



**Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Letras
Departamento de Economia**



GEEIN – Grupo de Estudos em Economia Industrial
Rodovia Araraquara/Jaú km 1 - CEP: 14.800-901
Araraquara-SP
Fone/Fax: (16) 3301-6272
E-mail: geein@fclar.unesp.br
<http://geein.fclar.unesp.br>

Mudança tecnológica e a descentralização da P&D no segmento das montadoras de automóveis

Aluno: Michael Tulio Ramos de França
Orientador: Prof. Dr. Enéas Gonçalves de Carvalho
Banca Examinadora: Prof. Dr. Sebastião N. R. Guedes

Araraquara, novembro de 2010

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e de todos, agradeço aos meus pais e meu irmão, que foram meus primeiros professores e que, sem seu apoio, provavelmente eu teria outra história.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Economia da UNESP por terem contribuído com a minha formação e, especialmente, ao professor e orientador Enéas Gonçalves de Carvalho, do qual aprendi muitas coisas, dentre elas, a que julgo mais importante: ponderação.

Gostaria de agradecer também aos meus amigos: Bruno Bidóia, Mariano Andrade e Vinicius Fornari, sobretudo, pela companhia.

Além destes e, não menos importante, um agradecimento especial a Carol C. Barbatti, principalmente, pelo seu carinho.

“Só sei que nada sei”
(Sócrates)

ÍNDICE

| | |
|--|-------------|
| ÍNDICE | IV |
| RELAÇÃO DAS SIGLAS UTILIZADAS..... | VIII |
| APRESENTAÇÃO | 1 |
| 1. INTRODUÇÃO | 2 |
| 2. BREVE REVISÃO DOS ESTUDOS SOBRE ATIVIDADES DE P&D | 3 |
| 2.1. ATIVIDADES INOVATIVAS DAS MNS | 4 |
| <i>Quadro 2.1.1 Uma Taxonomia da globalização da inovação.....</i> | <i>4</i> |
| 2.2. TENDÊNCIA GLOBAL DA P&D | 6 |
| <i>Quadro 2.2.1 Os determinantes da internacionalização da P&D.....</i> | <i>6</i> |
| <i>Quadro 2.2.2 Fatores afetando a concentração e a dispersão das atividades de P,D&E</i> | <i>8</i> |
| <i>Tabela 2.2.1 Estimativa do gasto de P&D e parcela do total mundial (por região/2002) ...</i> | <i>9</i> |
| <i>Tabela 2.2.2 Estimativa do peso e do crescimento em termos de P&D por categorias de países.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Tabela 2.2.3 Economias em Desenvolvimento, Sudeste Europeu e CIS; Distribuição da P&D, por região (por cento).....</i> | <i>10</i> |
| <i>Figura 2.2.1 Em direção a uma maior outsourcing da P&D empresarial</i> | <i>10</i> |
| 2.3. INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA | 11 |
| 2.3.1. GLOBALIZAÇÃO PRODUTIVA..... | 11 |
| <i>Figura 2.3.1-1: Atividades realizadas no exterior pelas montadoras de veículos, 2005</i> | <i>13</i> |
| 2.3.2. ATIVIDADES DE P&D AUTOMOBILÍSTICA..... | 14 |
| <i>Figura 2.3.2-1. Crescimento da P&D nos principais setores da área da OECD.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Figura 2.3.2-2 Gastos de P&D no setor automobilístico.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Quadro 2.3.2-1 Resumo das atividades inovativas no setor automobilístico</i> | <i>17</i> |
| <i>Quadro 2.3.2-2 Distribuição doméstica ideal dos componentes da P&D versus alocação externa.....</i> | <i>19</i> |
| 2.3.3. INTERNACIONALIZAÇÃO DA P&D AUTOMOBILÍSTICA..... | 20 |
| <i>Quadro 2.3.3-1 Offshoring e outsourcing: Algumas definições.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabela 2.3.3-1 Distribuição média do pessoal de P&D na indústria automobilística mundial</i> | <i>21</i> |
| <i>Quadro 2.3.3-2 Intensidade dos fatores que influenciam a localização das atividades de engenharia.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabela 2.3.3-2 Consumo Aparente de Autoveículos – Países e Regiões Seleccionadas</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabela 2.3.3-3 Produção de Veículos Leves (Automóveis e Comerciais Leves) – Contribuição ao Crescimento dos Principais Países e Regiões</i> | <i>24</i> |
| <i>Figura 2.3.3-1 Contribuição dos Principais Países Produtores ao Aumento da Produção de Veículos Leves (%) – 2000-07.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Figura 2.3.3-2 Taxa de salário para engenheiro automotivo, com experiência entre 5 e 10 anos por país/região.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Figura 2.3.3-2 Impacto da complexidade da tarefa na Outsourcing/Offshoring</i> | <i>27</i> |
| <i>Figura 2.3.3-3 Grau de internacionalização da P&D por Indústria da UNCTAD survey (%).....</i> | <i>27</i> |
| <i>Tabela 2.3.3-4 Grau de internacionalização da P&D por Indústria da UNCTAD survey (em por cento).....</i> | <i>28</i> |

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura 2.3.3-4 Gasto de P&D no exterior e sua parcela nos gastos de P&D realizado nos Estados Unidos, 2003</i> | 29 |
| <i>Figura 2.3.3-5 Gasto de P&D no exterior e sua parcela nos gastos de P&D realizado no Japão, 2003</i> | 29 |
| 3. ESTÁGIO DA INTERNACIONALIZAÇÃO DA P&D NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO | 30 |
| 3.1. ESTADOS UNIDOS | 30 |
| <i>Figura 3.1.1 Evolução do investimento dos Estados Unidos outward em P&D no setor automobilístico, 1994-2006</i> | 30 |
| <i>Tabela 3.1.1 Evolução da parcela do total gasto em P&D no setor automobilístico que é realizada no exterior (1989-2003)</i> | 31 |
| 3.2. CHINA | 31 |
| <i>Figura 3.2.1 Número de patentes automotivas relatada na China, 1985-1990</i> | 34 |
| <i>Tabelas 3.2.1 Dados da Indústria Automotiva Chinesa</i> | 35 |
| 4. BREVE REVISÃO SOBRE A MUDANÇA TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA | 35 |
| 4.1. PETRÓLEO | 35 |
| <i>Figura 4.1.1 Cotação do Barril de Petróleo: 1989-2010 (em dólares)</i> | 36 |
| <i>Figura 4.1.2 Consumo de Petróleo por regiões (milhares de barris por dia)</i> | 37 |
| <i>Tabela 4.1.1 Estimativa da Demanda Global de Powertrain</i> | 38 |
| <i>Tabela 4.1.2 Estimativas da duração das principais fontes de Energia</i> | 38 |
| 4.2. REGULAMENTAÇÕES AMBIENTAIS | 38 |
| 5. INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA | 39 |
| <i>Tabela 5.1 Composição Química dos gases emitidos</i> | 40 |
| <i>Tabela 5.2 Atividade de Patenteamento Automotivo em 2009</i> | 41 |
| <i>Figura 5.1. Estimativa da evolução por tipo de veículos no mercado norte-americano</i> | 42 |
| 5.1. VEÍCULOS MOVIDOS POR MOTORES ELÉTRICOS | 42 |
| 5.1.1. VEÍCULOS ELÉTRICOS TRADICIONAIS | 42 |
| 5.1.2. VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS | 44 |
| <i>Figura 5.1.2-1 Vendas de Híbridos nos Estados Unidos, 2000-2006</i> | 45 |
| <i>Figura 5.1.2-2 Vendas de Híbridos no Japão, 1996-2005</i> | 46 |
| 5.1.3. VEÍCULOS A CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL | 46 |
| <i>Figura 5.1.3-1 Fontes de produção do hidrogênio</i> | 48 |
| 5.2. COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS | 49 |
| 5.2.1. GÁS NATURAL VEICULAR (GNV) | 49 |
| <i>Tabela 5.2.1-1 Comparativo das vantagens econômicas no uso de GNV</i> | 50 |
| 5.2.2. ÁLCOOL (ETANOL) | 50 |
| <i>Figura 5.2.2-1 Produção brasileira de etanol, 1990-2008 (em milhares de litros)</i> | 51 |
| 5.2.3. SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL FLEX | 52 |
| <i>Figura 5.2.3-1 Produção de veículos leves por tipo de combustível, 2003-2008</i> | 53 |
| 5.2.4. BIODIESEL | 53 |
| 6. DOSSIÊS | 54 |
| 6.1. VOLKSWAGEN | 54 |
| 6.1.2. A EMPRESA NO MUNDO | 54 |
| <i>Tabela 6.1.2-1 Localização da produção de veículos da Volkswagen Group</i> | 55 |
| <i>Tabela 6.1.2-2 Vendas e receitas por mercado</i> | 55 |
| 6.1.3. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES TECNOLÓGICAS | 56 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabela 6.1.3-1 Gasto em P&D na divisão automotiva</i> | 56 |
| 6.2. GENERAL MOTORS | 58 |
| 6.2.1. A EMPRESA NO MUNDO | 58 |
| <i>Tabela 6.2.1-1 Vendas por mercado (milhares de veículos vendidos em 2007)</i> | 59 |
| <i>Tabela 6.2.1-2 GM market share</i> | 59 |
| 6.2.2. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES TECNOLÓGICAS | 59 |
| <i>Figura 6.2.1-1 Rede global de P&D da GM</i> | 60 |
| <i>Tabela 6.2.1-3 - Gasto em P&D na divisão automotiva</i> | 60 |
| <i>Tabela 6.2.1-4 Modelos econômicos da GM</i> | 61 |
| 6.3. FIAT | 62 |
| 6.3.1. A EMPRESA NO MUNDO | 62 |
| <i>Tabela 6.3.1-1 Dados gerais do Fiat Group</i> | 62 |
| <i>Tabela 6.3.1-2 Desempenho de vendas de veículos leves e veículos comerciais leves (unidades em milhares)</i> | 63 |
| 6.3.2. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES TECNOLÓGICAS | 63 |
| <i>Tabela 6.3.2-1 Gasto em P&D</i> | 64 |
| <i>Tabela 6.3.2-2 Centros de P&D</i> | 64 |
| 6.4. FORD | 66 |
| 6.4.1. A EMPRESA NO MUNDO | 66 |
| <i>Tabela 6.4.1-1 Volumes de unidades vendidas mundialmente por segmento automotivo (em milhares)</i> | 67 |
| 6.4.2. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES TECNOLÓGICAS | 67 |
| <i>Tabela 6.4.2-1 Gasto em P&D (em milhões de dólares)</i> | 67 |
| 6.5. TOYOTA | 69 |
| 6.5.1. A EMPRESA NO MUNDO | 69 |
| <i>Tabela 6.5.1-1 Produção e venda de veículos por região (em milhares de unidades)</i> | 69 |
| 6.5.2. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E ATIVIDADES TECNOLÓGICAS | 70 |
| <i>Tabela 6.5.2-1 Gasto em P&D</i> | 70 |
| <i>Tabela 6.5.2-2 Organização da P&D em 2008</i> | 71 |
| 7. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS MONTADORAS | 73 |
| <i>Figura 7.1 Participação das montadoras¹ no gasto total de P&D</i> | 73 |
| <i>Tabela 7.1 Intensidade da P&D¹</i> | 74 |
| 8. BRASIL | 74 |
| <i>Tabela 8.1 Dispêndios relacionados às atividades internas de P&D, segundo as atividades das indústrias de transformação –Brasil- 2000, 2003 e 2005 (US\$ milhões)</i> | 76 |
| <i>Figura 8.1 Pessoal ocupado em P&D e Pessoal de nível superior ocupado em P&D - Brasil</i> | 77 |
| <i>Tabela 8.2 Taxas de inovação na indústria e no setor automotivo brasileiro</i> | 78 |
| <i>Tabela 8.3 Taxa de inovação e esforço inovativo na indústria e no setor automotivo brasileiro</i> | 78 |
| <i>Tabela 8.4 Esforços Inovativos³ na indústria e no setor automotivo brasileiro</i> | 79 |
| <i>Quadro 8.1 Recursos humanos em P&D, infra-estrutura tecnológica, estratégias e competências em DP nas subsidiárias das montadoras no Brasil em 2003</i> | 80 |
| 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 83 |
| BIBLIOGRAFIA | 86 |
| ANEXOS | 90 |
| <i>Tabela A1. Gasto doméstico bruto de P&D(GERD) e P&D privada(BERD) 1991-2003, (milhões de dólares)</i> | 90 |

| | |
|---|-----|
| <i>Tabela A2. Gasto em P&D na indústria automobilística, (1989-2006)</i> | 91 |
| <i>Tabela A3. Números de pesquisadores na indústria automobilística 1989-2006, por países</i> | 92 |
| <i>Tabela A4. Investimento (Outward e Inward) em P&D no setor automobilístico, 1994-2006</i> | 93 |
| <i>Tabela A5. As 15 maiores empresas em termos de investimentos em P&D em 2007 (€ milhões)</i> | 94 |
| <i>Figura A6. Gasto em P&D sobre controle estrangeiro no setor privado em selecionados países da OECD, 1995 e 2005</i> | 95 |
| <i>Figura A7. Parcela das filiais sobre controle estrangeiro em total gasto de P&D privado, 1995 e 2005</i> | 95 |
| <i>Figura A8. Brasil: Investimento, Produção e Capacidade Produtiva¹ do Segmento de Autoveículos (1990-2007)</i> | 96 |
| <i>Figura A9. Taxas de vendas em mercados chaves, 1999-2005</i> | 96 |
| <i>Figura A10. Entregas para clientes por mercados da Volkswagen</i> | 97 |
| <i>Tabela A11. Plano de reestruturação operacional da General Motors</i> | 98 |
| <i>Tabela A12. FIAT: Gastos em Pesquisa e Desenvolvimento por setor</i> | 98 |
| <i>Figura A13. Veículos Híbridos Vendidos nos EUA (2000-2006)</i> | 99 |
| <i>Tabela A14. Atividade de Patenteamento Automotivo (2008-2009)</i> | 99 |
| <i>Tabela A15. Investimento em P&D</i> | 100 |

RELAÇÃO DAS SIGLAS UTILIZADAS

| | |
|----------|---|
| ◆ DP | Desenvolvimento de Produtos |
| ◆ IDE | Investimento Direto Estrangeiro |
| ◆ GM | General Motors |
| ◆ GMB | General Motors do Brasil |
| ◆ GMC | General Motors Corporation |
| ◆ OECD | Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| ◆ OMC | Organização Mundial do Comércio |
| ◆ MNs | Empresas Multinacionais |
| ◆ P,D&E | Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia |
| ◆ P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| ◆ PEDs | Países em Desenvolvimento |
| ◆ UNCTAD | Comissão da ONU para o Comércio e Desenvolvimento |

APRESENTAÇÃO

A presente monografia foi desenvolvida no âmbito do Grupo de Estudo em Economia Industrial (GEEIN) e devido a isso, primeiramente será apresentado uma breve descrição sobre o grupo e as atividades regularmente realizadas no interior deste.

O grupo iniciou suas atividades em 1991, nucleando no Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras (UNESP/CAR) um conjunto de atividades de pesquisa sobre a economia industrial, a tecnologia e o desenvolvimento econômico. Resumidamente, estas atividades seriam: (i) reuniões periódicas, sendo realizadas duas vezes por semana com apresentação e debate de textos, discussões de resultados de pesquisas e de análises de informações estatísticas realizados pelos integrantes do GEEIN, entre eles, muitas vezes o próprio aluno; (ii) leituras e discussões das principais notícias envolvendo fenômenos industriais e posteriormente, estas notícias são cadastrados no banco de dados do grupo; (iii) realização do Seminário de Economia Industrial (SEI); (iii) dentre outras.

Dito isto, gostaria retomar alguns pontos desta pesquisa. Seu objetivo geral é investigar as questões relativas aos processos de descentralização da P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e da mudança tecnológica na indústria automobilística internacional e os seus eventuais desdobramentos para a indústria automobilística instalada no Brasil, com ênfase, no segmento das montadoras de automóveis. Como consequência, uma das intenções será levantar um amplo conjunto de informações que possa esclarecer este cenário de mudança tecnologia e que, eventualmente, possa subsidiar medidas de política industrial e tecnológica.

1. INTRODUÇÃO

Em virtude do amplo escopo desta pesquisa, optamos por dividi-la em duas etapas, sendo que, na primeira abordamos questões relacionadas ao atual processo de descentralização das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na indústria automobilística e, na segunda etapa, discutimos questões relativas ao atual estágio da mudança tecnológica nesta indústria, procurando apresentar, mesmo que de forma sucinta em alguns casos, as várias opções de trajetórias tecnológicas existentes em relação à propulsão veicular e ao desenvolvimento de combustíveis alternativos.

A primeira etapa da pesquisa foi desenvolvida procurando, num primeiro momento, fazer um levantamento geral da atual localização das atividades inovativas. Com este objetivo, procuramos inicialmente sintetizar –a partir da literatura especializada no assunto- os principais fatores que influenciam a localização das atividades de P&D. Adicionalmente, apresentamos, de forma concisa, os respectivos dados mais relevantes.

Em seguida, a pesquisa passou a focar no setor automobilístico. Começamos mostrando, ainda que de forma sucinta, os principais fatores que têm influenciado a globalização das atividades produtiva na indústria automobilística. A partir desta breve síntese, introduzimos a discussão sobre as atividades de P&D neste setor e, posteriormente, procuramos abordar a questão da internacionalização da P&D na indústria automobilística. A partir deste esforço inicial, procuramos realizar também um levantamento, do estágio da internacionalização da P&D automobilística em dois países relevantes para o nosso trabalho: a saber, EUA e China.

Numa segunda etapa, começamos a discutir questões relacionadas à mudança tecnológica na indústria automobilística. Mais especificamente, procuramos investigar o atual estágio das pesquisas e do desenvolvimento de novas formas de propulsão e combustíveis alternativos.

Primeiramente, nossa preocupação foi destacar dois dos principais fatores que estão incentivando os altos investimentos nesses tipos de pesquisas. Em outros termos, nosso objetivo inicial foi descrever, ainda que brevemente, a ligação entre questões estruturais ligados ao petróleo e ao crescimento e aprofundamento das regulamentações ambientais, com a corrida para o desenvolvimento de formas de propulsão mais eficientes e menos poluentes.

Portanto, num primeiro momento, nosso objetivo foi salientar dois motivos indutores da mudança tecnológica, para em seguida, fazermos uma caracterização do desenvolvimento de novas tecnologias de propulsão e do aperfeiçoamento do motor de combustão interna.

Para ilustrar o desenvolvimento destas novas tecnologias, apresentamos os dossiês de cinco empresas: a saber, Volkswagen, General Motors, Fiat, Ford e Toyota. Em relação aos dossiês, nosso objetivo principal foi mostrar quais são as estratégias que as empresas têm anunciado em relação a esta nova dinâmica da indústria automobilística.

Depois disto, procuramos fazer algumas qualificações em relação ao Brasil. Procurando analisar quais os desdobramentos que este cenário, de forte desenvolvimento tecnológico na indústria automobilística mundial, vem tendo na indústria automobilística brasileira. Por fim, como é de praxe, seguem-se as considerações finais.

2. BREVE REVISÃO DOS ESTUDOS SOBRE ATIVIDADES DE P&D

Como se sabe, a P&D é uma das atividades centrais do processo de inovação. Além disto, a sua mensuração “representa o mais desenvolvido, amplamente disponível e internacionalmente comparável indicador estatístico das atividades de inovação industrial. De acordo com as diretrizes internacionais, a P&D (também chamado de pesquisa e desenvolvimento experimental) compreende o trabalho criativo realizado de forma sistemática com o intuito de aumentar o estoque de conhecimento” (UNCTAD, 2005, p.103; NSF, 2008).

