certos problemas e repetição de erros durante o desenvolvimento de produtos* e também o **Pressuposto 2** que diz que *a interação com as subsidiárias localizadas em países diferentes apenas por telefone e e-mail pode dificultar a integração no desenvolvimento de projetos globais* é refutado. A diferença de cultura, idioma e fuso horário existente entre Coréia do Sul e Brasil pode dificultar a comunicação, porém, não se trata de um fator limitante no desenvolvimento do projeto. Considerando que geograficamente o Brasil e a Coréia do Sul ficam em lados totalmente opostos do planeta, as reuniões eram realizadas com o time global, geralmente, no começo da manhã no Brasil e fim de tarde na Coréia do Sul e, além disso, a infra-estrutura disponível em tecnologia de informação (TI) possibilita a realização de tele-conferências com o compartilhamento de imagens em tempo real. Nas conferências globais realizadas na GM, é possível discutir e visualizar cada componente e interfaces de um veículo de forma virtual através de um software tipo CAD (*Computer Aided Design*).

Desta forma, pode-se concluir que o atual cenário econômico mundial, com o crescimento e destaque dos países emergentes, acabou trazendo o foco da corporação GM, como também de outras grandes montadoras, para países como Brasil, Índia, China e Rússia e consequentemente, a necessidade de novos projetos. Com isso, a engenharia de produtos da GMB se beneficia com o fato de se tornar parte de uma estratégia global da GM através do reconhecimento de sua capacitação no desenvolvimento de produtos globais.

Uma estratégia de sucesso no desenvolvimento de um veículo não se baseia mais apenas na tecnologia disponível ou dominada por uma montadora. Em um momento em que o crescimento da economia não está mais centrado apenas em países desenvolvidos e com a importância cada vez maior dos países emergentes, a estratégia deve considerar o desenvolvimento de veículos para diversos mercados, atendendo aos seus requisitos específicos sem a necessidade de se desenvolver projetos específicos isoladamente. Isso é possível através do desenvolvimento de arquiteturas globais e flexíveis e através da integração de uma engenharia de produtos global. Além da vantagem no desenvolvimento de um projeto devido à possibilidade de validar a arquitetura a fim de atender diversos projetos, há a vantagem gerada pela economia de escala durante a produção do veículo.

Outras questões importantes podem ser levantadas para o melhor entendimento do desenvolvimento de produtos globais e podem ser assunto para novos projetos de pesquisa.

Uma delas é a relação com fornecedores devido ao fato de que o *know-how* do fornecedor, bem como a distribuição de suas plantas são fatores a serem considerados durante o processo de seleção de fornecedores. Ao contrário do que se praticava anteriormente, quando se projetava veículos apenas para o mercado local. O cenário atual exige que, além do preço competitivo, o fornecedor tenha capacidade técnica para suportar o desenvolvimento do veículo e produção em diversas plantas da montadora espalhadas pelo mundo, além de capacidade produtiva para atender a um volume global.

REFERÊNCIAS

ALVES, Leandro. Sandero, o Renault global lançado primeiro no Brasil. **Auto Data**, Florianópolis, 26 nov. 2007. Disponível em: < http://www.autodata.com.br/modules/lancamentos .php?recid=181>. Acesso em: 7 mar. 2010.

AMATUCCI, Marcos; BERNARDES, Roberto C. O novo papel das subsidiárias de países emergentes na inovação em empresas multinacionais – O caso da General Motors do Brasil. **Revista Administração e Inovação,** v. 4, n. 3,

AMATUCCI, Marcos; BERNARDES, Roberto C. Impacto do desenvolvimento de produtos sobre a estratégia da subsidiária: dois casos no setor automotivo brasileiro. **Revista P&D em Engenharia de Produção,** São Paulo, v. 4, n.3 p. 05-16, 2007.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira – 2009.** São Paulo, 2009.

BADIN, Neiva Terezinha; NOVAES, Antônio Galvão; DUTRA, Nadja Glheuca S. Integração da cadeia de suprimentos na indústria automobilística. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0112_1059.pdf >. Acesso em: 4 out. 2009.