Empresas que encontram-se nos estágios iniciais do seu desenvolvimento tecnológico, não têm, em geral, necessidade de montar um departamento formal de P&D. Entretanto, assim que essas empresas avançam no seu desenvolvimento tecnológico, torna-se freqüentemente necessário a criação de um departamento de P&D que lhes permita monitorar, importar, desenvolver e implementar novas tecnologias. Assim, o papel de um departamento formal de P&D cresce à medida que a empresa tenta, de forma sistemática, se desenvolver tecnologicamente para introduzir novos produtos, processos, formas de organização, etc. Desta forma, as instalações de P&D tornam-se uma parte essencial do processo de aprendizagem tecnológica e, num contexto de mudança tecnológica rápida e complexa, a estrutura organizacional das instalações de P&D (e as suas relações com os demais departamentos da empresa) se transforma num fator crucial nas estratégias competitivas empresariais (UNCTAD, 2005).

Após esta breve apresentação da importância das atividades de P&D, nas próximas seções serão discutidos com mais detalhes vários outros aspectos significativos relacionados a este tema.

2.1. ATIVIDADES INOVATIVAS DAS MNS

As empresas multinacionais (MNs) e a mudança tecnológica estão entre as principais forças conduzindo o processo da globalização (MILLER, 1994; NARULA E ZANFEI, 2004; OECD, 2008). Estas empresas afetam, por sua vez, de maneira significativa o desenvolvimento e a difusão das inovações ao redor do mundo por meio de uma série de mecanismos: (i) IDE (Investimento direto estrangeiro), (ii) comércio, (iii) licenciamento de tecnologia, (iv) atividades de patenteamento cruzado e (v) colaborações internacional tecnológica e científica (NARULA E ZANFEI, 2004).

Existem diversas maneiras pelas quais os países podem participar do fluxo internacional de conhecimento (ver QUADRO 2.1.1). Entretanto, esta pesquisa, em razão dos seus objetivos específicos, abordará apenas a função das MNs neste processo, com especial ênfase para a internacionalização da P&D, uma vez que “embora uma variedade de atores econômicos realizem inovação e estão comprometidos em sua internacionalização, a empresa multinacional é a única instituição que, por definição, pode realizar e controlar a criação integral da inovação dentro de suas fronteiras” (NARULA E ZANFEI, 2004 p.319; UNCTAD, 2005)

Quadro 2.1.1 Uma Taxonomia da globalização da inovação

| Categorias | Atores | Formas |
|--|---|---|
| Exploração Internacional de Inovações Produzidas Nacionalmente | Empresas (nacionais e multinacionais e indivíduos com fins lucrativos | Exportação de mercadorias inovadoras. Concessão de licenças e patentes. Produção no exterior de mercadorias inovadoras projetadas e desenvolvidas internamente. |
| Criação Global de Inovações | MNs | P&D e atividades inovativas tanto no países de origem como no hospedeiro. Aquisições de laboratórios de P&D existentes ou investimento em novos nos países hospedeiro. |

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| Colaboração Tecno-Científica global | Universidades e Centros de Pesquisa Pública | Projetos científicos comuns. Trocas científicas (ano sabático). Fluxos internacionais de estudantes. |
| | Empresas Nacionais e Multinacionais | <i>Joint ventures</i> para projetos inovativos específicos. Acordos produtivos com troca de informação técnica e/ou de equipamento. |

Fonte: Narula e Zanfei (2004)

As empresas multinacionais são protagonistas nos gastos globais em P&D. Em 2002, as 700 maiores empresas em dispêndio de P&D no mundo -sendo que deste total, aproximadamente 98% são MNs- responderam por aproximadamente metade (46%) dos gastos de P&D mundial (UNCTAD, 2005). Mais de 33% das 100 principais MNs são ativas na maioria das indústrias intensivas em P&D –equipamentos elétricos e eletrônicos, farmacêutica, química. Ademais as maiores MNs desempenham um papel dominante nas atividades inovativas dos seus respectivos países de origem e tem também uma participação crescente na parcela do gasto total das atividades de P&D realizadas fora dos seus países de origem (NARULA e ZANFEI, 2004).

Além disso, é importante destacar que as MNs tem progressivamente internacionalizado suas atividades inovativas. Embora, o dispêndio das filiais estrangeiras em atividades de P&D ainda se concentre nos países desenvolvidos, a parcela efetuada nos países em desenvolvimento tem se expandido, especialmente nas chamadas economias emergentes. Mesmo com o crescimento da dispersão destas atividades durante e depois da década de 90, “uma grande proporção de empresas multinacionais, mesmo as mais internacionalizadas, concentra no país de origem suas atividades mais estratégicas, assim como P&D e as funções do *headquarters*” (NARULA E ZANFEI, 2004 p.326). Vale ressaltar que este grau de internacionalização esta associado com: a complexidade dos sistemas nacionais de inovação e ao enraizamento das atividades das MNs no ambiente doméstico; a necessidade de coesão interna dentro das MNs e a alta qualidade da infraestrutura e regimes de apropriabilidade que as atividades de P&D tende a exigir. Portanto, estes fatores explicam parcialmente porque as atividades de produção se encontram mais internacionalizadas do que as de inovação (MILLER, 1994; UNCTAD, 2005).

2.2. TENDÊNCIA GLOBAL DA P&D

As atividades de P&D possuem também uma natureza tácita e complexa, o que a torna uma das atividades menos móvel das MNs (OECD, 2008). Debates sobre a concentração e dispersão das atividades de P&D não são novos. No entanto, a novidade tem sido a aceleração dos investimentos em P&D nos países em desenvolvimento, sendo que em alguns casos, tais investimentos estão indo além da mera adaptação da tecnologia às condições locais. (UNCTAD, 2005; OECD, 2006; OECD, 2008). Segundo Narula e Zanfei (2004), a extensa literatura sobre o referido assunto pode ser resumido pela visão de que as atividades inovativas das MNs são afetadas por forças centrífugas e centrípetas, que determinam se as MNs centralizam ou se internacionalizam as suas atividades de P&D, criando novos centros no exterior (ver QUADRO 2.2.1). Estes autores destacam dois amplos motivos microeconômicos que, segundo a literatura, impulsionam o investimento em P&D desta empresas no exterior: (i) *Exploração de ativos*: as empresas internacionalizam sua P&D para melhorar a maneira pela qual os ativos existentes são utilizados; (ii) *Crescimento de ativos*: as empresas usam este tipo de investimento de P&D para melhorar os ativos existentes ou adquirir(e internalizar) ou ainda criar novos ativos tecnológicos por meio das instalações de P&D localizadas no exterior.

Quadro 2.2.1 Os determinantes da internacionalização da P&D

| Forças Centrífugas | Forças Centrípetas |
|--|--|
| <i>Fatores conduzidos pela demanda:</i> <ul style="list-style-type: none">• Necessidade de proximidade com os clientes locais• Necessidade de adaptar produtos para o mercado local | Economias de escala e escopo em P&D Medo de perder tecnologias chaves |
| <i>Fatores conduzidos pela oferta:</i> <ul style="list-style-type: none">• Acesso ao pessoal científico altamente qualificado• Proximidade com renomadas universidades e laboratórios privados de P&D• Proximidade com potenciais parceiros (clientes e fornecedores)• Acesso a um quadro de funcionário em P&D de baixo custo | Melhor coordenação e controle dos custos Base forte em forças comparativas no país de origem e na inércia histórica |

Fonte: OECD (2008)

Contudo, Narula e Zanfei (2004) destacam quatro principais fatores que afetam a concentração e a dispersão das atividades inovadoras, tanto no nível macroeconômico, quanto no nível microeconômico:

O custo de integração das atividades no contexto local: um dos motivos para as empresas instalarem laboratórios de P&D no exterior são os ganhos que elas poderão vir a ter com ativos complementares que são específicos ao local, através da internalização de alguns aspectos do sistema de inovação do país hospedeiro. Com este intuito, estas empresas precisam realizar um grande esforço para criar, desenvolver e manter uma ligação eficiente com uma rede externa, processo que é, em geral, custoso e demorado.

Oportunidades e restrições tecnológicas locais: as empresas geralmente se deparam num cruzamento onde há dois caminhos possíveis para seguir: (i) se manter enraizada no sistema de inovação do país de origem; ou (ii) enfrentar o alto custo de integração em um sistema de inovação estrangeiro. No entanto, estes custos de integração podem progressivamente diminuir, pois uma vez desenvolvido, as ligações ou redes com instituições estrangeiras são menos custosas para manter. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias pode se beneficiar da diversidade e heterogeneidade da base de conhecimento, no qual talvez venha de competidores, da interação com clientes ou de outras tecnologias complementares em locais estrangeiros. Geralmente, um único sistema nacional de inovação é incapaz de oferecer toda a faixa de ativos tecnológicos exigido para o desenvolvimento de um produto.

Tamanho da firma e estrutura do mercado: desenvolver instalações de P&D no exterior é um processo caro, lento e arriscado, no qual exige considerável volume de capital e experiência administrativa, ou seja, fatores produtivos que a maioria das empresas pequenas não possui em proporção desejável. Além disso, muitas firmas pequenas operam na cadeia de fornecimento doméstico para as firmas maiores e logo, precisam que estas empresas maiores se internacionalizem e cativem clientes, para depois se internacionalizarem. Fatores industriais específicos também interferem na localização das atividades inovativas. De um lado, tecnologias maduras não exigem interação próxima com os clientes. No outro lado, rápida mudança tecnológica em novas tecnologias pode exigir interação proximidade entre produção e P&D.

Questão organizacional: um fator estimulante para a concentração das atividades inovativas é a dificuldade para administrar atividades de P&D no exterior. Não adianta uma filial estrangeira internalizar *spillovers* se não existir uma estrutura

organizacional que possa difundir de forma eficiente o conhecimento adquirido no interior da multinacional. Complexas ligações, dentro das MNs -entre a rede de suas filiais e a rede interna- necessitam de complexa coordenação para que possa fornecer vantagens, tal coordenação exige experiência, gestão e recursos financeiros que geralmente estão disponíveis somente em grandes empresas.

Em Miller (1994)¹, encontramos um excelente resumo do debate sobre os fatores que afetam a localização das atividades de P&D (ver QUADRO 2.2.2). Segundo este autor, numerosos estudos enfatizam que estas atividades estão se dispersando e, que este fenômeno, está ligado com o volume de vendas no exterior, experiência internacional prévia, orientação de mercado, bolsões de inovação e custo relativo da P&D.

Quadro 2.2.2 Fatores afetando a concentração e a dispersão das atividades de P,D&E

| Concentração das atividades de P,D&E | Dispersão das atividades de P,D&E |
|--|--|
| A presença de economias de escopo e escala em P,D&E e a larga-escala no desenvolvimento de produtos | A necessidade de transferir know-how de engenharia para instalações de produção ou para compra |
| A natureza desestruturada e intangível de certos tipos de informação de P,D&E necessitam de interações pessoais | A necessidade de interagir com fornecedores em bolsões de inovação ou distritos industriais |
| A necessidade para manter as estratégias corporativas e as atividades de desenvolvimento do produto tão escondida para os competidores quanto possível | Personalização, compreensibilidade e adaptação para necessidades do mercado local |
| A experiência acumulada na sede e rede tecnológica com fornecedores | Aumento no volume de vendas no exterior |
| Dificuldades de comunicação e coordenação em partes desestruturada e criativa das atividades de P,D&E necessitam de proximidade | Pressão e incentivos do governo hospedeiro para conduzir P,D&E localmente ou para manter as instalações de P,D&E existentes |
| A necessidade do controle estratégico de ativos intangíveis assim como o desenvolvimento tecnológico | Vigilância e acesso aos talentos de engenharia ou de projeto disponíveis em áreas específicas com as alianças, vínculos e a presença |
| | Redução do tamanho econômico mínimo e aumento da divisibilidade das instalações de P,D&E |

Fonte: Miller (1994)

¹ Embora o escopo deste artigo seja fazer um estudo sistemático das atividades de P,D&E na indústria automobilística, ele também aborda, a partir de uma ampla revisão bibliográfica, os principais fatores que determinam a localização das atividades de P&D na indústria em geral.

Apesar de existir uma ampla literatura demonstrando as diversas forças que podem levar as empresas a internacionalizarem parcialmente as suas atividades inovativas, os dados demonstram que a P&D ainda está concentrada em poucos países (ver TABELA 2.2.1). Em 2002, os gastos em P&D totalizaram cerca de \$813 bilhões, sendo que mais de 95% da P&D foi realizada na América do Norte, Ásia e União Européia (NSF, 2008). Entre 1996 e 2002, os 10 maiores países, em termos de gasto de P&D, possuía uma parcela de cerca de 86% do total mundial (ver na Tabela A1 do Anexo; UNCTAD, 2005). Os Estados Unidos, o maior país em termos de gasto doméstico de P&D, respondeu por cerca de um-terço e, juntamente como o Japão, responderam por aproximadamente 45% dos gastos domésticos totais de P&D (NSF, 2008).

Tabela 2.2.1 Estimativa do gasto de P&D e parcela do total mundial (por região/2002)

| | Dólares (bilhões) | Porcentagem |
|-----------------------|-------------------|-------------|
| Total Mundial | 813 | 100,0 |
| América do Norte | 300 | 36,8 |
| América do Sul/Caribe | 18 | 2,2 |
| Europa | 234 | 28,7 |
| Ásia | 246 | 30,2 |
| Oceania | 9 | 1,3 |
| África | 5 | 0,6 |

Nota: P&D estimada de 91 países em paridade de poder de compra de bilhões de dólares

Fonte: Science and Engineering Indicators (2008)

Contudo, deve-se destacar que apesar desta concentração, os países em desenvolvimento estão aumentando a sua parcela no gasto total de P&D (ver TABELA 2.2.2). Em 1991, estes países contavam com apenas 2,5% do total mundial. Até 1996 sua parcela tinha atingido 6,8% e em 2002 aumentou para 7,6%, sendo que o crescimento no período de 1991-2002 foi de 373,8% (UNCTAD, 2005).

Tabela 2.2.2 Estimativa do peso e do crescimento em termos de P&D por categorias de países

| | Peso | | | Crescimento | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-----------|
| | 1991 | 1996 | 2002 | 1991/1996 | 1996/2002 | 1991/2002 |
| Países em Desenvolvimento | 2,5% | 6,8% | 7,6% | 262,8% | 30,6% | 373,8% |
| Países Desenvolvidos | 97,4% | 92,2% | 91,5% | 24,4% | 16,6% | 45% |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da UNCTAD 2005 – ver também Tabela A1 do Anexo deste relatório

De outra parte, convém também ressaltar que se, por um lado, houve um aumento da participação dos países em desenvolvimento no gasto de P&D, por outro, este aumento foi concentrado principalmente no sul, sudeste e leste asiático (ver TABELA 2.2.3). Em várias destas economias houve um rápido crescimento durante os últimos anos, sendo que a China, a Índia e o México registraram um crescimento anual de dois dígitos. Somente no caso do Brasil os gastos de P&D contraíram-se (UNCTAD, 2005).

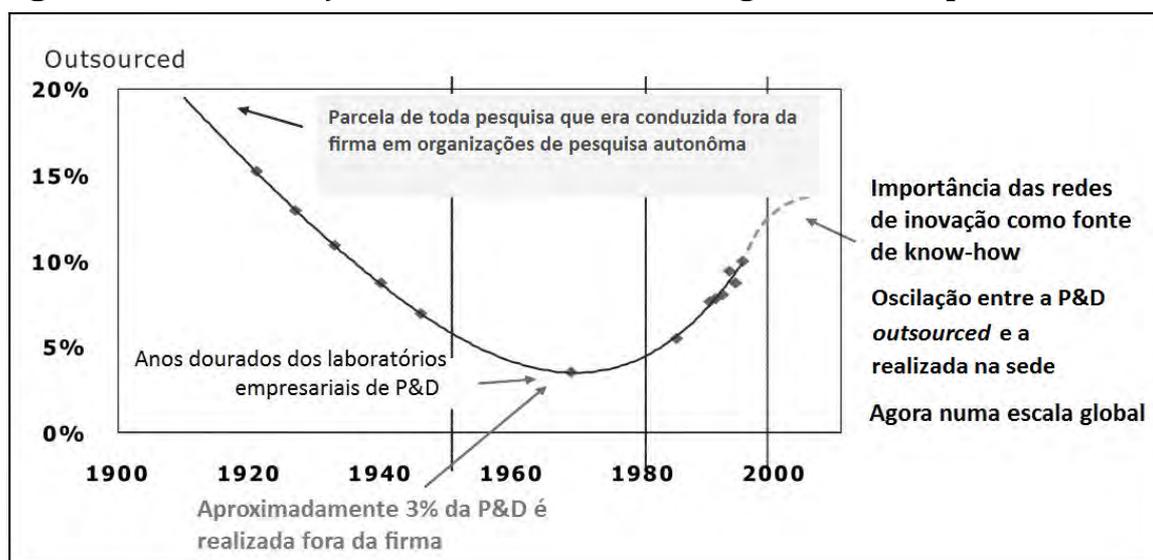
Tabela 2.2.3 Economias em Desenvolvimento, Sudeste Europeu e CIS; Distribuição da P&D, por região (por cento)

| Região | 1996 | 2002 |
|--|-------|-------|
| Sul, Leste e Sudeste Asiático | 63,5 | 70,1 |
| America Latina e o Caribe | 21,1 | 16,0 |
| Sudeste Europeu e CIS | 11,2 | 9,6 |
| Oeste Asiático | 2,0 | 2,4 |
| África | 2,2 | 1,9 |
| Total dos Países em Desenvolvidos, Sudeste Europeu e CIS | 100,0 | 100,0 |

Fonte: UNCTAD (2005)

Portanto, nota-se uma tendência de internacionalização da P&D, com um aumento da participação dos países asiáticos, particularmente no âmbito dos países em desenvolvimento. “Nas décadas de 1960 e 1970, a tendência foi de centralizar P&D nos laboratórios das companhias, mas desde a década de 1980 as firmas têm tendido a *outsource* (sic) uma grande parte da sua P&D internacionalmente (i.e *offshoring*” (ver FIGURA 2.2.1) (OECD 2008, p.19) (ver Figuras A6 e A7 do Anexo).

Figura 2.2.1 Em direção a uma maior *outsourcing* da P&D empresarial



Fonte: Adaptado pelo autor a partir de OECD (2008)

Além disso, outra mudança relevante diz respeito ao tipo de P&D realizada no exterior. As atividades de P&D realizadas em países em desenvolvimento estão gradativamente, pelo menos em certos casos, mudando de características. O que anteriormente se restringia apenas a atividades de adaptação das tecnologias importadas às condições locais estão progressivamente incorporando também P&D relacionada ao desenvolvimento de novos produtos e processos, incluindo também, em alguns casos, desenvolvimento de tecnologias para mercados regionais e mundiais (UNCTAD, 2005).

Uma vez feito este breve panorama a respeito da localização da P&D mundial, vamos tratar, nos próximos itens, das questões específicas do setor automobilístico, que é o tema deste trabalho.

2.3. INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

2.3.1. Globalização produtiva

Segundo Carvalho (2005), a segunda metade da década de 1990 foi marcada por um avanço do processo de globalização que afetou diretamente as estratégias competitivas do setor automobilístico. Teve prosseguimento também os processos de relativa diminuição dos diferenciais de produtividade e qualidade, entre as montadoras ocidentais e as japonesas, e de intensificação da concorrência neste setor. O autor também destaca que a globalização na indústria automobilística foi incentivada pelas tendências: (i) de intensificação da concorrência²; (ii) de maior pressão pela ampliação de coordenação das atividades produtivas e organizacionais entre as matrizes e as redes de empresa afiliadas; e (iii) das novas possibilidades tecnológicas viabilizadas pela introdução das novas tecnologias –particularmente pelas técnicas decorrentes da convergência entre os novos sistemas de comunicações com as inovadoras tecnologias de informatização. Além disso, em um trabalho mais recente (CARVALHO e PINHO, 2009), o referido autor destacou também que, com base em um amplo estudo realizado pela OECD em 1996, a globalização da indústria automobilística foi caracterizada: (1) “pela concentração da produção, consumo e comércio dentro das principais regiões da OECD” – ainda que, a partir de 2000, a participação do mercado dos países emergentes, particularmente dos BRICs, vem aumentando significativamente (ver TABELA 2.3.3-3 à frente); (2) “pela crescente

² “Quase todos os administradores e executivos na indústria –mesmo nas empresas lucrativas- relatam forte pressão para reduzir custos e melhorar o desempenho, refletindo a ferocidade da natureza competitiva atual do mercado automotivo” (NAS, 2008, p.71).

importância do papel das subsidiárias externas e do IDE”; (3) “pela emergência de novas formas de organização industrial que dependem de crescente *networking* e alianças” (OECD, 1996: 156, citado por CARVALHO e PINHO, 2009).

Em linhas gerais, a indústria automobilística pode ser interpretada como um oligopólio concentrado/diferenciado (ou misto), no qual ocorre, em geral, uma renúncia à competição por preços em troca de um acirramento das estratégias competitivas de diferenciação de produtos, de imitação dos movimentos dos competidores e da formação de alianças (POSSAS, 1985; CALABRESE, 2001). Como já mencionado, nos últimos anos, o nível de competição no interior desta indústria tem aumentado e as empresas têm também mudando progressivamente suas estratégias competitivas, em parte devido ao avanço do seu processo de globalização. O atual estágio dessa indústria pode ser caracterizado como um período de “profunda transição”: de um velho modelo ‘doméstico’ para um modelo ‘global’ de competição’ (CALABRESE, 2001, CARVALHO, 2005, CARVALHO e PINHO, 2009).

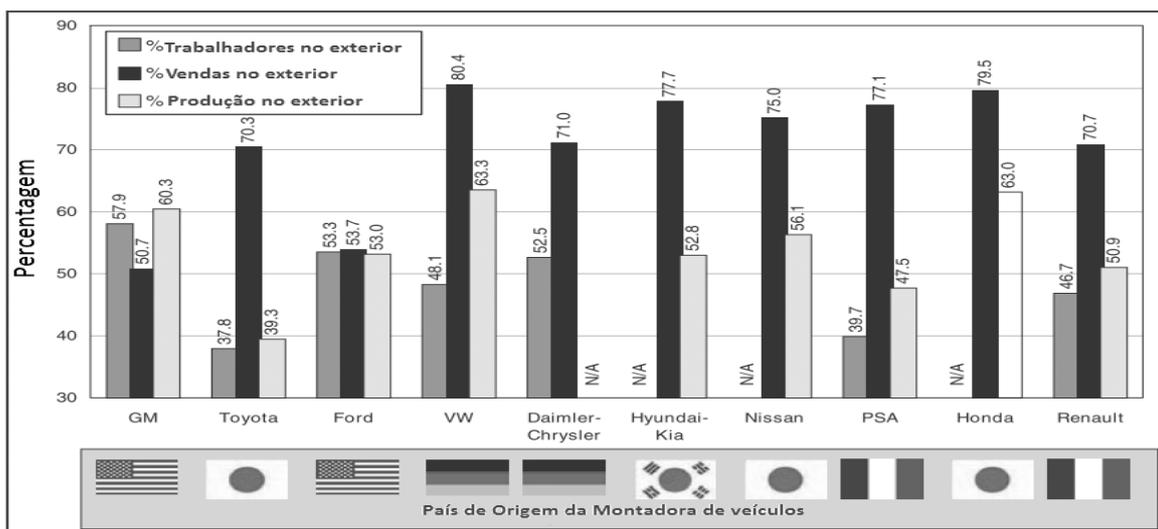
Cabe lembrar, entretanto, que as trajetórias de internacionalização das montadoras não foram idênticas. As montadoras japonesas, por exemplo, procuraram firmar posições nos mercados americano, europeu e asiático, enquanto os fabricantes norte-americanos e europeus têm procurado fortalecer as posições já conquistadas na Europa e na América Latina e a mirar os mercados da Europa Oriental e da Ásia (CARVALHO, 2005).

Segundo Calabrese (2001), a Toyota tem procurado minimizar sua concentração geográfica; procurando adotar uma estratégia mais global. Contudo, a maior montadora japonesa ainda apresenta um alto grau de concentração geográfica das suas atividades produtivas (ver FIGURA 2.3.1-1 a seguir). As outras montadoras Japonesas estariam seguindo um caminho semelhante, embora, tendo partido de patamares diferentes. Ainda segundo o autor, as montadoras americanas estariam assumindo configurações mais transnacionais. A General Motors continua focando em vários mercados nacionais, com as unidades produtivas separadas em vários países. A Ford, por seu lado, busca uma maior coordenação regional com ênfase no projeto do chamado ‘carro mundial’³. Já as montadoras européias têm procurado abandonar a dimensão nacional e as coreanas, ignorado suas dificuldades financeiras e investido na aquisição de know-how. A próxima

³ Em 2005, a GM e a Ford anunciaram fechar várias instalações e reduzir o seu quadro de funcionários dentro dos Estados Unidos até 2008, enquanto a Toyota, Honda e a Hyundai planejavam construir novas plantas e aumentar o total dos seus trabalhadores e seu quadro de funcionários em P&D neste país. No entanto, todos os fabricantes de automóveis estão perseguindo vigorosamente as oportunidades dos países em desenvolvimento (NAS, 2008).

figura ilustra a intensidade do atual processo de globalização desta indústria. Nela encontramos dados sobre as porcentagens de emprego, vendas e produção fora do país de origem das dez maiores empresas automobilísticas (em termos de vendas globais em 2005).

Figura 2.3.1-1: Atividades realizadas no exterior pelas montadoras de veículos, 2005



Fonte: *The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry* (2008)

Desta figura, podemos tirar as seguintes conclusões (NAS, 2008, p.76):

- Todas as dez maiores empresas venderam mais nos mercados externos do que nos seus mercados domésticos;
- A maioria das empresas vendeu em 2005 uma quantidade maior no exterior do que empregaram ou produziram fora dos seus países de origem;
- A GM vendeu mais da metade dos seus veículos fora do mercado americano em 2005, pela primeira vez (NAS, 2008);
- A GM e a Ford apresentaram as menores porcentagem de vendas no exterior, nas outras oito empresas as porcentagens variaram entre de 70 a 80 por cento, aproximadamente;
- As menores porcentagens de emprego, vendas e produção no exterior entre estas dez empresas foram de cerca de 38 por cento, no entanto, as porcentagens de todas elas estão aumentando.

Podemos concluir que o sucesso relativo no processo globalização pode alterar as posições competitivas das empresas. Com o avanço deste processo nos últimos anos, as empresas da indústria automobilística têm redefinido as suas estratégias competitivas, com

o foco passando progressivamente dos mercados locais para o mercado global. Concomitantemente, esta indústria tem redefinido suas concepções quanto à organização das atividades de P&D, assunto que será discutido nos próximos tópicos.

2.3.2. Atividades de P&D automobilística

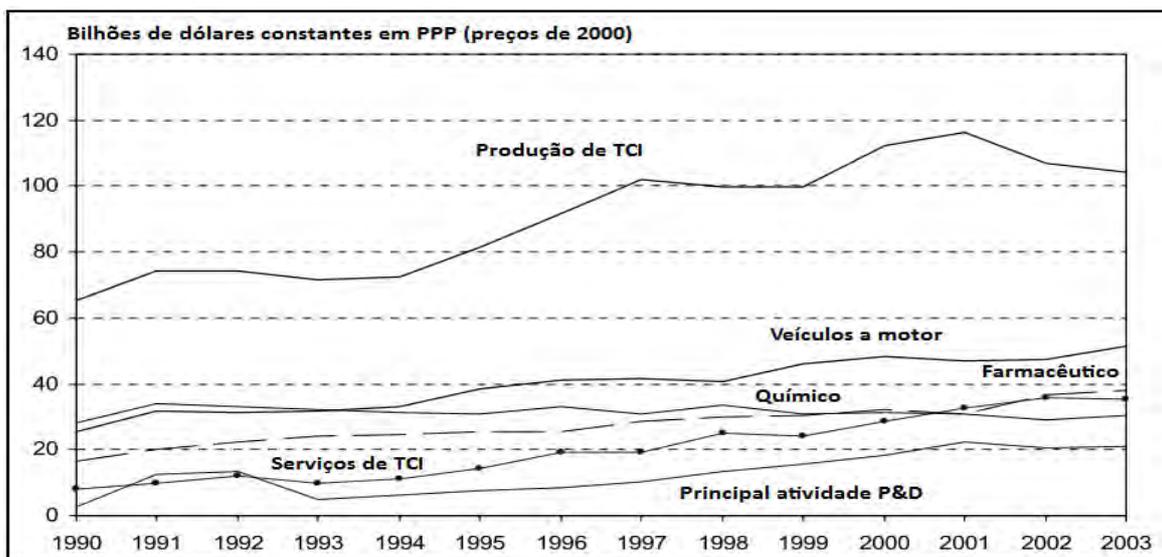
Como destacado no tópico anterior, a concorrência na indústria automobilística tem se intensificado nos últimos anos e, ao mesmo tempo, os gastos em P&D deste setor vem aumentando (ver FIGURA 2.3.2-1 e FIGURA 2.3.2-2)⁴. Na classificação dos gastos de P&D em 2007, cinco das maiores dez empresas globais eram automotivas (ver Tabela A5 do Anexo; EC, 2008).

Dentre as mudanças ocorridas recentemente na indústria automobilística, direta e/ou indiretamente relacionadas às atividades de P&D, pode-se destacar a redução do ciclo de vida do produto, a utilização mais intensa da tecnológica, a ampliação da diversidade de modelos⁵ e a segmentação dos mercados previamente existentes (CARVALHO, 2008). Além disso, outra dimensão destas mudanças está relacionada à “redefinição da maneira como os carros são projetados, desenvolvido e construídos” (CALABRESE, 2001, p.2).

⁴ Em 2006, segundo uma estimativa do gasto de P&D das principais indústrias, a automobilística (com gastos de \$55,1 bilhões) perdia somente para a farmacêutica (com gastos de \$76,9 bilhões) (NAS, 2008; ver Tabela A2 do Anexo).

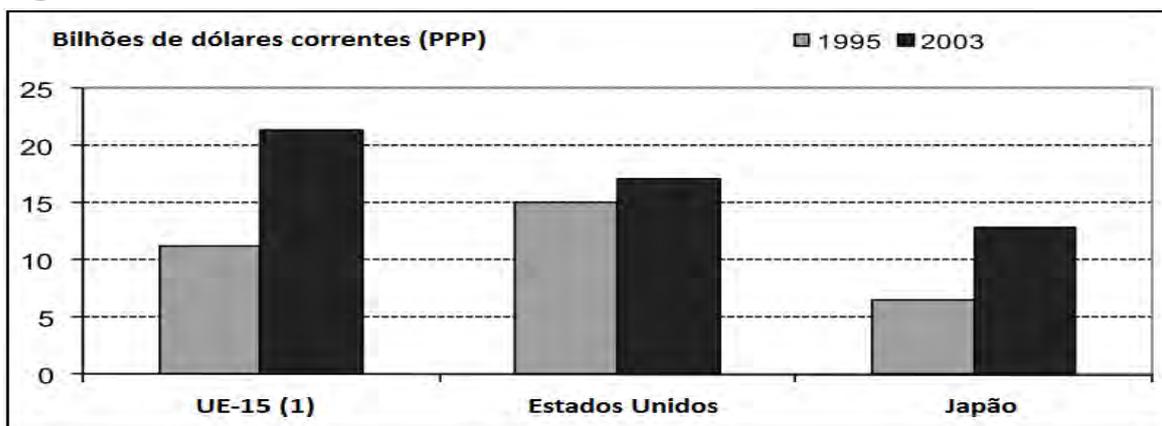
⁵ “No caso dos EUA, por exemplo, as vendas anuais médias por modelo caíram de 106,8 mil em 1985 para 48,6 mil em 2005. Por outro lado, o número de modelos de carros oferecidos naquele mercado, que era de cerca de 250 em 1999, deverá subir para estimados 330 em 2008. Além de uma maior diversidade de modelos, tem sido incorporado também um crescente número de atributos e capacidades aos mesmos” (CARVALHO, 2008, p.441)

Figura 2.3.2-1. Crescimento da P&D nos principais setores da área da OECD



Nota: Produção de TCI: Secretária, máquinas de computação e cálculos (ISIC 30), Rádio, TV e equipamento de comunicação (ISIC 32), Médico, precisão, e instrumentos óticos (ISIC 33). Serviços de TCI: Telecomunicações e post (ISIC 64), Serviços relacionados a computadores (ISIC 72)
 Fonte: OECD (2006)

Figura 2.3.2-2 Gastos de P&D no setor automobilístico



Nota: Excluindo Áustria e Luxemburgo
 Fonte: OECD (2006)

Por outro lado, o aumento da oportunidade tecnológica é outra dimensão das mudanças técnicas que tem-se criado para este setor. Este aumento tem uma alta correlação com as novas possibilidades de introdução de inovação. Com o avanço das tecnologias de microeletrônica, de novos materiais, de informação, de motores de combustão interna e das “revolucionárias” tecnologias de propulsão de autoveículos; aumentou tanto o grau de oportunidade tecnológica, quanto a gama de competências tecnológicas que as empresas precisam desenvolver (CARVALHO, 2008).

A intensificação da concorrência (e os seus desdobramentos) aliada ao aumento da oportunidade tecnológica são os principais fatores que têm estimulado a ampliação dos gastos em P&D na indústria automobilística. Miller (1994), elaborou uma síntese dos fatores (em ordem de importância) que contribuem para a intensificação dos gastos de P,D&E nesta indústria:

- 1) *Multiplicação dos programas de novos carros para produzir uma variedade de modelos*: devido à intensificação da concorrência, aumenta a importância de introduzir novos modelos rapidamente e ampliar a faixa de produtos para atender as demandas de um mercado heterogêneo;
- 2) *Domínio de novas tecnologias*: a indústria automobilística possui uma complexa base de conhecimento e, portanto, um grande volume de investimento em atividades inovativas é necessário para manter e ganhar competências em determinadas áreas;
- 3) *Pressões competitivas para diferenciar produtos por novidades técnicas*: geralmente, alterações técnicas são necessárias para satisfazer as expectativas dos clientes e com isso, aumenta a importância de investimento em pesquisa e engenharia avançada⁶;
- 4) *Padronização e otimização para reduzir o número de under-bodies⁷*: vários estudos contribuem para a redução de *under-bodies* e, no mesmo tempo, programa modificações na padronização das plataformas;
- 5) *Personalização das upper-bodies para necessidades dos mercados regionais*: centros técnicos regionais são estabelecidos com o intuito de adaptar os componentes exteriores dos veículos de acordo com as preferências dos consumidores, regulação governamental e condições climáticas;
- 6) *Suporte de engenharia para novas plantas de montagem*: para instalar plantas de montagem em novos locais é necessário um suporte de engenharia e um suporte técnico;

⁶ O desenvolvimento de novas ferramentas tem redefinido a rotina diária dos engenheiros. O CAD (projeto auxiliado por computador), juntamente com os avanços das tecnologias de comunicação e informação, permitiu uma separação espacial de atividades que antes tinha que ficar restritas em um só local (NAS, 2008).

⁷ *Under-bodies* refere-se a alguns componentes internos dos veículos, como: motores, transmissões, etc.

- 7) *Construção de capacidades de P,D&E nas principais regiões de operações:* em alguns casos, o grande volume de venda no exterior pode estimular a instalação de centros de P,D&E nesses locais;
- 8) *Desenvolvimento de controle estratégico sobre os principais fornecedores:* um profundo conhecimento técnico é uma necessidade para o controle estratégico sobre os fornecedores e acordos comuns de P,D&E.

Como se sabe, a maior parte dos gastos de P&D na indústria automobilística se concentra em atividades de desenvolvimento de produto⁸ (CARVALHO, 2008, NAS, 2000), o que justificaria em parte, o grande número de inovações incrementais no setor automobilístico (CALABRESE, 2001). Descrever ampla e detalhadamente as características da atividade inovativa neste setor, foge do escopo desta pesquisa. No entanto, no quadro abaixo, procuramos realizar uma síntese dos principais aspectos desta atividade no setor automobilístico (ver QUADRO 2.3.2-1).

Quadro 2.3.2-1 Resumo das atividades inovativas no setor automobilístico

| Fatores | Descrição |
|--------------------------------|---|
| Inovação | Resultado dos altos gastos de desenvolvimento de produto. Geralmente envolve uma ampla gama de tecnologias, abrangendo diversas áreas de conhecimento. |
| Atividades de P&D | Baseada principalmente em equipes de projeto e no crescente desenvolvimento simultâneo de parte das atividades dos respectivos projetos. |
| Tipo de Inovação | Principalmente incrementais, devido aos altos gastos de desenvolvimento de produto e da relativamente baixa oportunidade tecnológica que caracterizou nas últimas décadas (característica que parece estar alterando-se.) |
| Base de conhecimento | Complexa e de natureza sistêmica, apresentando um alto grau de diferenciação tecnológica. |
| Capacidades Inovativas | Capacitações específicas, coletivas e, em grande medida, tácitas e, portanto, de difícil codificação. Desenvolvidas por meio de processos de aprendizados coletivos e internos. |
| Apropriabilidade das inovações | Baixa propensão a patentear. O <i>lead time</i> tem se revelado como o mecanismo mais eficaz de proteção no âmbito da inovação de produtos. |

⁸ Em uma pesquisa recente, três empresas forneceram dados que reafirmam esta informação, pois segundo elas, do total de gasto em P&D, cerca de 10% foi destinados à pesquisa e 90% para desenvolvimento (NAS, 2008).

| | |
|--------------------|---|
| Regime tecnológico | Caracterizado por um médio-alto grau de oportunidade tecnológica; por um médio-alto grau de barreiras à entrada em conhecimento e escala; por uma elevada persistência da inovação em tecnologias; pela complexidade da sua base de conhecimento e, também; por elevadas cumulatividade e apropriabilidade. |
|--------------------|---|

Nota: As informações sintetizadas neste quadro foram obtidas através da revisão bibliográfica e, principalmente, de Carvalho (2008). Elaborado pelo autor.

Diferentemente do que ocorre em outras indústrias, a adoção de estratégias cooperativas nas atividades de P&D neste setor ainda são muito limitadas. Segundo Calabrese (2001), as alianças “são necessárias para permitir que as empresas tenham uma presença no maior número possível de mercados, que não são necessariamente de uma natureza puramente geográfica, dessa forma, dividindo os riscos operacionais”. Quanto aos acordos cooperativos, o autor destaca que existe uma série de forças incentivando as empresas deste setor a firmarem estes tipos acordos. As principais forças apontadas no caso do setor automobilístico são: (i) a necessidade de superar as limitações governamentais; (ii) a divisão os riscos; (ii) a troca de know-how e (iii) a expansão internacional das empresas com menor experiência. No entanto, geralmente a cooperação para pesquisa comum é rara e “vaga” (CALABRESE, 2001, p.4; CARVALHO, 2008).