SAMAHÁ, Fabricio. Consagração Popular. **Best Cars Web Site**, 24ago. 2002. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/bestcars/classicos/corsa-1.htm>

BOEHE, Dirk Michael. **Desenvolvimento de produto em subsidiárias de empresas multinacionais no Brasil:** papéis estratégicos e suas bases organizacionais e econômicas. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BROWN, Susan. An analysis of the top global automotive manufacturing platforms Management briefing: review of the global platforms. **Just – Auto,** Bromsgrove: p. 1-8, jul. 2006. Disponível em: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1077549691&sid=5&Fmt= 4&clientId=18110& RQT=309&VName=PQD>. Acesso em: 27 mai. 2008.

CAETANO, Jose Roberto. 800 milhões de novos consumidores. **Portal EXAME,** p. 1, 27 jun. 2006. Disponível em: <http://portalexame.abril.uol.com.br/revista/exame/edicoes/0873/ negocios/ m0084353.html>. Acesso em: 12 mai. 2008.

CAMACHO, Karen. Apenas países do BRIC escapam da queda na venda de veículos; veja ranking. **Folha Online**. 4 fev. 2009. Disponível em: < http://www1.folha.uol.com.br/ folha/dinheiro/ult91u498837.shtml >. Acesso em: 25 mai. 2009.

CAMELO, Sandra Barbosa. **Governança corporativa, processo sucessório e estratégia competitiva: associações com o desempenho em grandes empresas no Brasil.** 2007. 150f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade Boa Viagem, Recife, 2007. Disponível em: < http://www.fbv.br/dissertacoes/SANDRA.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2009.

CARVALHO, Enéas Gonçalves de. Globalização e estratégias competitivas na Indústria Automobilística: uma abordagem a partir das principais montadoras instaladas no Brasil. **Revista Gestão e Produção,** jan./abr.2005, 1 ed, p. 121 – 133.

CLARK, Kim B.; FUJIMOTO, Takahiro. **Product development performance:strategy, organization and management in the world auto industry,** Boston : Harvard Business School Press, 1991.

CONSONI, Flavia Luciane. Relatório Setorial – Final – Setor: Automóveis. **FINEP**, p.16-18, 24 mar. 2004a.

CONSONI, Flávia Luciane. **Da tropicalização ao projeto de veículos: um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil.** 2004b. 267f. Tese (Doutorado em política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO – CGU. **Convenção da OCDE.** Disponível em: < http://www.cgu.gov.br/ocde/sobre/index.asp >. Acesso em: 26 mai. 2009.

CORRÊA, Cynthia Cândida; SILVA, Juvancir da. Cadeia produtiva: estruturas de governança. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. Disponível em: < http://www.abepro. org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR530358_ 7336.pdf >. Acesso em: 22 ago. 2009.

CRUZ, Renato. Brasil vai projetar picapes médias da GM para o mundo. **Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 maio 2006. Disponível em: <http://www.estado.com.br/editorias/2006/ 05/25/eco-1.93.4.20060525.28.1.xml>. Acesso em: 30 mai. 2008.

DALL'AGNOL, Roberto. **Desenvolvimento de novos produtos através do gerenciamento simultâneo de projetos (GSP)**: um estudo de caso na indústria de máquinas agrícolas. 2001. Dissertação (Pós-graduação em Administração de Empresas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ERNST, Dieter; KIM, Linsu (2001). Global production networks, knowledge diffusion and local capability formation. **Research Policy**, n.31, p. 1417 – 1429, 2002.

FAGUNDES, Álvaro. Países emergentes puxam venda global de carros. **Folha Online.** 6 jan. 2010. Disponível em: <http://tools.folha.com.br/print?site=emcimadahora&url= http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u675178.shtml>. Acesso em: 11 jan. 2010.

FARHAT, Dario Abrahão. et. al. Estratégia de internacionalização da JBS. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA Executivo Internacional) – Fundação Instituto de Administração, São Paulo, 2008.