Segundo Miller (1994)⁹, as principais razões que explicam a preferência das montadoras automobilísticas pela realização interna (ver QUADRO 2.3.2-2) das atividades de P,D&E são:

- 1) O domínio de alguns subsistemas é importante para projetar novas gerações de veículos;
- 2) Os acordos cooperativos podem trazer resultados negativos para ambas as partes e, além disso, há dificuldades quanto à respectiva gestão;
- 3) Alguns componentes do veículo representam a marca, portanto, devem ser desenvolvidos internamente;
- 4) Devido ao seu custo, recorrer a contratos externos e firmas de engenharia é, muitas vezes, inviável;

⁹ Precisamos explicar que a ampla utilização de alguns autores neste relatório é devido à grande relevância das informações dos respectivos artigos. Por exemplo, no caso de Miller (1994), trata-se de uma vasta pesquisa sobre a globalização da P&D na indústria automobilística, que continua sendo uma referencia valida –até porque não existe um trabalho mais recente com característica semelhante- e que é citada em artigos mais recentes.

- 5) Declarar publicamente que a empresa não domina todos os aspectos do projeto do carro poderia ser visto como uma fraqueza.

Quadro 2.3.2-2 Distribuição doméstica ideal dos componentes da P&D versus alocação externa

| | Porcentagem idealmente desempenhada domesticamente |
|---|--|
| <i>Pesquisa</i> : dispêndio para antecipar ou explorar novas tecnologias em software, eletrônica, materiais, combustão, fontes alternativas de propulsão, comunicação, etc. | 61 |
| <i>Engenharia avançada</i> : desenvolvimento de inovações, porém, de soluções provadas tais como ABS, 4WD, suspensão, etc, que podem ser incorporadas em novos modelos de carros | 91 |
| <i>Iniciação dos novos modelos e definição do produto</i> : conceito inicial do automóvel, posicionamento estratégico de marketing e definição dos atributos dos produtos: esta atividade termina com modelos de argila e a aprovação pela corporação | 96 |
| <i>Engenharia do carro</i> : execução em grande escala da engenharia dos componentes, dos subsistemas integrados e das interfaces | 88 |
| <i>Car design</i> : execução em grande escala do design de componentes, dos subsistemas e das interfaces | 66 |
| <i>Production readiness</i> : preparação para produção até a etapa de Job 1 da linha de produção experimental | 86 |
| <i>Engineering support</i> : dar suporte às linhas de montagem e ao desenvolvimento das redes de fornecimento | 81 |
| <i>Styling</i> : desenvolver atividades de <i>styling</i> no país de origem ou nas filiais estrangeiras | 78 |

Fonte: Miller (1994)

Com relação às atividades de engenharia, NAS (2008) classifica os engenheiros automotivos em dois tipos básicos:

- 1) *Engenheiros de Produto*: responsáveis pelo projeto dos carros e caminhões, juntamente com seus componentes. Este tipo de engenheiro também pode avaliar protótipos de veículos e coordenar a fase de pré-produção dos mesmos (por exemplo, calibrar o *power train* para atender o perfil do cliente de um determinado veículo).
- 2) *Engenheiros de Produção*: geralmente são treinados como engenheiro mecânico ou industrial. Sua responsabilidade básica é criar maneiras eficientes de produzir os veículos. Porém, alguns são alocados também para produzir instalações, assim como plantas de fabricação de componentes ou de montagem de veículos.

Com o intuito de procurar diminuir seus altos gastos em P&D, a indústria automobilística vem redefinindo suas estratégias, buscando projetar eficientemente veículos, reduzir custos e melhorar o desempenho. Empresas que podem projetar veículos com um baixo custo e fazer o seu lançamento no mercado o mais rápido possível têm uma enorme vantagem sobre seus competidores. Como consequência, nos últimos anos temos observado uma gradual migração no sentido de uma maior abertura do processo de inovação. Os fabricantes de veículos estão trabalhando de forma mais próxima com aos seus fornecedores¹⁰ e, além disso, “eles também estão se voltando para os seus concorrentes, para as universidades e até mesmo para os clientes, com o intuito de melhorar os seus produtos por meio de programas comuns, alianças tecnológicas¹¹, intermediários online de tecnologias, e programas de pesquisas universitários” (NAS, 2008, p. 73).

2.3.3. Internacionalização da P&D automobilística

Quando o assunto é internacionalização, usar somente o termo *offshoring* pode gerar certa ambigüidade, pois os dois fenômenos, o da sub-contratação (*outsourcing*) e o da realização de P&D no exterior podem aparecer combinados (QUEIROZ, 2005; NAS, 2008) (ver QUADRO 2.3.3-1).

Quadro 2.3.3-1 *Offshoring e outsourcing*: Algumas definições

| Localização da P&D | Internalizada | Externalizada (“ <i>outsourcing</i> ”) |
|---|---|--|
| País de Origem | P&D realizada internamente à empresa no país de origem | P&D subcontratada de outra empresa no país de origem |
| País hospedeiro (“ <i>offshoring</i> ”) | P&D realizada pela filial de uma mesma multinacional em outro país (chamado <i>captive offshoring</i>) | P&D subcontratada de uma terceira empresa no exterior: - a uma empresa local - a uma filial de outra multinacional |

Fonte: Adaptado de WIR (2004), p.148 (UNCTAD 2004) e de QUEIROZ (2005)

¹⁰ “Uma das tendências mais significativa na indústria automobilística nas últimas duas décadas tem sido a emergência de mega-fornecedores capazes de projetar e desenvolver grande parte dos veículos e, em alguns casos, montar o veículo inteiro” (NAS, 2008, pg.72).

¹¹ Em 2005, houve uma das alianças mais interessantes da atualidade entre a GM, DaimlerChrysler, e a BMW para desenvolver um novo *power train* híbrido com o intuito de superar o Toyota Prius (NAS, 2008).

O debate sobre a globalização das atividades inovativas gira em torno da P&D realizada pela filial de uma mesma multinacional em outro país. No entanto, subcontratar P&D de alguma empresa no exterior –combinação de *offshoring* com *outsourcing*- é muito freqüente e, os efeitos de ambas as situações para o país hospedeiro são muito similares (QUEIROZ, 2005).

Como destacado na seção anterior, as atividades de P&D são de extrema importância no âmbito da indústria automobilística. Os próprios números dos gastos, da intensidade, do pessoal empregado, dentre outros, evidenciam tal fato. Quanto ao pessoal empregado, Miller (1994) estimou que, do total dos trabalhadores de uma empresa automobilística com capacidade para produzir 1.500.000 unidades, cerca de 6% estariam envolvidos em atividades de P,D&E, enquanto 7% atuariam no planejamento da produto e 87% na produção, respectivamente. Este mesmo autor nos oferece um quadro que informa a distribuição média do pessoal ocupado em P,D&E nas vinte empresas automobilísticas que foram estudadas por ele, na primeira metade dos anos 1990 (ver TABELA 2.3.3-1).

Tabela 2.3.3-1 Distribuição média do pessoal de P&D na indústria automobilística mundial

| Categoria | Número médio do quadro de funcionários | Porcentagem dos componentes no total | Porcentagem na matriz |
|--|---|---|------------------------------|
| Pesquisa genérica | 1.885 | 4,5 | 83 |
| Engenharia avançada | 321 | 7,8 | 89 |
| Iniciação do conceito e definição dos atributos | 336 | 8,1 | 91 |
| Engenharia e projeto do carro | 2.225 | 53,9 | 68 |
| Produção <i>readiness</i> | 615 | 14,9 | 72 |
| Engenharia de suporte e de supervisão/ Inspeção | 122 | 3,9 | 73 |
| <i>Styling</i> | 326 | 7,9 | 85 |
| Total | 4.130 | 100 | 74,4 |
| Número médio do quadro de funcionários no exterior | 1.060 | | |

Fonte: Miller (1994)

De acordo com Calabrese (2001), os principais fatores apontados na literatura como importantes para a centralização da P&D são: (i) “a presença de economias de escala”; (ii) “as inter-relações presentes nos fluxos de informações”; (iii) “o risco de tornar-se menos inovativo que os competidores”; (iv) “as ligações diretas com fornecedores locais”; (v) “a necessidade do controle estratégico das atividades intangíveis”. Quanto aos fatores referentes à descentralização, este autor destacou: (i) “a necessidade de transferência de

know-how de engenharia para unidades de produção localizadas no exterior”; (ii) “a adaptação de demandas específicas do mercado estrangeiro”; (iii) “as pressões e os incentivos dos governos locais”; (iv) “a necessidade de acessar áreas de excelência tecnológica específicas” (CALABRESE, 2001).

Enquanto isso, na ampla pesquisa de Miller (1994), encontramos uma descrição de forças mais específicas agindo sobre a localização das atividades de P&D. Segundo este autor, as principais forças impulsionando o processo de centralização da P,D&E na indústria automobilística, naquele período, seriam, em ordem de importância, as seguintes:

- 1) Proximidade exigida para a interação dos executivos no processo de definição e de iniciação do produto;
- 2) Interação entre os administradores sênior funcional e de programa exigida para ligar o desenvolvimento de produto e a estratégia da corporação;
- 3) Pressões para a redução dos custos de desenvolvimento de produto e do *time delays*;
- 4) Proximidade entre as instalações de P&D e os fornecedores experientes de primeiro nível.
- 5) Proximidade entre os administradores dos programas e as instalações de pesquisa e de engenharia avançada;
- 6) Projetos de automóveis para mercados globais e segmentos de mercados;
- 7) Coordenação de adaptações para os mercados regionais.
- 8) Coordenação centralizada para reduzir o número de *under-bodies*.

Segundo a mesma pesquisa (Miller, 1994), as principais forças atuando sobre a dispersão das atividades de P&D no setor automobilístico, também em ordem de importância, seriam as seguintes:

- 1) Necessidade do estabelecimento de postos de vigilância de engenharia para monitorar o avanço dos competidores;
- 2) Acompanhamento das tendências de estilo e de design, com postos de observação na Itália, Califórnia, etc;
- 3) Necessidade da expansão das atividades de P&D nos mercados estrangeiros de maior crescimento das vendas;

- 4) Pressões dos governos hospedeiros no sentido do estabelecimento de instalações de P&D em seus países;
- 5) Estabelecimento de atividades de suporte de engenharia junto às plantas de montagem instaladas no exterior;
- 6) Estabelecimento de *join-ventures* e alianças para a transferência de tecnologia ao estrangeiro;
- 7) Importância da presença de atividades locais de P&D para a penetração regional;
- 8) O crescimento das vendas externas pode eventualmente exigir o estabelecimento de instalações autônomas de P&D para o desenvolvimento de novos modelos.

Em um recente estudo da *National Academy of Sciences* (2008), procurou-se avaliar qual é a intensidade dos principais fatores que determinam a alocação dos engenheiros de produto e de produção no âmbito da indústria automobilística (ver QUADRO 3.3.3-2). Na seqüência faremos uma breve descrição dos fatores apontados no referido estudo.

Quadro 2.3.3-2 Intensidade dos fatores que influenciam a localização das atividades de engenharia

| Fator | Influência sobre a localização da Engenharia de Produção | Influência sobre a localização da Engenharia de Produto |
|-------------------|---|--|
| Cliente | Alta | Média |
| Custo | Média | Média |
| Habilidade | Baixa | Alta |
| Governo | Alta | Baixa |

Fonte: The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry (2008)

O fator cliente: a clientela é determinante para atrair instalações produtivas e, concomitantemente, os engenheiros de produção, de produto e os fornecedores. Contudo, como os mercados automobilísticos americano, japonês e da Europa Ocidental já se

encontram saturados¹² e as vendas totais de veículos leves têm crescido fundamentalmente nos países em desenvolvimento¹³ (ver Figura A9 do Anexo) –particularmente na China, Índia, Brasil e Rússia-, estes últimos estão gradualmente ampliando as suas respectivas participações de mercado (ver TABELA 2.3.3-2; TABELA 2.3.3-3 e FIGURA 2.3.3-1). Conseqüentemente, nos últimos anos, as montadoras vêm aumentando progressivamente seus investimentos¹⁴ nestes países, incluindo a ampliação das atividades de P&D (CARVALHO e PINHO, 2009, NAS, 2008).

Tabela 2.3.3-2 Consumo Aparente de Autoveículos – Países e Regiões Selecionadas

| Variável | Anos | Carros de Passeio | | | Veículos Comerciais | | | Total | | |
|-------------------------------------|---------|-------------------|--------------|-------|---------------------|--------------|-------|----------------|--------------|-------|
| | | União Européia | EUA e Canadá | Japão | União Européia | EUA e Canadá | Japão | União Européia | EUA e Canadá | Japão |
| Consumo Aparente (1.000 unids.) | 1970 | 7.627 | 8.892 | 2.472 | n.d. | 1.717 | 1.749 | n.d. | 10.609 | 4.221 |
| | 1980 | 8.993 | 9.802 | 3.137 | 1.339 | 2.149 | 1.986 | 10.332 | 11.951 | 5.123 |
| | 1990 | 12.488 | 9.891 | 5.457 | 1.677 | 4.920 | 2.191 | 14.165 | 14.811 | 7.648 |
| | 2000 | 14.693 | 8.187 | 4.831 | 2.321 | 9.245 | 1.131 | 17.014 | 17.432 | 5.962 |
| | 2007 | 15.904 | 6.511 | 4.368 | 2.653 | 9.331 | 916 | 18.557 | 15.842 | 5.284 |
| Participação no Total Mundial (%) | 1980 | 30,3 | 33,0 | 10,6 | 13,8 | 22,2 | 20,5 | 26,2 | 30,3 | 13,0 |
| | 1990 | 34,9 | 27,6 | 15,2 | 13,5 | 39,7 | 17,7 | 29,4 | 30,7 | 15,9 |
| | 2000 | 35,6 | 19,8 | 11,7 | 13,7 | 54,4 | 6,7 | 29,2 | 29,9 | 10,2 |
| | 2007 | 30,0 | 12,3 | 8,2 | 13,3 | 46,6 | 4,6 | 25,4 | 21,7 | 7,2 |
| Taxa Média Anual de Crescimento (%) | 1970-80 | 1,7 | 1,0 | 2,4 | n.d. | 2,3 | 1,3 | n.d. | 1,2 | 2,0 |
| | 1980-90 | 3,3 | 0,1 | 5,7 | 2,3 | 8,6 | 1,0 | 3,2 | 2,2 | 4,1 |
| | 1990-00 | 1,6 | -1,9 | -1,2 | 3,3 | 6,5 | -6,4 | 1,8 | 1,6 | -2,5 |
| | 2000-07 | 1,1 | -3,2 | -1,4 | 1,9 | 0,1 | -3,0 | 1,2 | -1,4 | -1,7 |

Fonte: Carvalho e Pinho (2009)

Tabela 2.3.3-3 Produção de Veículos Leves (Automóveis e Comerciais Leves) – Contribuição ao Crescimento dos Principais Países e Regiões

| Regiões / Países | 2000 | | 2007 | | Δ% Anual | Contrib. % à Variação |
|------------------------|------------|---------|------------|---------|----------|-----------------------|
| | Unidades | Part. % | Unidades | Part. % | | |
| União Européia (UE 15) | 16.648.308 | 29,6 | 16.001.020 | 23,1 | -0,6 | -5,0 |
| Alemanha | 5.334.159 | 9,5 | 5.960.733 | 8,6 | 1,6 | 4,8 |
| Espanha | 3.008.781 | 5,4 | 2.795.364 | 4,0 | -1,0 | -1,6 |
| França | 3.289.776 | 5,9 | 2.944.123 | 4,3 | -1,6 | -2,7 |
| Itália | 1.692.534 | 3,0 | 1.231.749 | 1,8 | -4,4 | -3,5 |
| Reino Unido | 1.796.892 | 3,2 | 1.730.462 | 2,5 | -0,5 | -0,5 |

¹² “A participação dos países desenvolvidos no consumo mundial – que, supondo-se que não haja variação de estoques, pode ser aproximado pela própria produção – regrediu de 69% para 54%. Essa parcela havia crescido entre 1980 e 1990 de 70% para 76%. Por resíduo, pode-se avaliar que o comportamento do mercado no resto do mundo – uma proxy para os países em desenvolvimento – foi completamente distinto. O crescimento no período 2000-2007 a uma taxa média anual de 9,3% implicou um incremento de 15,5 milhões de unidades na venda anual de autoveículos.” (CARVALHO e PINHO, 2009)

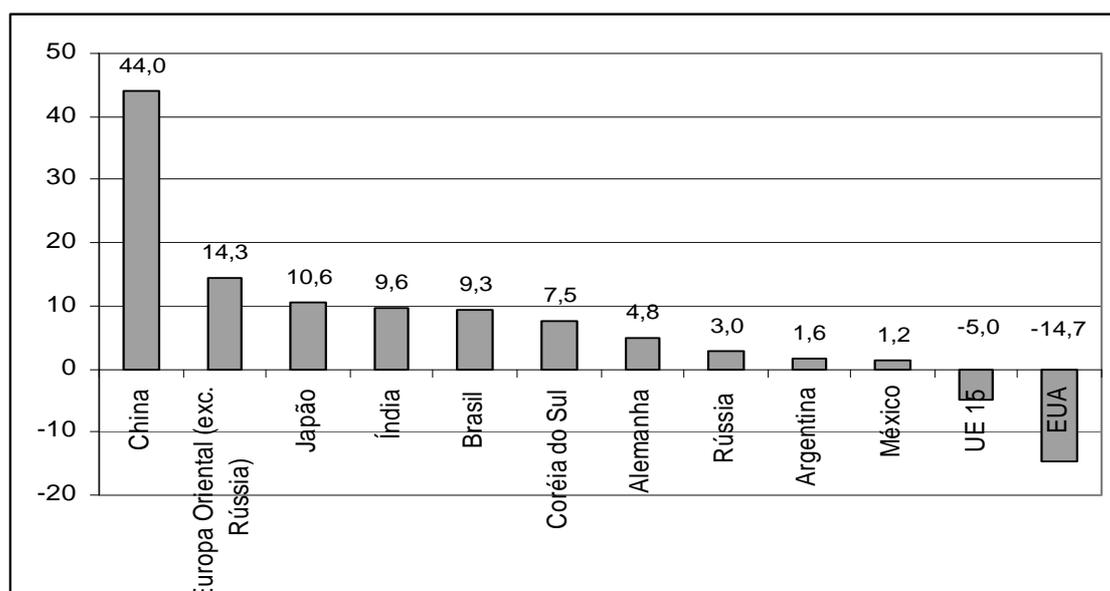
¹³ “A GM agora emprega mais que 20.000 pessoas nas instalações de montagem e produção na China, Índia, Indonésia, Coreia do Sul, Tailândia e Austrália. A Ford tem aberto plantas nos últimos 10 anos em St. Petersburg, Rússia; Xangai, Índia; e Chongqing, China”. (NAS, 2008, p. 89)

¹⁴ Informações sobre o investimento, a produção e sobre a capacidade produtiva brasileira em Figura A8 do Anexo.

| | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|------------|--------------|
| Suécia | 259.959 | 0,5 | 316.850 | 0,5 | 2,9 | 0,4 |
| Europa do Leste e Central | 2.614.860 | 4,7 | 4.868.944 | 7,0 | 9,3 | 17,3 |
| Rússia | 1.144.960 | 2,0 | 1.530.584 | 2,2 | 4,2 | 3,0 |
| Ásia e Oceania | 17.080.168 | 30,4 | 28.314.977 | 40,9 | 7,5 | 86,2 |
| China | 2.030.116 | 3,6 | 7.761.826 | 11,2 | 21,1 | 44,0 |
| Índia | 704.869 | 1,3 | 1.957.678 | 2,8 | 15,7 | 9,6 |
| Japão | 9.487.132 | 16,9 | 10.865.910 | 15,7 | 2,0 | 10,6 |
| Coréia do Sul | 3.066.141 | 5,5 | 4.043.533 | 5,8 | 4,0 | 7,5 |
| NAFTA | 17.149.517 | 30,5 | 15.021.044 | 21,7 | -1,9 | -16,3 |
| Estados Unidos | 12.389.186 | 22,1 | 10.473.193 | 15,1 | -2,4 | -14,7 |
| Canadá | 2.915.349 | 5,2 | 2.542.150 | 3,7 | -1,9 | -2,9 |
| México | 1.844.982 | 3,3 | 2.005.701 | 2,9 | 1,2 | 1,2 |
| América do Sul | 1.968.971 | 3,5 | 3.431.889 | 5,0 | 8,3 | 11,2 |
| Brasil | 1.578.216 | 2,8 | 2.794.597 | 4,0 | 8,5 | 9,3 |
| Argentina | 325.037 | 0,6 | 539.014 | 0,8 | 7,5 | 1,6 |
| Outras Regiões | 703.675 | 1,3 | 1.554.846 | 2,2 | 12,0 | 6,5 |
| Total Mundial | 56.165.499 | 100,0 | 69.192.720 | 100,0 | 3,0 | 100,0 |

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de OICA (2008)

Figura 2.3.3-1 Contribuição dos Principais Países Produtores ao Aumento da Produção de Veículos Leves (%) – 2000-07



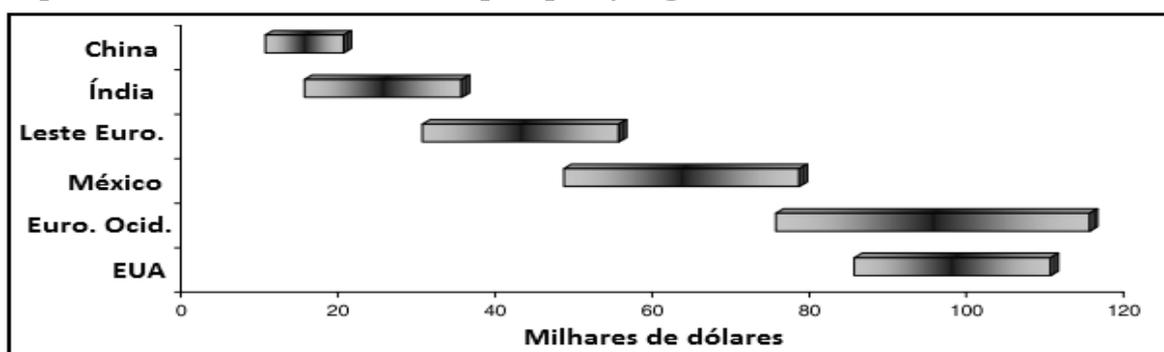
Fonte: Elaboração própria a partir de dados de OICA (2008)

O fator custo: o custo é um fator que sempre é levado em consideração no momento de decidir a alocação dos engenheiros de produção (localização das instalações produtivas) e dos engenheiros de produtos (localização da P&D)¹⁵ (ver FIGURA 2.3.3-2). No entanto, vale salientar que os custos do trabalho de engenharia não são um

¹⁵ Este autor faz uma simplificação: relaciona apenas os engenheiros de produto às atividades de P&D e não considera que os engenheiros de produção também possam estar envolvidos na realização de desenvolvimento tecnológico. Esta simplificação, que parece aceitável para certos propósitos, deve ser, entretanto, relativizada, uma vez que, como se sabe, engenheiros de produto podem não se envolver diretamente com atividades de P&D, assim como, engenheiros de produção também podem contribuir para tais atividades das empresas automobilísticas.

determinante primário para a função de projeto do produto, pois, em primeiro lugar, deve-se levar em consideração a sua qualidade e produtividade. Além disso, várias características locais podem elevar o custo final do trabalho, como, por exemplo: (i) o custo do treinamento dos trabalhadores; (ii) o custo de integração na cadeia de fornecimento local; (iii) a infra-estrutura; (iv) o custo dos ‘costumes’; (v) o custo de manutenção dos trabalhadores; (vi) dentre outros¹⁶ (NAS, 2008).

Figura 2.3.3-2 Taxa de salário para engenheiro automotivo, com experiência entre 5 e 10 anos por país/região



Nota: O custo de projetar novos carros com engenheiros brasileiros custa menos do que nos países desenvolvidos, sendo que, o custo no Brasil pode chegar à metade do valor nos Estados Unidos (Valor, 07/01/2008).

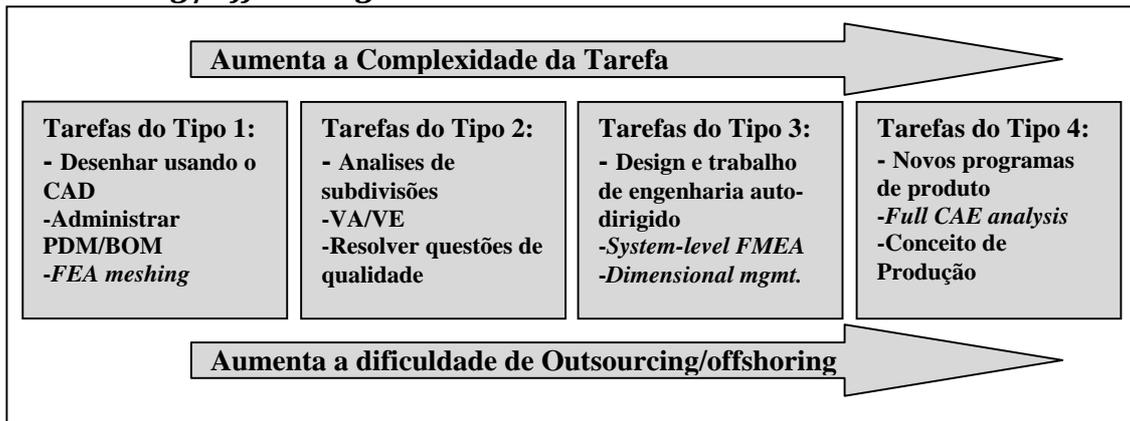
Fonte: The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry (2008)

O fator habilidade: a habilidade dos trabalhadores é menos importante -que o custo, a política governamental e os clientes- para a alocação da produção num determinado lugar. É, porém, um fator crucial para determinar a localização da engenharia de produto¹⁷. Para a empresa transferir funções da engenharia de produto para um determinado lugar, este deve possuir engenheiros qualificados. No entanto, a indústria automobilística pode externalizar, em tese, a engenharia do produto de diversas maneiras, ou seja, externalizar todo o programa de engenharia de um veículo ou partes dele. Contudo, as empresas geralmente internalizam as tarefas com maior valor adicionado (NAS, 2008).

¹⁶ “Como o CEO de uma fornecedora de primeira linha norte americana disse: nós aprendemos que procurar [mesmo baixas] taxas de salários não é uma estratégia empresarial sustentável. Nós investimos pesadamente para aumentar a quantidade produzida no México, só para descobrir que era difícil manter os trabalhadores depois do investimento no seu treinamento. Descobrimos também custos imprevistos bem maiores do que esperávamos como os custos de costumes (...)” (NAS, 2008, p.90). Segundo Luc de Ferran, consultor do setor, os projetos costumam vir para o Brasil mais pela competência do que pelo custo (Valor, 07/01/2008).

¹⁷ “Dados da Ford indicam que o Brasil tem hoje seis engenheiros para cada mil profissionais economicamente ativos. Nos Estados Unidos há 75 para os mesmos mil. No Japão são 90 e na China, 25. Mas o que mais preocupa o setor é o ritmo de formação. O Brasil forma 30 mil engenheiros por ano. Na Rússia são 100 mil; na Índia, 200 mil; e na China, 300 mil” (Valor, 03/09/2009)

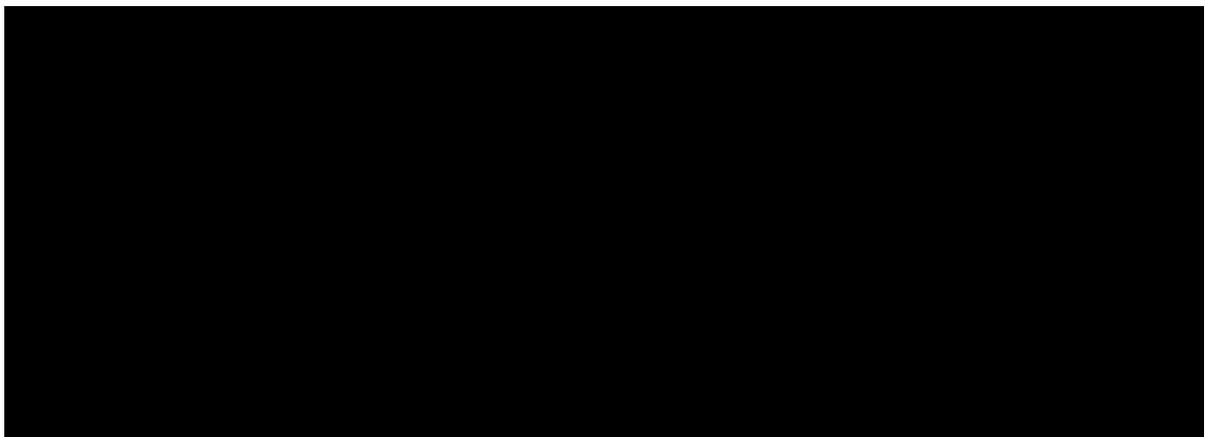
Figura 2.3.3-2 Impacto da complexidade da tarefa na Outsourcing/Offshoring



Fonte: Adaptado, *The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry* (2008)

Os dados abaixo (ver FIGURA 2.3.3-1) demonstram que uma parcela significativa do gasto total em P&D na indústria automobilística era realizada no exterior. Em 2005, cerca de 31% do gasto total de P&D neste setor era realizado no exterior¹⁸, enquanto a parcela dos trabalhadores envolvidas nesta atividade alocada fora do país de origem era de 23%, o que parece evidenciar a importância do motivo de *market-seeking* para a internacionalização da P&D nesta indústria (ver TABELA 2.3.3-4). No caso da indústria de *hardware* de TI, a maior parcela de trabalhadores em P&D no exterior comparativamente ao montante relativo de gastos, parece significar que, neste caso, a realização desta atividade no exterior tem o intuito de reduzir os custos do trabalho (UNCTAD: survey 2005).

Figura 2.3.3-3 Grau de internacionalização da P&D por Indústria da UNCTAD survey (%)



Fonte: UNCTAD: survey (2005)

¹⁸ A indústria automobilística foi naquele ano a quarta mais internacionalizadas em termos dos gastos em P&D, ficando atrás das indústrias química, farmacêutica e eletrônica, respectivamente (ver novamente FIGURA 2.3.3-3).

Tabela 2.3.3-4 Grau de internacionalização da P&D por Indústria da UNCTAD survey (em por cento)

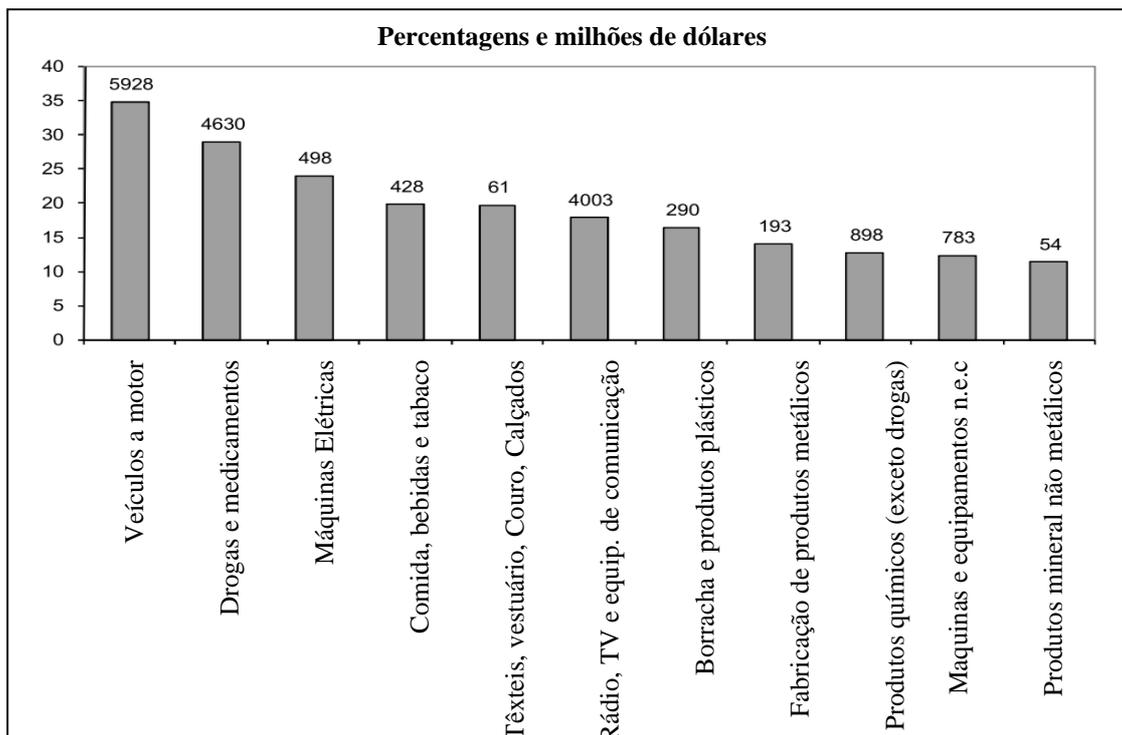
| Indústria | Parcela no exterior do gasto total em P&D | Parcela dos trabalhadores em P&D no exterior como percentagem do total |
|-----------------------------|--|---|
| Hardware de TI | 29,8 | 37,5 |
| Automotiva | 31,0 | 23,2 |
| Farmacêutica/ Biotecnologia | 40,3 | 39,5 |
| Química | 47,7 | 45,4 |
| Outros | 23,1 | 26,7 |

Fonte: UNCTAD: survey (2005)

No entanto, vale destacar que, se de por um lado, uma parcela significativa da atividade de P&D é, na média, realizada no exterior, por outro, existe uma ampla divergência quanto ao peso destas atividades realizadas fora do país de origem entre os principais países produtores da indústria automobilística (ver FIGURA 2.3.3-4 e FIGURA 2.3.3-5). No caso americano, a indústria automobilística é a mais internacionalizada, com cerca de 35 % da sua P&D realizada no exterior; enquanto no caso japonês esta parcela fica abaixo de 4% (OECD, 2006). Entretanto, os gastos no exterior das MNs Japonesas do setor automobilístico subiram de aproximadamente \$ 6 bilhões para \$13 bilhões no período de 1995-2003 (ver, novamente, FIGURA 2.3.2-2). Além disso, no período entre 2000 e 2006, os investimentos em P&D japoneses no exterior neste setor aumentaram em cerca de 156%, enquanto que, no mesmo período, os investimentos em P&D recebidos por este país aumentaram apenas em 90%¹⁹.

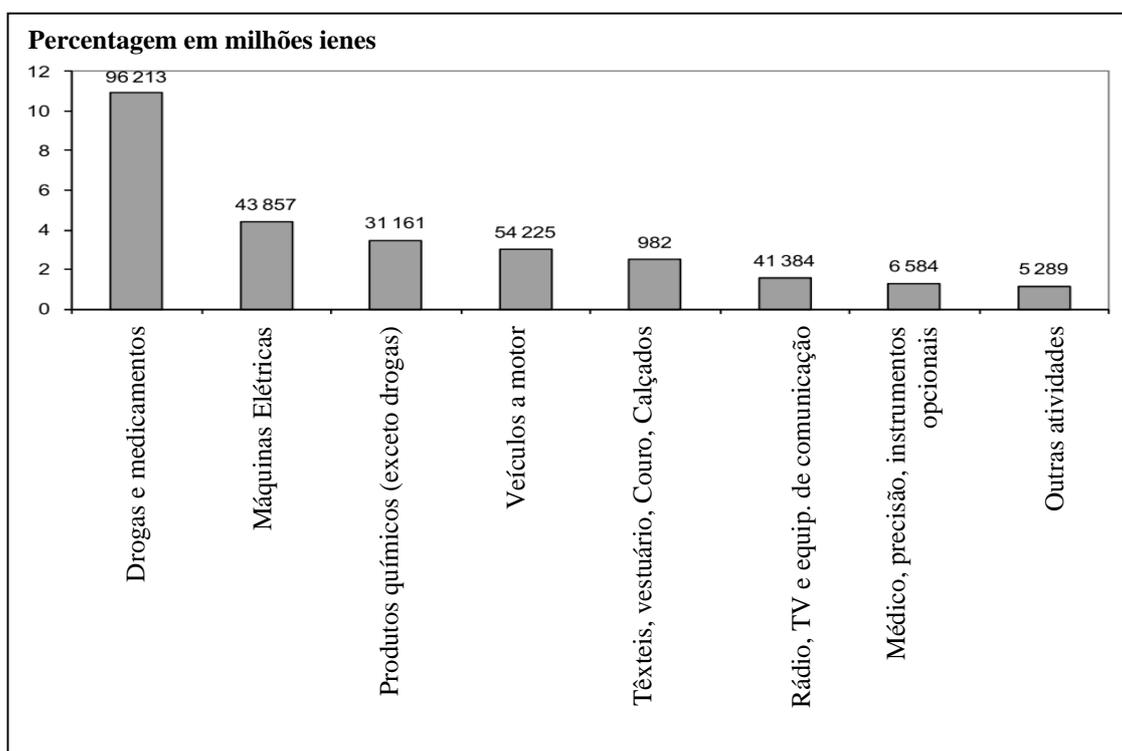
¹⁹ No Tabela A4 do Anexo encontram-se dados sobre a evolução dos investimentos em P&D *Outward* e *Inward* no setor automobilístico para o período compreendido entre 1994 e 2006. Nesta tabela, foram selecionados alguns países da OECD que tinham dados disponíveis.

Figura 2.3.3-4 Gasto de P&D no exterior e sua parcela nos gastos de P&D realizado nos Estados Unidos, 2003



Fonte: OECD (2006)

Figura 2.3.3-5 Gasto de P&D no exterior e sua parcela nos gastos de P&D realizado no Japão, 2003



Fonte: OECD (2006)

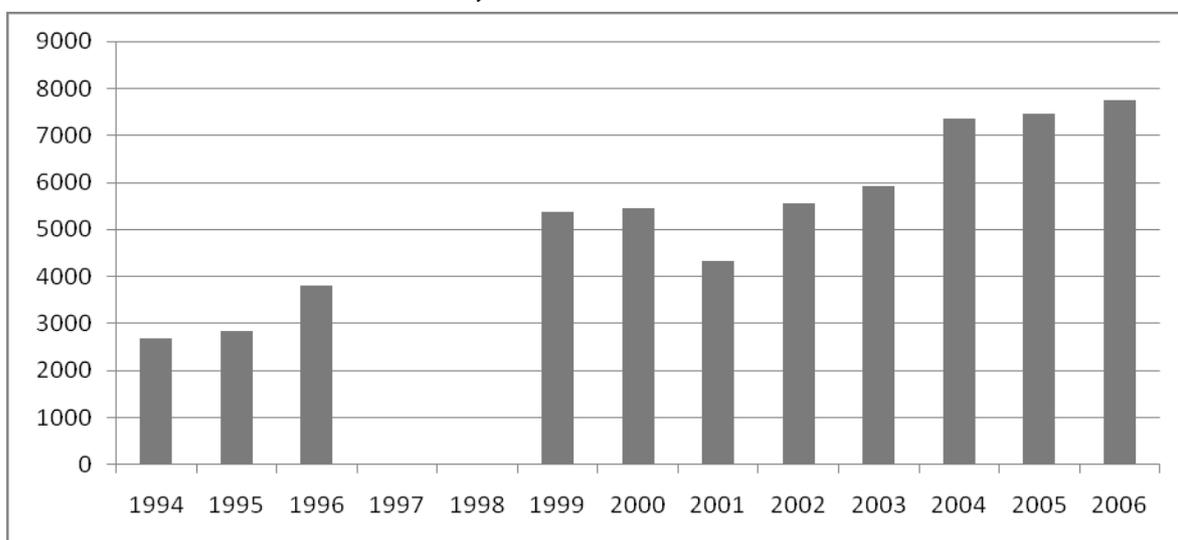
3. ESTÁGIO DA INTERNACIONALIZAÇÃO DA P&D NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

O objetivo deste tópico é apresentar informações sobre o estágio da internacionalização da P&D automobilística, para os Estados Unidos e China e, no final, discutiremos questões pertinentes ao Brasil.