FARINA, Elizabeth M.M.Q; AZEVEDO, Paulo F.; SAES, Maria S. M. Economia dos Custos de Transação. In:_____. **Competitividade: Mercado, Estado e Organizações,** São Paulo: Singular, 1997. Cap. 3, p. 71 – 111.

FERREIRA, Catia Silva. **Diretrizes para definição de estratégias para o desenvolvimento de veículos globais.** 2007. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: < http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/ferreira_catia.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2008

FERREIRA, Gabriela Cardoso; PADULA, Antonio Domingos. Gerenciamento de Cadeias de Suprimento: Novas Formas de Organização na Cadeia da Carne Bovina do Rio Grande do Sul**. Revista de Administração Contemporânea / Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, mai./ ago. 2002. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_399.pdf>. Acesso em: 22 ago.2008.

FLEURY, Afonso. Gerenciamento do Desenvolvimento de Produtos na Economia Globalizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1999. P. 1-7. Disponível em: < http://www.dep.ufmg.br/disciplinas/epd034/artigo1.pdf >. Acesso em: 10 mai. 2008.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópio da indústria brasileira**, São Paulo : Atlas, 2000.

FRANCO, Camila. O estado da arte. **PANORAMA,** São Paulo, n. 9, set. 2009.

FUSCO, José P. A.; BUOSI, Gressiqueli, R. C.; RUBIATO, Rosangela C. Modelo de redes simultâneas para avaliação competitiva de redes de empresas. **Gestão & Produção** [online].

v. 12, n. 2, p. 151-163, mai.-ago. 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/gp/v12n2/26085.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2009.

G1. Honda apresenta compacto para mercados 'emergentes' na Índia. São Paulo, 5 jan. 2010. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1435750-9658,00.html>. Acesso em: 7 mar. 2010.

GANESHAN, Ram.; HARRISON, Terry .P. An introduction to Supply Chain Management. Department of Management Science and Information Systems. Penn State University, 1995.

GASSMANN, Oliver; VON ZEDWITZ, Maximilian. Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing R&D. **Research Policy,** Amsterdam, v. 31, n. 4, p. 509-588, 2002.

GERYBAZE, Alexander; REGER, Guido. Globalization of R & D: Recent Changes in the Management of Innovation in Transnational Corporations. Discussão de Paper. **International Management and Innovation**, Stuttgart, 1997.

GHODSYPOUR, S.H.; O'BRIEN, C. The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. **International Journal of Production Economics**, 2001. p. 15-27.

GIL, Antônio Carlos. Como delinear uma pesquisa bibliográfica. In:_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Cap. 5, p. 59-85.

GOEDERT, Adriano. R. **Redes de Inovação Tecnológica para Pequenas e Médias Empresas:** Um estudo exploratório para o setor apícola catarinense. 1999. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: < http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/969.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2008.

GONÇALVES, Reinaldo. Internacionalização da produção: uma visão abrangente. In:_____ **Empresas Transnacionais e Internacionalização da Produção,** Petrópolis: Vozes, 1992. cap. 4, p. 8-109.

GONÇALVES, Reinaldo. A empresa transnacional. In: HASENCLEVER, L. e KUPFER, D. (Orgs.). **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil.** Rio de Janeiro: Campus, 2002 - 3ª Tiragem, p.389-411.

GREEN CAR CONGRESS. GM to invest $500M in Argentina and Brazil to develop new generation of small vehicles. **Green Car Congress,** 31 maio 2007. Disponível em: < http://www.greencarcongress.com/ 2007/07/gm-to-invest-50.html>. Acesso em: 31 mai. 2008.

GUEDES, Ana L.; FARIA, Alexandre. Globalização e Investimento Direto Estrangeiro: um estudo exploratório da Indústria Automotiva Brasileira. Revista Sociologia Política, Curitiba, 2002.

HELRIGHEL, Paulo R.; HIGA, Daniel F. Avaliação e seleção de fornecedores no setor automotivo de Curitiba: o caso da Cartrom Embalagens S.A. **InterSaberes Revista Científica**, Curitiba, n.3, jan./jun. 2007. Disponível em: < http://intersaberes.grupouninter.com.br/3/arquivos/ 3.pdf >. Acesso em 4 out., 2009.

HUMPHREY, John; SCHMITZ. A governança em cadeias globais de valor. 2001. Disponível em: < http://www.nead.org.br/index.php?acao=biblioteca&publicacaoID=223 >. Acesso em: 30 ago. 2009.

HUMPHREY, John; SCHMITZ, Hubert. Developing country firms in the world economy: governance and upgrading in global value chains. INEF Report – Institut für Entwicklung und Frieden der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. 2002. Disponível em: <https://inef.uni-due.de/page/documents/report61.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2009.

HUNG, Ngan W. Planejamento estratégico nas montadoras. In: LEITE, H.A.R (Org.). **Gestão de Projeto do Produto –** A excelência da indústria automotiva. São Paulo : Atlas, 2007a. cap. 4, p. 49-67.

HUNG, Ngan W. Planejamento do Produto. In: LEITE, H.A.R (Org.). **Gestão de Projeto do Produto –** A excelência da indústria automotiva. São Paulo : Atlas, 2007b. cap. 4, p. 71-84.

IBIAS, Marcus V. Global Sourcing e Follow Sourcing: Estratégia competitiva através de fornecedores globais e locais. CRA – Conselho Regional de Administração, 2007. Disponível em: <http://www.craweb.org.br/artigos/logistica/artigos/marcos_vinicios_ibias/global.asp>. Acesso em: 24 ago. 2008.

INDUSTRY WEEK. Auto Manufacturing Shifting to "Emerging Nations", **Industry Week**, p. 1-2, 1 abr. 2008. Disponível em: <http://www.industryweek.com/PrintArticle.aspx ?ArticleID=16064>. Acesso em: 4 mai. 2008.

KLEINERT, Jörn. Trade, Internationalization of Production, and the Role of Intermediate Goods. The Kiel Institute of World Economics, Kiel, 2002. Disponível em: <http://www.ifw-members.ifw-kiel.de/publications/trade-and-the-internationalization-of-production/kap1104.pdf>. Acesso em: 10.ago.2008

KON, Anita. **Economia Industrial**. São Paulo: Nobel, 1994.

LEITE, Heymann A. R., CALOI, Giuliano. A evolução do desenvolvimento do produto no Brasil. In: LEITE, H.A.R (Org.). **Gestão de Projeto do Produto –** A excelência da indústria automotiva. São Paulo : Atlas, 2007. cap. 1, p. 9-14.

LEITE, Marcia P. Trabalho e sociedade em trasformação. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 2, n. 4, p. 66 - 87, jul.-dez. 2000. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/soc/n4/socn4a04.pdf >. Acesso em: 27 jun. 2010.

LONGATO, Mário Eugênio. **A interferência nos processos de desenvolvimento e fabricação de veículos em uma montadora, causada pelo atendimento aos frotistas** – Aplicação do modelo de redes simultâneas. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.mgr.com.br/Mestrado.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2009.

MADHOK, Anoop. Cost, value and foreign market entry mode: the transaction and the firm. **Strategic Management Journal**, v. 18, p. 39-61, 1997.

MAIA, Jonas L.; CERRA, Aline L..; ALVES FILHO, Alceu G. Inter-relações entre Estratégia de Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estudos de Caso no Segmento de Motores para Automóveis, **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p. 377-391, set. / dez. 2005. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos , Grupo de Estudos sobre a Indústria Automobilística. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v12n3/28026.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2008.

MANUCHAKIAN, Pedro. **Apresentação FEI - 25Oct07 – Final.pps.** A engenharia global da GM. São Bernardo do Campo, 2007. Disponível em: <C:\FEI\Mestrado\GM>. Acesso em: 11 fev. 2010.

MARINHO, Bernadete.; AMATO NETO, João. Gestão da cadeia de fornecedores e acordos de parcerias. In: AMATO NETO, J. (Org.). **Manufatura – Classe Mundial: Conceitos, Estratégias e Aplicações**. São Paulo : Atlas, 2001.