3.1. ESTADOS UNIDOS

Os dados mostram que nos últimos anos houve um aumento dos investimentos em P&D no setor automobilístico dos Estados Unidos no exterior (ver FIGURA 3.1.1 e TABELA 3.1.1). No período entre 2000 e 2006, os investimentos em P&D americano no exterior neste setor aumentaram em cerca de 41,9%, enquanto que, no mesmo período, os investimentos em P&D recebidos por este país aumentaram em apenas 14,8% (ver novamente Tabela A4 do Anexo). Além disso, constatou-se que em 1989 cerca de 14% do total gasto em P&D no setor automobilístico americano era realizado no exterior, já em 2003, este valor subiu para 35%, o que demonstra que nos últimos anos uma parte substancial da P&D americana está sendo internacionalizada.

Figura 3.1.1 Evolução do investimento dos Estados Unidos outward em P&D no setor automobilístico, 1994-2006



Nota: Valores em dólares correntes. Dados não disponíveis para os anos de 1997 e de 1998

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da OECD

Tabela 3.1.1 Evolução da parcela do total gasto em P&D no setor automobilístico que é realizada no exterior (1989-2003)

| Países | 1989 | 1994 | 1997 | 1999 | 2003 |
|----------|------|------|------|------|------|
| EUA | 14% | 22% | .. | 30% | 35% |
| Alemanha | .. | .. | 17% | 31% | .. |
| Japão | .. | .. | 0% | 1% | 3% |

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados da OECD

Devido ao baixo dinamismo que o mercado automobilístico norte-americano vem apresentando nos últimos anos e o impacto adicional da crise recente, que os Estados Unidos também vem enfrentando, duas das suas principais montadoras (a GM e a Ford) estão reformulando suas estratégias competitivas.

Estas empresas têm adotado um modelo de negócio *multinacional*, com centros de P&D em vários países, realizando, muitas vezes, operações regionais autônomas. A GM possui 13 centros de engenharia e *styling* espalhados em 13 países. Recentemente, esta empresa estabeleceu centros de P&D na China (1997), na Coreia do Sul (2002) e na Índia (2003). A Ford possui sete centros de engenharia, pesquisa e *design* localizados em Dearborn, Michigan; Dunton, Reino Unido; Gaydon, Reino Unido; Whitley, Reino Unido; Gothenburg, Suécia; Aachen, Alemanha; e Merkenich, Alemanha (NAS, 2008).

No entanto, o principal objetivo dos administradores das atividades de P&D destas empresas tem sido melhorar a coordenação entre suas funções de engenharia ao redor do mundo, pois na maioria dos casos, os seus centros de engenharia não trabalham conjuntamente (NAS, 2008).

3.2. CHINA

Em meados da década de 1980 a indústria automobilística chinesa era insignificante numa perspectiva global (produzia cerca de 5.200 carros de passageiro). No início da década de 1980, este país permitiu a entrada de três montadoras estrangeiras no seu mercado através de acordos de *joint-venture* com parceiros chineses: American Motors Corporation (em 1981 esta empresa foi comprada pela Chrysler), Volkswagen e Peugeot. Destas empresas, a Volkswagen foi a montadora que obteve maior sucesso. No início dos acordos, o governo chinês limitou a participação das montadoras nas *joint-ventures* a no máximo 50 % e os impostos de importação de carros de passageiros giravam em torno de 260% em 1985. No entanto, a indústria e o mercado da China vêm passando por uma profunda transformação desde a sua entrada na Organização Mundial do Comércio (OMC),

em 2001. O enorme mercado potencial, juntamente com o acordo com a OMC, tem estimulado várias montadoras já instaladas a ampliarem os seus investimentos e também tem incentivado várias outras empresas a procurarem parceiros locais para a instalação de unidades produtivas neste país. O imposto de importação para carros de passageiros têm caído nos últimos anos, em 2006, este imposto se encontrava em 25 por cento (NAS, 2008).

Atualmente, a China é um dos protagonistas na indústria automobilística mundial, pois possui um gigante e crescente mercado automotivo (ver novamente FIGURA 2.3.3-1)²⁰. O mercado chinês experimentou em 2002 e em 2003 uma taxa de crescimento superior a 60%, contudo, houve uma leve desaceleração em 2004. Lembrando que, como dito anteriormente, as vendas nos três mercados automotivos maduros -no Japão, nos Estados Unidos e na Europa Ocidental- têm permanecido relativamente estáveis nos últimos cinco anos. Outro aspecto interessante sobre a indústria automobilística chinesa é o seu elevado número de montadoras: cerca de 120 nos últimos 15 anos. Além disso, a maior parte destas montadoras possuem um volume de vendas insignificante. Em 2004, apenas 12 montadoras chinesas tinham uma capacidade produtiva de mais de 100.000 unidades. (CARVALHO E PINHO, 2009; NAS, 2008).

Em relação às atividades de inovativas, as universidades representam uma função crucial para a P&D automotiva neste país. O governo financia três laboratórios universitários que conduzem pesquisas automotivas aplicadas para as montadoras chinesas. Em 2002, foi estabelecida na Universidade Tongji, em Xangai, a primeira faculdade de engenharia automotiva²¹. Recentemente, a Chongqing Linfan, uma das principais empresas de motos da China, lançou o seu primeiro carro de passageiro, o Lifan 520, sendo que, este veículo, foi totalmente projetado com recursos domésticos (NAS, 2008).

O estudo de Jane Zhao, citado pela *National Academy of Sciences* (2008), destaca três características sobre as capacitações em P&D da China:

²⁰ As vendas no mercado chinês superaram as dos Estados Unidos pela primeira vez na história em janeiro, segundo um artigo do Jornal Valor Econômico: “Os consumidores chineses compraram 790.000 veículos em janeiro, segundo dados divulgados esta semana pela General Motors Corp.. Nos EUA, as vendas totais de automóveis e comerciais leves ficaram um pouco abaixo de 657.000 no mesmo mês, segundo dados da Autodata Corp.” (Valor, 05/02/2009).

²¹ Até 2004, apenas o Pan Asia Technical Automotive Center (PATAC) –centro de P&D chinês- tinha participação de capital externo. Este centro foi fundado em 1997, através de uma *joint-ventures* (50-50) entre a GM e SAIC (Shanghai Automotive Industry Corporation). Atualmente, existe cerca de 1.100 pessoas trabalhando no PATAC. As perspectivas são que este número dobre nos próximos anos para suportar o lançamento de vários novos produtos da Shanghai GM. Outro ponto importante é que o trabalho neste centro envolve desenvolvimento do produto, engenharia do veículo, *styling* e serviço de engenharia de apoio (NAS, 2008). Ver <http://www.gmchina.com/english/operations/patac.htm>.

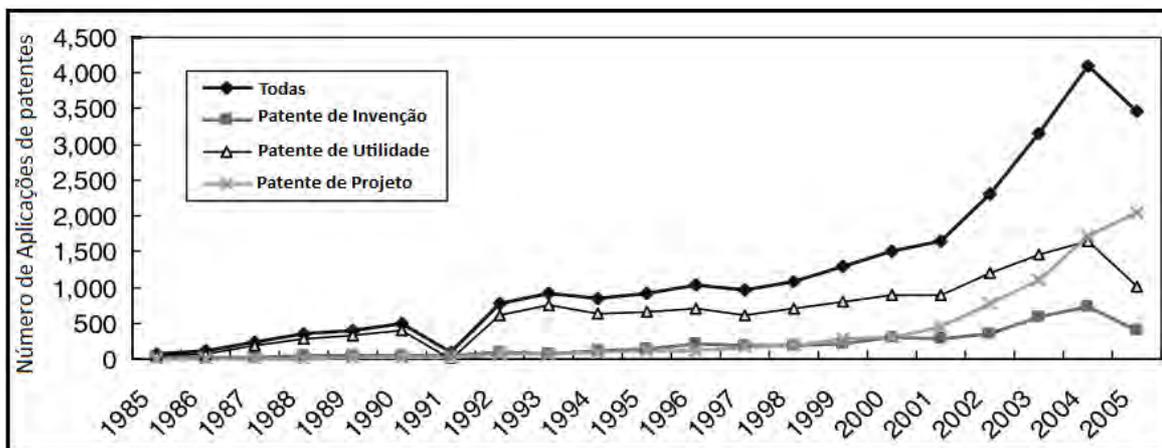
- 1) As capacitações da P&D doméstica da China estão bem atrás dos competidores não chineses. Suas capacitações giram em torno do desenvolvimento de produtos mecânicos, mas possuem pouca capacitação em produtos eletrônicos avançados e em *softwares*;
- 2) Vários administradores de P&D na China não são bem qualificados para exercer a função. Alguns não sabem como aplicar de forma eficiente os seus orçamentos. Contudo, recentemente, algumas montadoras chinesas estão contratando executivos de alto nível para administrar os seus orçamentos de P&D²²;
- 3) A China ainda é bastante dependente do conhecimento estrangeiro. Grande parcela da P&D realizada por *joint ventures* internacionais esta concentrada na engenharia de ‘localização’, o que não é uma atividade tão importante quanto o desenvolvimento de um veículo completo. Alguns engenheiros argumentam que as *joint ventures* tem feito com que eles se concentrem em atividades mais simples. Isto confronta com um dos objetivos iniciais traçados pelo governo chinês ao conceber a idéia das *joint ventures*, ou seja, que os engenheiros da empresas chinesas gastariam poucos anos trabalhando em centros de *joint ventures* em P&D para absorver conhecimento.

Apesar disso, nos últimos anos este país tem dado largos passos no desenvolvimento de suas atividades inovativas: i) Engenheiros chineses que estão trabalhando em estruturas de *joint venture* fora da China tem aprendido sobre engenharia automotiva avançada; ii) O governo municipal de Xangai tem uma meta de vender 60.000 veículos híbridos em 2010 e, com isso, a PATAC esta desenvolvendo pesquisas em engenharia avançada para ir ao encontro deste objetivo; iii) De 1.200 pessoas trabalhando nos centros de design da GM ao redor do mundo, 80 estão em Xangai; (iv) Como o modelo de *joint venture* não atingiu o objetivo de transferência tecnológica, a China tem

²² Frank Zhao é um exemplo de tal tendência, este, por sua vez, era engenheiro graduado da Chrysler. No entanto, ele pediu demissão desta empresa e foi trabalhar na Geely Holding Group Co., uma das principais marcas chinesas. Desde que chegou nesta empresa, três anos atrás, Zhao vêm causando uma verdadeira transformação na cultura empresarial chinesa, que “muitas vezes tolera atalhos em termos de qualidade para acelerar o desenvolvimento de produtos”. Com ele no comando do centro de tecnologia da Geely, o número de engenheiros triplicou, para os atuais 1.200 (Valor, 15/07/2009).

terceirizado a engenharia e, com isso, tem obtido know-how com a colaboração de outras empresas (ver FIGURA 3.2.1) (NAS, 2008).

Figura 3.2.1 Número de patentes automotivas relatada na China, 1985-1990



Fonte: Adaptado, *The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry* (2008)

Analisando os dados recentes da China, percebe-se que o valor do investimento direto estrangeiro subiu consideravelmente no período compreendido entre 2001 e 2008, passando de 872 milhões para 1,6 bilhão de dólares, sendo que o número de projetos de investimento estrangeiros aprovados passou de 294 para 521. No caso dos investimentos em projetos e dos gastos de P&D, também se constatam uma trajetória ascendente no período recente. Entre 2001 e 2004, estes valores passaram de 651 para 1.321 projetos, e de US\$ 708 milhões para US\$ 1.562 milhões, respectivamente (ver TABELA 3.2.1). Em relação aos gastos de P&D, vale destacar que o intuito de algumas empresas chinesas – como a Chang’na, Geely, Chery e a BYD – em investir nesta atividade é aumentar a competitividade global, atendendo às normas internacionais de segurança e emissão de poluentes. Além disso, o governo chinês lançou em 2009, um pacote chamado *Automotive Readjustment and Revitalization Plan*, cujos objetivos seriam: (i) estimular a diminuição dos efeitos da crise no mercado interno e, (ii) conceder incentivos governamentais para as empresas chinesas investirem no desenvolvimento de veículos híbridos e elétricos, como já faz a BYD²³ (CARVALHO *et al.*, 2010).

²³ “O grande volume de investimentos recentes em P&D fizeram com que a BYD se tornasse uma das 10 empresas domésticas com maior número de pedidos de patentes na China em 2002 e 2008” (CARVALHO *et al.*, 2010, p.18).

Tabelas 3.2.1 Dados da Indústria Automotiva Chinesa

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|------|------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Investimento Direto Estrangeiro ¹ | - | 872 | 1.639 | 2.003 | 3.200 ² | 3.407 | 2.141 | 1.801 | 2.667 |
| Número de Projetos de Investimento Estrangeiros | - | 294 | 537 | 865 | 1.150 ² | 1.015 | 964 | 842 | 521 |
| Investimento em Projeto ¹ | 224 | 651 | 784 | 1.165 | 1.321 | 2.454 | 4.161 | 3.175 | 1.335 |
| Gastos em P&D ¹ | - | 708 | 1.041 | 1.296 | 1.562 | - | - | - | - |

Nota: 1 Milhões de Dólares Americanos; 2 Estimativa.

Fonte: Carvalho et al, (2010)

4. BREVE REVISÃO SOBRE A MUDANÇA TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Os próximos tópicos apresentam informações pertinentes à mudança tecnológica na indústria automobilística. Mais especificamente, eles apresentam informações relativas ao atual estágio das pesquisas e do desenvolvimento de novas formas de propulsão e combustíveis alternativos.

Primeiramente, nossa preocupação foi destacar dois dos principais fatores que estão incentivando os altos investimentos nesses tipos de pesquisas. Em outros termos, nosso objetivo inicial foi descrever, ainda que brevemente, a ligação entre questões estruturais ligados ao petróleo e ao crescimento e aprofundamento das regulamentações ambientais, com a corrida para o desenvolvimento de formas de propulsão mais eficientes e menos poluentes.

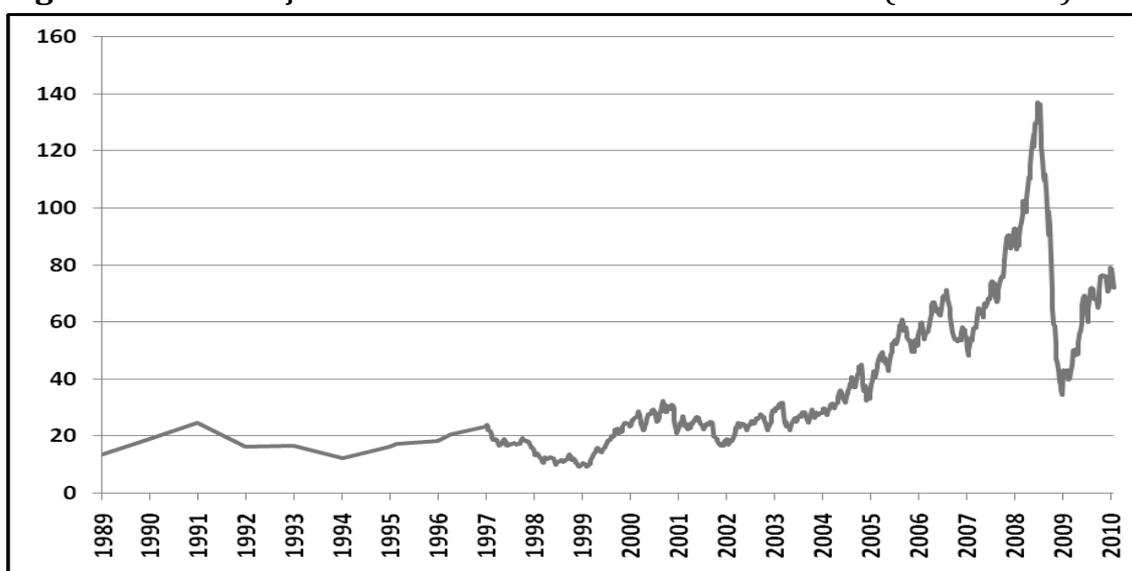
Identificado, mesmo que parcialmente, o “porque” da mudança tecnológica, procuraremos demonstrar como esta se dando o desenvolvimento de novas tecnologias de propulsão e do aperfeiçoamento do motor de combustão interna. Para isto, procuramos destacar as principais tecnologias em fase de pesquisas e desenvolvimento e, sempre que possível, mostramos os principais vantagens e desvantagens de cada tecnologia. Lembrando que, devido à abrangência destes temas de pesquisa, nos vimos obrigados a focar nossa atenção aos aspectos que nos parecerão mais relevantes.

4.1. PETRÓLEO

No século passado, os aumentos no preço do petróleo foram momentâneos e, principalmente influenciados por questões conjunturais, como por exemplo, as tensões geopolíticas nas principais áreas produtoras, que em alguns casos evoluíram para guerras.

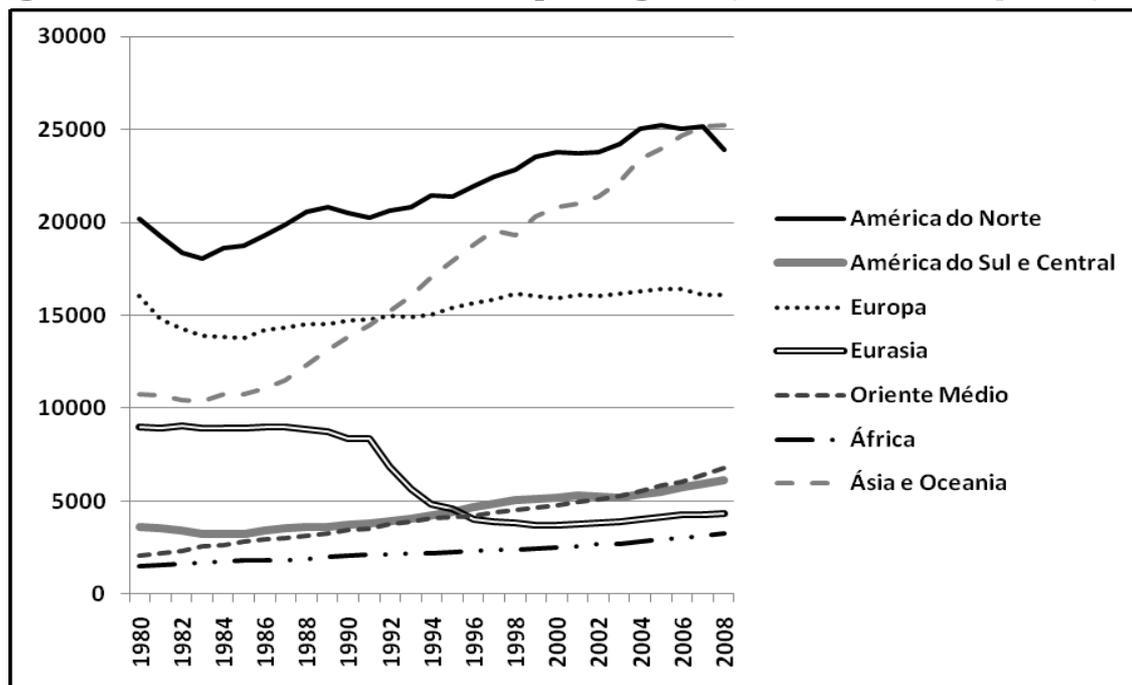
Atualmente, o preço do petróleo parece seguir uma tendência ascendente, aparentando estar muito mais relacionados com algumas questões estruturais, do que com questões conjunturais (ver FIGURA 4.1.1). Vários são os fatores que estão induzindo a elevação do preço do petróleo: (i) o expressivo crescimento asiático e, conseqüentemente, o aumento da demanda por petróleo (ver FIGURA 4.1.2); (ii) estimativas pessimistas quanto as quantidade de petróleo disponível nas reservas mundiais; (iv) o estado de permanente tensão entre o mundo ocidental e árabe, juntamente com o terrorismo; (v) a permanecia do elevado consumo nos países ocidentais; (vi) dentre outros fatores (BNDES, 2006 e 2008b).