MARTINHO, Cassio. Algumas palavras sobre rede. In: SILVEIRA, C.M.; REIS, L.C. (Org.). **Desenvolvimento Local, Dinâmicas e Estratégias.** Rio de Janeiro: Rede DLIS; RITS, 2001, p.24-30.

McCORD, Kent Richard; EPPINGER, Steven D. **Managing the integration problem in Concurrent Engineering**. 1993. Dissertação (Master of Science Engineering) –

Massachussets Institute of Technology, Massachussets, 1993. Disponível em: < http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/2484 >. Acesso em: 10 mai. 2009.

MOORI, Roberto G.; ZILBER, Moisés A. Um estudo da cadeia de valores com a utilização da análise fatorial. **Revista de Administração Contemporânea / Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, jul./ set. 2003. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_332.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2008.

MOURA, PAULO G.A.S. **O processo de internacionalização do desenvolvimento de produtos em empresas multinacionais brasileiras**. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-23072007-085606/>. Acesso em: 26 jun. 2010.

MUNDIM, Ana Paula Freitas et al. Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional. **Gestão & Produção,** v. 9, n. 1, p. 1-16, abr. 2002. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n1/a02v9n1.pdf >. Acesso em: 10 mai. 2009.

MURTA, Márcio. Ford lançará C-Max de produção em Genebra. **Carro Online,** 20 fev. 2010. Disponível em: < http://www.carroonline.net/index.asp?codc=4792>. Acesso em: 02 mar. 2010.

NEFF, John. GM releases global Sales number for 2007, in dead heat with Toyota. **Autoblog**, 23 jan. 2008. Disponível em: <http://www.autoblog.com/2008/01/23/gm-releases-global-sales-numbers-for-2007-in-dead-heat-with-toy/>. Acesso em: 31 mai. 2008.

OLIVEIRA, Guilherme. Os melhores entre os melhores. **PANORAMA,** São Paulo, n. 4, abr. 2008.

OLMOS, Marli. Engenharia automotiva instalada no Brasil tem competência para participar do desenvolvimento de novos carros mundiais**. Valor Econômico,** p.1-2 6 maio 2005. Disponível em: < http://www.inovacao.unicamp.br/report/le-carroglobal.shtml>. Acesso em: 10 mai. 2008.

PAIVA, Ely L.; HEXSEL, Astor E. Contribuição da Gestão de Operações para a Internacionalização da Empresa. **Revista de Administração Contemporânea / Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, out./ dez. 2005. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/rac/vol_09/dwn/rac-v9-n4-elp.zip>. Acesso em: 22 ago.2008.

PEREZ, Gabriela. A conquista da maioridade. **PANORAMA,** São Paulo, n. 9, set. 2009.

PIRES, Silvio. Gestão da cadeia de suprimentos e suas implicações no planejamento e controle da produção. In: AMATO NETO, J. (Org.). **Manufatura – Classe Mundial: Conceitos, Estratégias e Aplicações**. São Paulo : Atlas, 2001.

PORTAL CHEVROLET. **Sobre a GM.** Disponível em: <http://www.chevrolet.com.br/action/ sessionAction?func=Static&cntry_cd=BR&lang_cd=pt&website_cd=GBPBR&section=SobreAGM&subSection=MaquinaDoTempo>. Acesso em: 26 jul. 2009.

PORTAL CHEVROLET. **Revelada a primeira imagem do novo Chevrolet Agile.** Disponível em: < http://www3.chevrolet.com.br/news/20090821_880.htm>. Acesso em: 4 out. 2009.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Chevy 500**. Disponível em: < http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/chevy-500/>. Acesso em: 11 abr. 2010.

PRICEWATERHOUSE COOPERS. BRIC to Account for 40% of Auto Sector Assembly Growth. Pricewaterhouse Coopers, 2006. Disponível em: <http://www.pwc.com extweb/ncpressrelease.nsf/docid/ E6840EEEFB69 F4CC802571EF004D6467>. Acesso em: 12 mai. 2008.

PYKE, David. Strategies for Global Sourcing. **The Financial Times**. Hanover, 1998. Parte 4 do Mastering Global Business, p. 2-4. Disponível em: <http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/ faculty/dave.pyke/case_studies/ft.pdf>. Acesso em: 24 ago.2008.

QUINTÃO, Rubia A. C. **Coordenação e aperfeiçoamento tecnológico na cadeia automotiva brasileira:** reflexos para as pequenas e médias empresas produtoras de autopeças. 2003. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: < http://libdigi.unicamp.br/document/ ?code=vtls000289888>. Acesso em: 22 ago. 2009.

REZENDE, Sergio. F. L. Internationalization processes: an analytical framework, **Revista de Administração Contemporânea**, v. 7, n. 2, p.137-156, abr/jun. 2003.

RODRIGUEZ, Henrique. Nissan está interessada em carro barato para os EUA. **Motorpasion,** 14 jan. 2010. Disponível em: < http://www.motorpasion.com.br/tag/nissan-micra/>. Acesso em 2 mar. 2010.

SACOMANO NETO, Mario; IEMMA, Antônio Francisco. Estratégias e arranjos produtivos da indústria automobilística nos mercados emergentes: o caso brasileiro. **Revista Eletrônica do Curso de Administração da UNIMEP,** Piracicaba, v. 2, n. 3, p. 1-12, set./dez. 2004. Disponível em: < http://www.unimep.br/fgn/ppgma/revistaadm/documents/pROF_MARIOEiEMMA2004.pdf>. Acesso em: 10 mai 2008.

SCATOLLINI, Viviane et al. **Fatores de sucesso no processo de internacionalização de empresas latino-americanas:** uma análise baseada no modelo da cadeia de valor. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA Executivo Internacional) – Fundação Instituto de Administração, São Paulo, 2008. Disponível em: <>. Acesso em:

SOBEK II, Duward K., WARD, Allen C. LIKER, Jeffrey K. Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering. **Sloan Management Review**, p. 67 – 83, 1999. Disponível em: < http://6sigma.mty.itesm.mx/Toyotas.pdf >. Acesso em: 10 mai. 2009.

SOUZA, José Paulo de. PEREIRA, Laércio Barbosa. Conceitos de Governança e Coordenação: Importância no Estudo de Cadeias Produtivas. **Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural***,* 43., 2005, Ribeirão Preto. Disponível em: < http://www.sober.org.br/palestra/2/920.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2009.

SOUZA, Valdir Pinto. **Gestão de Projetos de Desenvolvimento de Autopeças.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

STURGEON, Timothy J. et al. Globalisation of automotive industry: main features and trends. **International of Journal Technological Leraning, Innovation and development**, p. 7 -24, 2009.

TAGUCHI, Genichi; DON, Clausing. Robust Quality. **Harvard Business Review.** P. 65-75, jan./fev. 1990.

VISCONTI, Gabriel Rangel. Arranjos Cooperativos e o Novo Paradigma Tecnoeconômico. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 16, p. 317-344, dez. 2001. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev1610.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2009.

WEBER, Michael F. GM's evolving Epsilon midsize car platform. In: 2005 SAE WORLD CONGRESS, 2005. Detroit. **SAE Technical Paper Series…** Warrendale: SAE Global Mobility Database, 2005.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução: Daniel Grassi. 3. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A – Roteiro para entrevista com o Vice-presidente da Eng de Produtos da GM *South America*

Entrevistado: Data:

Definição do Projeto:

1. Qual a importância da Engenharia de Produtos na GMB em relação ao grupo mundial da GM?
2. O projeto XYZBR é o primeiro projeto global desenvolvido pela GMB?
3. Como é definido um novo projeto em termos de tipo de produto e mercados?
4. Qual é a definição de plataforma para a GM?
5. Quais os motivos de escolher a arquitetura XYZ como base de desenvolvimento do projeto XYZ?