Figura 4.1.1 Cotação do Barril de Petróleo: 1989-2010 (em dólares)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EIA (Energy Information Administration)

Figura 4.1.2 Consumo de Petróleo por regiões (milhares de barris por dia)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da EIA (Energy Information Administration)

O aumento do preço do petróleo tem um impacto direto no valor dos combustíveis fósseis o que, por serem bens complementares, faz diminuir a demanda dos carros movidos com estes tipos de combustíveis e, como consequência, acaba incentivando indiretamente as pesquisas e o desenvolvimento de novas formas de propulsão e também, o desenvolvimento de motores de combustão interna com maior eficiência. Não obstante, vale ressaltar que muitas tecnologias alternativas de propulsão são inviáveis economicamente quando o preço do petróleo está muito baixo. Contudo, a tendência de elevação contínua do preço deste produto nas próximas décadas é visto como um dos fatores que tem estimulado a indústria automobilística a investir mais pesadamente em tecnologias de propulsão alternativas nos últimos anos.

Visto que os veículos movidos com combustíveis fósseis ainda representam mais de 90% da demanda por powertrain (ver TABELA 4.1.1), outro fator importante que merece ser mencionado refere-se à duração das reservas de petróleo (ver TABELA 4.1.2). Alguns analistas mais pessimistas acreditam que a produção de petróleo já atingiu o pico e tendência dos próximos anos é declinar continuamente até aproximadamente 2050. Já os otimistas, acreditam que a análise dos pessimistas é muito estática. Por um lado, eles acreditam que a alta dos preços está estimulando os avanços tecnológicos no setor, com o desenvolvimento de melhores formas de bombeamento e, conseqüentemente, melhorando capacidade de exploração. Por outro lado, eles também destacam o impacto de novas

descobertas e das regulamentações sobre a demanda de petróleo, postergando assim, fortemente as projeções de exaustão das reservas (Valor, 12/01/2010a; CAMBRIDGE, 2009).

Tabela 4.1.1 Estimativa da Demanda Global de Powertrain

| | 2009 | 2010 | 2015 |
|--------------------|------------|------------|------------|
| Combustão/Diesel | 11.252.438 | 12.437.535 | 17.361.083 |
| Combustão/Gasolina | 43.446.105 | 47.483.880 | 61.008.261 |
| Híbrido/Diesel | 3.385 | 29.706 | 311.907 |
| Híbrido/Gasolina | 904.304 | 1.321.389 | 3.341.004 |
| Elétricos | 5.882 | 39.695 | 415.257 |
| Total | 55.612.114 | 61.312.205 | 82.437.512 |

Nota: Previsões realizadas pela PricewaterhouseCoopers

Fonte: Automotive Business (2009)

Tabela 4.1.2 Estimativas da duração das principais fontes de Energia

| | Reservas em 1° de janeiro de 2010 | Consumo mundial por segundo | Exaustão Prevista |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Carvão | 834.684.384 t | 203 t | 19/05/2140 |
| Urânio | 17.963 t de U-235 | 0,0000042222017 t | 28/11/2144 |
| Gás Natural | 171.514.266.542.404 m | 92.653 m ³ | 12/09/2068 |
| Petróleo | 1.175.686.472.626 barris | 986 barris | 22/10/2047 |

Fonte: www.energy.eu

4.2. REGULAMENTAÇÕES AMBIENTAIS

Uma importante questão sobre o petróleo não abordado no tópico anterior e que merece uma atenção especial, refere-se ao seu impacto ambiental. Como amplamente divulgado pela mídia, os combustíveis derivados do petróleo são um dos principais responsáveis pelo aumento do efeito estufa. A queima destes combustíveis reverte um processo que a natureza levou milhares de anos para constituir. Resumidamente, a combustão dos combustíveis fósseis lança para a atmosfera uma enorme quantidade de compostos de carbono que se encontrava estocada no subsolo. Por sua vez, as emissões dos chamados gases de efeito estufa contribuem para o aquecimento global e, conseqüentemente, para os desastres naturais relacionados ao clima (BNDES, 2006 e 2008a).

O papel do setor de transporte no lançamento de gases na atmosfera é bem expressivo, correspondendo a aproximadamente 26% do total das emissões de gases de efeito estufa. Outros setores com alta participação nas emissões de gases de efeito estufa são os de abastecimento de energia e o industrial, correspondendo a 35% e a 17%, respectivamente. Devido a isto, as exigências ambientais têm crescido nos últimos anos.

Em parte, isto levou à adesão de vários países ao Protocolo de Quioto, pelo qual, na primeira etapa, os países signatários se comprometeram a diminuir em 5% o nível de emissões dos principais gases causadores do efeito estufa entre os anos de 2008 e 2012, sendo o ano base o de 1990. Para atingir as metas do Protocolo, vários países têm ampliado as limitações ambientais para o setor automobilístico e incentivado a utilização de combustíveis alternativos provenientes de fontes renováveis. Além disto, estes países têm investido diretamente no desenvolvimento de novas tecnologias (BNDES, 2006 e 2008b; NRC, 2008a).

Para fazer frente às crescentes limitações ambientais, a indústria automobilística tem investido maciçamente nos últimos anos no desenvolvimento de novas tecnologias. Algumas destas tecnologias serão apresentadas nos próximos tópicos.

5. INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Basicamente, os gases emitidos pelos veículos podem ser classificados em dois conjuntos: (i) os gases inertes: são aqueles que diretamente não afetam à saúde e ao meio ambiente²⁴; (ii) os gases poluentes ou tóxicos. Atualmente, a representatividade dos gases inertes nas emissões é bem maior do que no passado, representando cerca 99% das emissões, enquanto os gases tóxicos representam aproximadamente 1% das emissões (ver TABELA 5.1). Esta baixa participação dos gases tóxicos nas emissões totais de gases se deu devido ao contínuo desenvolvimento de novas tecnologias para tornar o processo de combustão mais eficiente e reduzir a emissão de gases dos veículos, com o intuito de atender às crescentes exigências ambientais. Para isto, a indústria automobilística desenvolveu na última década importantes tecnologias, como por exemplo, os sistemas de injeção eletrônica de combustível, para substituir os carburadores, e os catalisadores. Com a introdução dessas tecnologias, a emissão de gases tóxicos reduziu-se em cerca de 90%. Entretanto, atualmente, o principal problema neste âmbito da indústria automobilística refere-se a um gás inerte: o dióxido de carbono. Este gás, como já foi destacado no tópico acima, é um dos principais responsáveis pelo aumento do efeito estufa e representa cerca de 18,1% das emissões dos veículos (BNDES, 2006).

²⁴ Entre esses, o dióxido de carbono que é um gás inerte, contudo, ele é um dos principais responsável pelo efeito estufa.

Tabela 5.1 Composição Química dos gases emitidos

| <u>GASES INERTES</u> | <u>99%</u> |
|--|----------------------|
| <i>Nitrogênio</i> | 71,7% |
| <i>Vapor de água</i> | 9,2% |
| <i>Dióxido de carbono</i> | 18,1% |
| <i>Outros gases inertes</i> | <0,1% |
| <u>GASES POLUENTES</u> | <u><1%</u> |
| <i>Monóxido de carbono</i> | <0,70% |
| <i>Óxidos de nitrogênio</i> | <0,25% |
| <i>Hidrocarbonetos</i> | <0,05% |
| <i>Aldeídos, vapores de combustível e outros</i> | <0,01% |

Fonte: BNDES (2006)

Para fazer frente a esta situação e, como a exigência de substituição total ou parcial dos derivados do petróleo tende a aumentar, a indústria automobilística se encontra numa verdadeira corrida tecnológica para que, dentre as diversas tecnologias em desenvolvimento atualmente, consiga adquirir competências na(s) mais promissora(s). Esta indústria tem investido pesadamente no desenvolvimento de motores a combustão interna mais eficiente, procurando diminuir o consumo e a emissão de gases. Paralelamente, a indústria tem investido em pesquisas e no desenvolvimento de propulsores baseados em fontes alternativas de energia, sendo que, em linhas gerais, estes investimentos são direcionados a dois grandes grupos: (i) desenvolvimento de motores elétricos: bateria, solar, híbrido, células de combustível; (ii) desenvolvimento de combustíveis alternativos: gás natural, biodiesel, álcool (ABDI, 2008; BNDES, 2006, 2008a e 2008b; CARVALHO, 2008; CARVALHO E PINHO, 2008).

Uma ilustração deste esforço pode ser visualizada por meio da TABELA 5.2, através dela, nota-se que o desenvolvimento de formas de propulsão alternativa é a área tecnológica com maior número de patentes em 2009, com uma participação de cerca de 14% no patenteamento geral do setor automotivo. Vale destacar também que esta área tecnológica foi a que mais cresceu entre 2003 e 2008, representando cerca de 120%, seguido pelo sistema de segurança (84%) e sistema de navegação (73%) (ver TABELA A14 no Anexo). Destes dados, podemos inferir que uma parcela expressiva dos gastos de P&D no período recente tem sido destinada nessa área tecnológica e, além disso, indiretamente, eles demonstraram as áreas tecnológicas de maior preocupação atual das empresas do setor.

Tabela 5.2 Atividade de Patenteamento Automotivo em 2009

| Área tecnológica | Quantidade | Participação (%) |
|--------------------------------------|------------|------------------|
| Formas de Propulsão Alternativa | 13.118 | 14 |
| Sistemas de Navegação | 12.414 | 13 |
| Transmissão | 11.520 | 12 |
| Segurança | 10.589 | 11 |
| Controle de Poluição | 8.567 | 9 |
| Assento, Cinto de Segurança, Airbags | 7.657 | 8 |
| Sistemas de Direção | 6.610 | 7 |
| Sistemas de Suspensão | 5.975 | 6 |
| Sistemas de Segurança | 5.817 | 6 |
| Projeto do Motor e Sistemas | 5.552 | 6 |
| Sistemas de Freios | 4.067 | 4 |
| Sistemas de Entretenimento | 3.230 | 3 |
| Total | 89.106 | 100 |

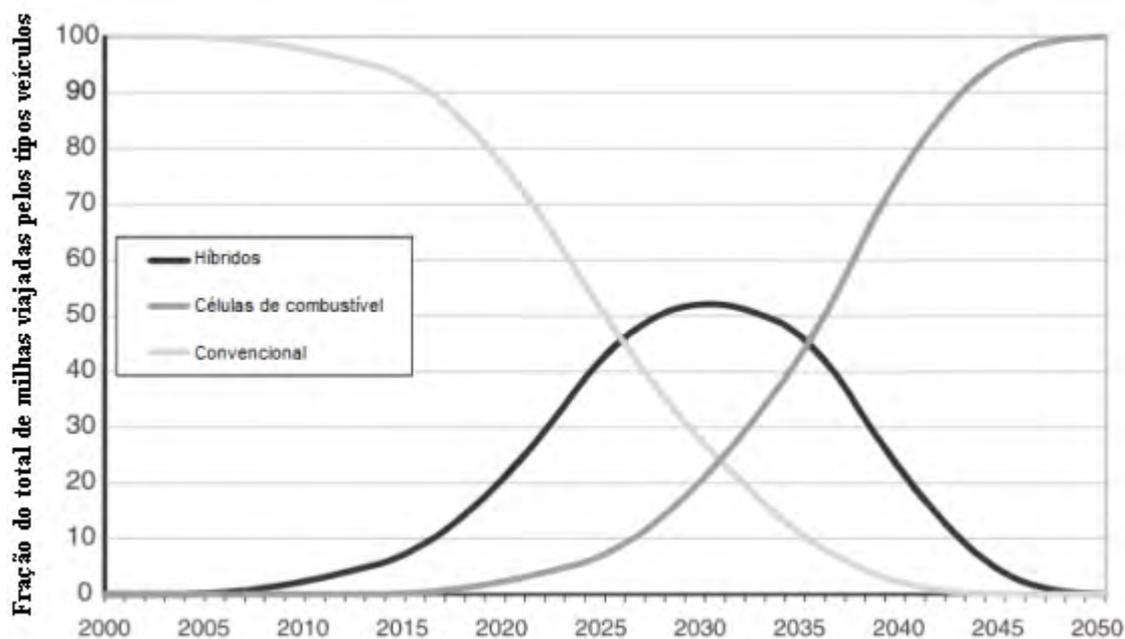
Fonte: Thomson Reuters(2009a)

Das diversas tecnologias atuais em fase de pesquisa e desenvolvimento, ainda não se sabe qual será a predominante no futuro. Algumas montadoras estão investindo em todas as principais tecnologias. Outras optaram por uma estratégia mais limitada, focando, no curto prazo, no desenvolvimento de motores de combustão interna mais eficiente, apostando nos híbridos mais no médio prazo e deixando para o longo prazo, o desenvolvimento de motores puramente elétricos. Tudo depende das projeções individuais das montadoras sobre a viabilidade econômica das tecnologias em fase de desenvolvimento e também do seus orçamentos de P&D.

Segundo a consultoria *PricewaterhouseCoopers*, os veículos leves elétricos e híbridos representarão apenas 4,93% da demanda em 2015 (ver novamente TABELA 4.1.1). A Renault Nissan tem investido bilhões no desenvolvimento destes tipos de veículos, pois estima que a participação dos elétricos será de 10% em 2020. Já a consultoria *EDtechEx*, acredita que em 2025, aproximadamente 33,33% dos veículos produzidos mundialmente serão elétricos (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

Em outra estimativa (NRC, 2008c), projeta-se que os veículos híbridos farão a ponte entre os motores convencionais e os veículos elétricos movidos a células de hidrogênio. Esta estimativa considera que os veículos com propulsão a hidrogênio começarão a ganhar uma participação mais expressiva entre 2025 e 2030 e que, os veículos híbridos serão a maioria a partir de 2025. (ver FIGURA 5.1)

Figura 5.1. Estimativa da evolução por tipo de veículos no mercado norte-americano



Fonte: National Research Council (2008c)

Portanto, nota-se que a indústria automobilística está passando por um processo de transição, no qual, ainda não se sabe qual se tornará a tecnologia dominante. Várias são as trajetórias possíveis. Nos próximos tópicos, falaremos um pouco mais sobre estas trajetórias e os princípios básicos de funcionamento de cada tecnologia.

5.1. VEÍCULOS MOVIDOS POR MOTORES ELÉTRICOS

5.1.1. Veículos Elétricos Tradicionais

Os veículos puramente elétricos, não podem ser considerados como uma novidade na indústria automobilística. No início do século passado, os motores elétricos eram o principal tipo de propulsão dos veículos, ou melhor, cerca de 40% dos veículos eram elétricos, sendo que, os veículos equipados com motores a combustão interna representavam cerca de 22%, perdendo até para os carros a vapor, que na época, representava 38% dos veículos (ABDI, 2009; AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009). Esta época é considerada como a idade de ouro do carro elétrico, no qual, a bateria recarregável inventada em 1889 pelo Thomas Edison teve uma participação significativa para que isto ocorresse. Logo depois, com o desenvolvimento de motores a combustão interna mais

eficiente e, com o crescimento da indústria petrolífera, os veículos a combustão interna acabaram se tornando a tecnologia dominante (MOWERY e ROSENBERG, 2005).

Contudo, atualmente, devido aos motivos destacados nos tópicos anteriores, a indústria automobilística e o governo de vários países têm investido pesadamente neste tipo de tecnologia²⁵. De acordo com as estimativas do Boston Consulting Group, os investimentos que foram anunciados pelos governos até o momento para os próximos cinco anos são de aproximadamente US\$ 15 bilhões. Com isto, o desenvolvimento dos carros elétricos estão de volta e com diversas trajetórias tecnológicas possíveis. Há os puramente elétricos e os híbridos. No caso dos puramente elétricos, existem diversas possibilidades de fontes de energia²⁶ (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

Os veículos elétricos possuem uma alta eficiência energética, ou seja, consegue atingir uma distância maior para uma dada quantidade de energia. Outra característica deste tipo de motor é o seu baixo nível de ruído, quando comparamos com um motor a combustão interna. Além disso, os motores elétricos são considerados ecologicamente corretos, pois não emitem quaisquer tipos de gases. Contudo, vale destacar que, se a geração de energia for feita por fontes não renováveis, como por exemplo, os combustíveis fósseis e o carvão, a utilização em massa dos veículos elétricos irá apenas transferir a poluição da indústria automobilística para a indústria de energia (ABDI, 2008; BNDES, 2006).

Em contrapartida, os veículos elétricos ainda têm uma barreira tecnológica difícil de ser vencida: a autonomia dos carros. Em geral, as baterias ainda são muito caras, pesadas e possuem uma baixa capacidade de armazenamento de energia. A primeira geração destes veículos –Tesla, Revam Think City, Nev, GEM, American Electric Vehicle, Fly Bo, Myers Motors, Commuters Cars, Dinasty Electric, Zero Air Pollution- têm uma autonomia média de 109 km e a velocidade máxima de 78 km/h²⁷. Contudo, a nova geração de veículos elétricos –Nissan Leaf, Mitsubishi i MiEV, Renault Fluence, Ford Focus EV, Geely EK2, Tata Indica, BYD e6, BYD F3, Subaru Stella, Dodge Circuit,

²⁵ “A briga pela vanguarda tecnológica promete pelo menos esquentar o desenvolvimento de elétricos e híbridos. Os asiáticos vêm despejando investimentos no segmento, mas agora Estados Unidos e França anunciaram pacotes bilionários em pesquisa, produção e testes de componentes e veículos” (AUTOMOTIVE BUSINESS, pag.18, 2009).

²⁶ Como por exemplo, alimentação por meio de: bateria, energia solar, células de combustível. Além destas, há outras alternativas que não são tão populares.

²⁷ Vale destacar que o Palio Weekend elétrico brasileiro supera essa média, com autonomia de até 120 km e velocidade máxima de 100 km/h. Para percorrer 120 km, o custo seria de cerca de R\$ 2,40 (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

Chery S18 EV- teve um grande avanço neste quesito, a autonomia média destes veículos é de 191 km, alcançando 143 km/h²⁸ (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

Segundo um relatório anual divulgado pela Volkswagen, “os fabricantes de bateria e os engenheiros de desenvolvimento enfrentam o desafio de aumentar maciçamente o conteúdo de energia da bateria e ao mesmo tempo, reduzir significativamente os custos de produção” (VOLKSWAGEN, 2008, p. 59).