Escolha da GMB para o desenvolvimento do projeto:

6. Considerando que a GMB foi designada como Centro de Desenvolvimento Global de *pickups*, quais foram os motivos que levaram a corporação escolher a Engenharia de Desenvolvimento de Produtos da GMB como responsável por este projeto?
7. Existem limitações técnicas impostas para o desenvolvimento deste projeto? Quais são?
8. Existe algum controle, em termos de desenvolvimento técnico, exercido pelo Centro de Desenvolvimento da GM líder neste segmento?

Equipe de projeto:

9. Como é dividida a engenharia de produtos para a execução deste projeto em termos de grupos de componentes a serem desenvolvidos?
10. Existe uma hierarquia existente dentro da equipe que está desenvolvendo este projeto? Qual é?

APÊNDICE B – Roteiro para entrevista com o *Vehicle Chief Engineer* regional

Entrevistado: Data:

Definição do Projeto:

1. Qual a importância da Engenharia de Produtos na GMB em relação ao grupo mundial da GM?
2. O projeto XYZBR é o primeiro projeto global desenvolvido pela GMB?
3. Como é definido um novo projeto em termos de tipo de produto e mercados?
4. Qual é a definição de plataforma para a GM?
5. Qual é a definição de arquitetura para a GM?
6. Quais os motivos de escolher a arquitetura XYZ como base de desenvolvimento do projeto XYZBR?
7. Qual a diferença entre o XYZCS e o XYZBR?
8. Por que desenvolver o XYZBR se a GMDAT já estava trabalhando no XYZCS?
9. Qual a importância deste projeto para a GMB?
10. Qual a importância deste projeto para a Corporação GM?
11. Qual a diferença entre o desenvolvimento deste projeto e o projeto Meriva, Agile e H3T?

Escolha da GMB para o desenvolvimento do projeto:

12. Considerando que a GMB foi designada como Centro de Desenvolvimento Global de *pickups*, quais foram os motivos que levaram a corporação escolher a Engenharia de Desenvolvimento de Produtos da GMB como responsável por este projeto, que se trata de um veículo pequeno, cujo ADT é a GMDAT?
13. Existem limitações técnicas impostas para o desenvolvimento deste projeto? Quais são?
14. Existe algum controle, em termos de desenvolvimento técnico, exercido pelo Centro de Desenvolvimento da GM líder neste segmento?

15. Pode-se considerar que a GMB é uma prestadora de serviços para a GMDAT no desenvolvimento deste projeto?

Equipe de projeto:

16. Existe uma hierarquia global e local dentro da equipe de engenharia que está desenvolvendo este projeto? Qual é?
17. Qual a função do *Chief Engineer*?
18. Qual a função do *Vehicle Subsystem Engineer*?
19. Quem define as especificações de desempenho dos componentes desenvolvidos pela GMB?
20. Existe total autonomia para a Engenharia de Produtos da GMB desenvolver os componentes que não fazem parte da arquitetura?
21. Qual a interação existente entre a Engenharia de Produtos da GMB e o Centro de Desenvolvimento Global líder nesta arquitetura?
22. Considerando defasagem existente em relação ao cronograma de desenvolvimento entre os projetos líder e XYZBR, quais as vantagens e limitações de se ter um projeto que está a frente (em termos de tempo) no desenvolvimento?
23. Existe o desenvolvimento com o conceito de Engenharia Simultânea, ou seja, envolvimento da Engenharia de Produtos, Manufatura, Qualidade e Fornecedores ao mesmo tempo no desenvolvimento de conceitos e soluções dos componentes do veículo?
24. Como são resolvidos os conflitos existentes entre os departamentos da engenharia de produtos (carrocerias, interiores, chassis, elétrica, HVAC e *powertrain*)?
25. Como são resolvidos os conflitos existentes entre os departamentos da engenharia e o estúdio de *design* ou outros departamentos?
26. Como é feita a interação entre o Centro de Desenvolvimento Global responsável por esta arquitetura e a Engenharia de Produtos da GMB?
27. A Engenharia de Produtos da GMB tem a capacidade de realizar modificações que possam afetar itens de arquitetura? Quais os *trade-offs*?
28. O fato de se seguir uma arquitetura global limita aplicações de soluções que visem redução de massa ou custo no projeto XYZBR?

29. Em sua opinião, quais as vantagens de se desenvolver um produto de arquitetura global?
30. Em sua opinião, quais as desvantagens de se desenvolver um produto de arquitetura global?

Seleção e interação com Fornecedores

31. Qual o tipo de seleção de fornecedores está sendo usado neste projeto? É dependente do Centro de Desenvolvimento Global? Usa-se fornecedores locais e/ou globais?
32. Quais as dificuldades de se trabalhar com fornecedores situados em outros países?

APÊNDICE C – Roteiro para entrevista com os *Vehicle Subsystems Engineers*

Entrevistado: Data:

Área:

Definição do Projeto:

1. Quais são os itens no seu departamento que são considerados itens de arquitetura?
2. Existem limitações técnicas impostas para o desenvolvimento deste projeto? Quais são?
3. Existe algum controle, em termos de desenvolvimento técnico, exercido pelo Centro de Desenvolvimento da GM líder neste segmento?

Equipe de projeto:

4. Como é dividido o departamento para a execução deste projeto em termos de grupos de componentes a serem desenvolvidos?
5. Qual a função do *Vehicle Subsystem Engineer*?
6. Existe influência e/ou controle do Centro de Desenvolvimento Global na definição do Design deste veículo?
7. Existe influência e/ou controle do Centro de Desenvolvimento Global na definição técnica dos componentes deste veículo?
8. Todos os componentes desenvolvidos pela Engenharia de Produtos da GMB?
9. Como é feita a interação entre a equipe que está desenvolvendo o projeto líder e os engenheiros do seu departamento?
10. A comunicação entre a equipe de desenvolvimento do projeto líder e a equipe brasileira se dá de forma efetiva? Há troca de experiências na definição de conceitos e solução de problemas?

Desenvolvimento do Produto

11. Quem define as especificações de desempenho dos componentes desenvolvidos pela GMB?
12. Existe total autonomia para a Engenharia de Produtos da GMB desenvolver os componentes que não fazem parte da arquitetura?
13. Existe alguma limitação para a Engenharia de Produtos da GMB desenvolver os componentes que não fazem parte da arquitetura?
14. Qual a interação existente entre a Engenharia de Produtos da GMB e o Centro de Desenvolvimento Global líder nesta arquitetura?
15. Em relação à defasagem de cronograma entre os projetos líder e XYZBR, quais as vantagens de se ter um projeto que está a frente (em termos de tempo) no desenvolvimento?
16. Em relação à defasagem de cronograma entre os projetos líder e XYZBR, quais as limitações existentes de se ter um projeto que está à frente (em termos de tempo) no desenvolvimento?
17. Existem casos em que para aplicar uma solução técnica exclusiva ao projeto XYZBR foram necessários alterar itens que também são usados no projeto líder? Se sim, como é trabalhado esse assunto para a solução deste problema?
18. Existem casos em que o fato de se ter arquitetura compartilhada dificulta a aplicação de um conceito que poderia trazer benefícios em relação ao desempenho de um componente ou sistema, redução de massa e/ou de custo ao projeto XYZBR? Cite um exemplo.
19. Em sua opinião, quais são as vantagens de se trabalhar em arquiteturas globais?
20. Em sua opinião, quais são as desvantagens de se trabalhar em arquiteturas globais?

Seleção e interação com Fornecedores

21. Qual o tipo de seleção de fornecedores está sendo usado neste projeto? É dependente do Centro de Desenvolvimento Global? Usa-se fornecedores locais e/ou globais?
22. Quais as dificuldades de se trabalhar com fornecedores situados em outros países?
23. Os compradores dos componentes de seu departamento estão localizados na GMB ou em outros países?

24. Existe alguma dificuldade em relação ao fato de se ter compradores localizados em outros países?
25. Os fornecedores de itens de arquitetura são os mesmos dos selecionados para o projeto líder?
26. Em seu departamento, existem casos em que o fornecedor é responsável pela definição do conceito e desenvolvimento do projeto de um componente? Cite um exemplo.
27. Quais as vantagens de se ter o fornecedor desenvolvendo o projeto de um componente?