Em relação ao tempo de carregamento das baterias, vale destacar que, para recarregar totalmente as atuais baterias de íon-lítio em tomadas domésticas, o tempo médio necessário é de cerca de 8 horas. No entanto, é possível completar 80% da carga em meia hora se forem utilizados circuitos trifásicos. Para superar o desafio ligado à baixa autonomia das baterias e o elevado tempo de recarga, duas soluções que estão em fase de desenvolvimento são a criação de postos de vendas de baterias carregadas e a criação de eletropostos equipados com eficientes tecnologias de recarga (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

5.1.2. Veículos Elétricos Híbridos

Como a superação do problema da autonomia dos veículos elétricos parece não ter solução no curto prazo, a alternativa criada pela indústria automobilística foi os veículos híbridos. Nestes veículos, o princípio de funcionamento diverge dos puramente elétricos, além disso, existe mais de uma configuração possível de veículos híbridos. Em alguns casos, a responsabilidade da tração fica dividida entre os motores a combustão e o elétrico, sendo que, dependendo do veículo, há mais de um motor elétrico. Porém, há também aqueles em que o motor a combustão, funciona apenas como um carregador das baterias. Com isto, a autonomia do veículo elétrico aumenta consideravelmente, permitindo assim, uma eficiência energética muito maior do que os tradicionais motores a combustão²⁹.

Com o lançamento do Toyota Prius em 1997, a Toyota se tornou a primeira empresa a lançar comercialmente um veículo híbrido. Atualmente, o modelo chegou a sua quarta geração, com um volume de vendas totais de mais de um milhão de unidades desde o seu lançamento. No entanto, a quantidade de veículos híbridos tem crescido nos últimos anos, incluindo modelos como o Mazda Tribute, Cadillac Escalade, Ford Fusion, dentre

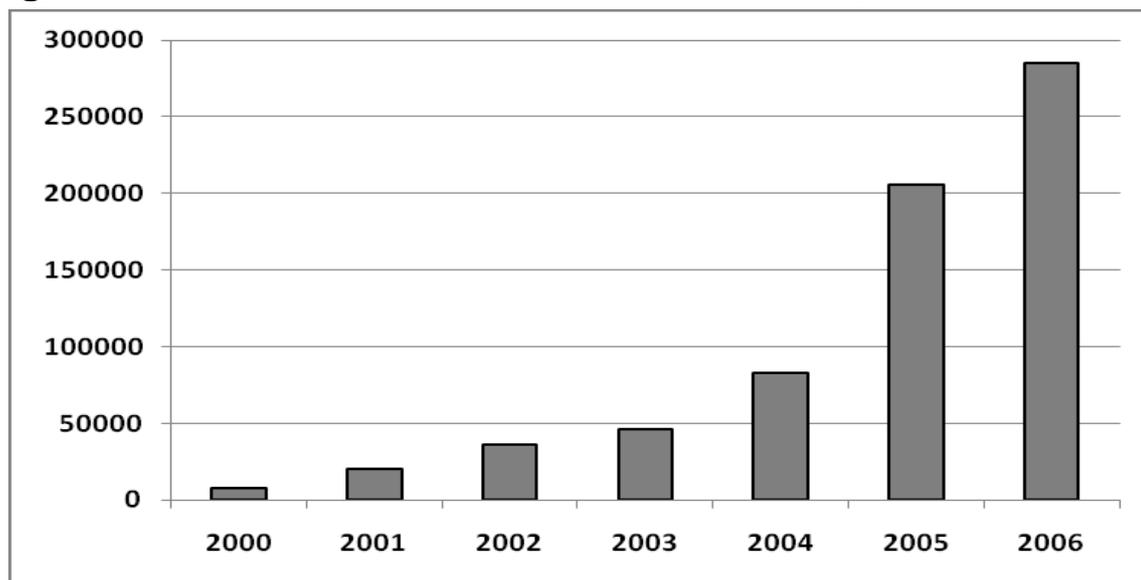
²⁸ Segundo a própria empresa chinesa BYD (Build Your Dreams), ela teria desenvolvido uma bateria de ferro que é mais barata, cerca de 50% do preço da bateria de íon-lítio e, possuem uma autonomia de 400 km. Além disso, metade da carga pode ser repostas em dez minutos e o fabricante promete vida de dez anos (www.byd.com).

²⁹ Ver Dossiês das empresas abaixo.

outros. Além disso, a indústria automobilística tem desenvolvido modelos plug-in³⁰: Toyota Prius, GM Volt e BYD F3DM (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

As vendas dos veículos híbridos³¹ têm crescido consideravelmente nos últimos anos, especialmente no Japão e nos Estados Unidos (ver FIGURA 5.1.2-1 e FIGURA 5.1.2-2). Contudo, ainda elas são muito baixas se comparada com as vendas dos tradicionais motores a combustão interna. Em 2009, as vendas de veículos híbridos foram aproximadamente 1,6% das vendas totais (ver novamente TABELA 4.1.1).

Figura 5.1.2-1 Vendas de Híbridos nos Estados Unidos, 2000-2006

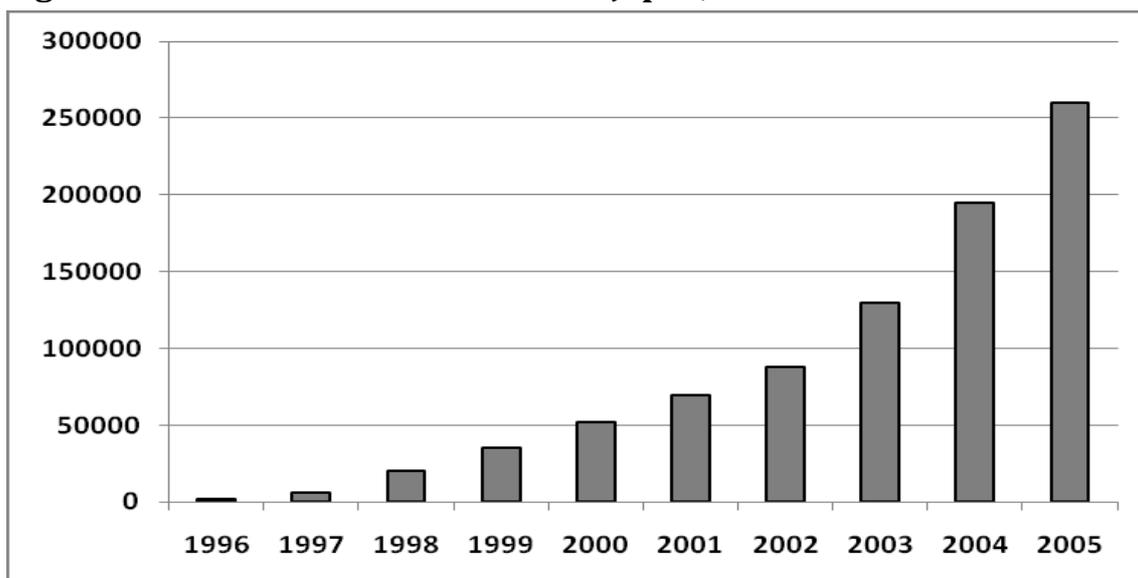


Fonte: Chanaron (2007)

³⁰ Os modelos plug-in também podem ser carregados na tomada.

³¹ “Não há perspectiva imediata de produção de híbridos no Brasil, já que o fator custo é determinante para as vendas de veículos no país. Além disso, o recente lançamento da tecnologia flex e a conseqüente utilização do álcool combustível parecem ser, no curto prazo, a alternativa mais viável à gasolina” (BNDES 2006, pag. 247)

Figura 5.1.2-2 Vendas de Híbridos no Japão, 1996-2005



Fonte: Chanaron (2007)

Segundo Chanaron (2007), os veículos híbridos poderão ser apenas um passo intermediário entre a tradicional tecnologia de motores movidos a gasolina e a diesel e os veículos totalmente elétricos, os quais, provavelmente, serão movidos a célula de combustíveis.

5.1.3. Veículos a Células de Combustível

Atualmente, algumas pesquisas apontam que a economia americana poderia estar próxima de uma expressiva transição energética (NRC, 2004; NRC, 2008 b,c e d). Estas pesquisas reconhecem que o hidrogênio será uma alternativa para se criar um sistema energético limpo e sustentável. Além disso, o hidrogênio também é visto como um potencial combustível substituto à gasolina. Assim sendo, o governo americano vem investindo um considerável volume de recursos no desenvolvimento de veículos movidos a células de combustível, tecnologia que poderia diminuir a dependência americana do petróleo³² e as emissões de dióxido de carbono, o principal gás do efeito estufa (NRC, 2008 b e c).

Diversas empresas e governos ao redor do mundo têm investido em pesquisas para desenvolver esta tecnologia. Como resultado destas pesquisas, houve um considerável progresso técnico nos últimos anos. Recentemente, diversas empresas anunciaram o lançamento de protótipos para testes e criaram algumas estações de abastecimento de

³² “Os Estados Unidos importam cerca de dois terços do petróleo que utiliza. Isso é aproximadamente o mesmo montante do petróleo que é queimado nos veículos americanos” (NRC, 2008c, p. 65)

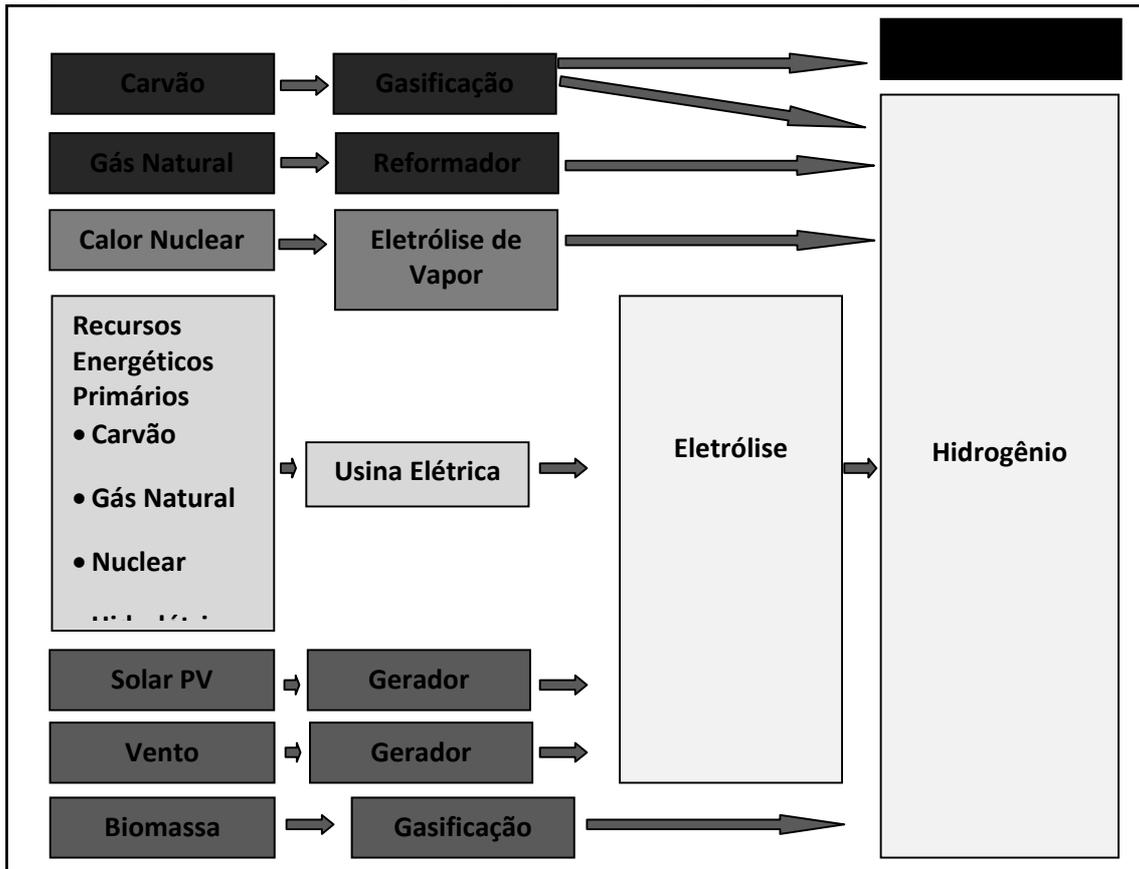
hidrogênio, evidenciando assim, que a introdução comercial de veículos de célula de combustível na frota de veículos leves pode estar de fato muito mais perto do imaginam os críticos desta tecnologia³³.

Entretanto, para conseguir obter viabilidade comercial, os veículos movidos a hidrogênio precisaram de maiores avanços técnicos, da redução de custos, de uma eficiente coordenação das atividades produtivas e da infra-estrutura do fornecimento de hidrogênio.

O hidrogênio apresenta diversas vantagens como um combustível para veículos e também como fonte de energia estacionária para as residências e indústrias. Seu uso poderia diversificar a matriz energética de diversos países. Além disso, outra vantagem do hidrogênio é que a sua produção pode ser gerada de diversas fontes energéticas, como os combustíveis fósseis, energia solar, energia nuclear, energia eólica, biomassa e pela eletrolise da água (ver FIGURA 5.1.3-1). No curto prazo, pesquisas americanas apontam que o gás natural e a eletrólise da água poderão fornecer hidrogênio. A longo prazo, ou seja, depois de 2025, acredita-se que a gaseificação poderá se tornar uma opção, a “produção de hidrogênio a partir da biomassa tem ficado mais barato, mas muita pesquisa ainda necessita ser feita no uso da biomassa como uma fonte de energia” (NRC, 2008c, p. 73)

³³ Para maiores informações: ver os itens que mostram os dossiês das empresas.

Figura 5.1.3-1 Fontes de produção do hidrogênio



Fonte: Adaptado de NRC (2008c)

Um estudo realizado pelo *National Research Council (2008d)* -em resposta a um pedido do congresso americano no Ato de Política Energética de 2005- estimou qual seria o número máximo de veículos movidos a células de combustível rodando nos Estados Unidos nos próximos anos, considerando que todos os investimentos e ações do governo necessárias para realizar esta transição fossem realizados, isto é, calculou a estimativa de qual seria a penetração máxima destes veículos considerando um cenário bastante otimista. De acordo com este estudo, cerca de 2 milhões em uma frota de 280 milhões de veículos *light-duty* seriam movidos com células de combustíveis em 2020. Este número cresceria rapidamente e alcançaria cerca de 25 milhões de veículos em 2030. Em relação à viabilidade comercial, o estudo apontou que ainda é necessário obter progressos consideráveis, tanto na diminuição de custos e no aumento da durabilidade³⁴ da célula de combustível, quanto no armazenamento a bordo do hidrogênio. Contudo, devido aos substanciais investimentos e ao progresso técnico alcançado nos últimos anos pela indústria automobilística, pelas empresas e pelo governo americano, acredita-se que os

³⁴ “A durabilidade das células de combustíveis também tem melhorado, de 1.000 horas em 2004 para 2.000 horas em 2007. Um bom alvo para durabilidade é 5.000 horas” (NRC, 2008c, p.74)

veículos movidos a células de combustíveis e as tecnologias de produção de hidrogênio poderiam estar prontas para a comercialização no período entre 2015-2020. Para financiar esta transição, a estimativa é que o governo americano gaste cerca de US\$55 bilhões entre 2008 e 2023, dos quais US\$5 bilhões seriam destinados a programas de pesquisa e desenvolvimento; US\$40 bilhões seriam destinados a subsídios e ao desenvolvimento dos veículos enquanto eles forem mais caros que os veículos convencionais e US\$10 bilhões para financiar a produção de hidrogênio. Enquanto isto, caberia ao setor privado investir uma parcela razoavelmente maior, ou seja, cerca de US\$145 bilhões em P&D, produção do veículos e na criação da infra-estrutura de hidrogênio. Segundo o estudo, a maior parcela dos gastos atuais do governo americano nesta área está concentrada em atividades de P&D. O Ministério da Energia americano despende cerca de US\$300 milhões por ano nesta atividade (NRC, 2004; NRC, 2008 b,c e d).

5.2. COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

5.2.1. Gás Natural Veicular (GNV)

O Gás Natural Veicular é um combustível fóssil mais seguro que os demais, isto porque, ele só inflama a 620°C, um ponto de ignição bem mais elevado do que a do álcool (200°C) e da gasolina (300°C). Sua queima é mais limpa que a gasolina, uma vez que a sua combustão com excesso de ar tende a ser completa, liberando apenas dióxido de carbono e água. Outra característica do gás natural é a economia. Por um lado, há uma economia considerável em relação aos gastos com combustível (ver TABELA 5.2.1-1). Por outro, o uso do gás natural propicia menores gastos com manutenção do motor e seus componentes auxiliares. Contudo, o uso de tal combustível apresenta algumas desvantagens como: baixa autonomia, dificuldade de abastecimento e, perda de potência e de espaço no porta-malas³⁵.

³⁵ (http://www.gasnet.com.br/novo_gnv/entendendo_gnv.asp)

Tabela 5.2.1-1 Comparativo das vantagens econômicas no uso de GNV

| | Consumo | Custo | Gasto/dia | Custo/km | Gasto em 25 dias | Consumo/km |
|----------|-------------------|-------------------------|-----------|----------|------------------|------------------------|
| GNV | 18 m ³ | R\$ 1,09/m ³ | R\$ 19,62 | R\$ 0,08 | R\$ 490,50 | 13,8 km/m ³ |
| Álcool | 31 l | R\$ 1,15/l | R\$ 35,65 | R\$ 0,14 | R\$ 891,25 | 8 km/l |
| Gasolina | 28 l | R\$ 2,10/l | R\$ 58,80 | R\$ 0,23 | R\$ 1.471,25 | 9 km/l |

Nota: Para uma pessoa que rode em média 250 km/dia

Fonte: www.gasnet.com.br

No Brasil, com o foco na diversificação da matriz energética, o governo incentivou a utilização do gás natural, subsidiando seu preço e concedendo razoáveis descontos no IPVA dos veículos adaptados para utilizar este tipo de combustível. Atualmente, com o desenvolvimento dos modelos tricombustível e tetracombustível, o consumo do GNV poderá ser impulsionado (BNDES, 2006).

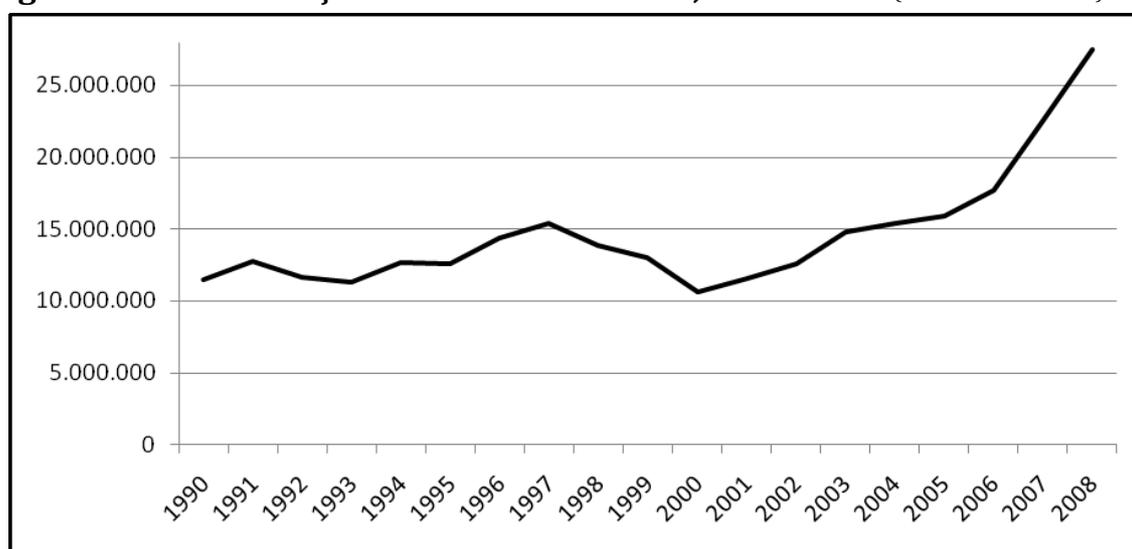
5.2.2. Álcool (Etanol)

No início da história da indústria automobilística, os desenvolvedores de veículos consideraram seriamente a hipótese de usar o etanol como combustível. De fato, o etanol possui várias vantagens sobre a gasolina. Por ser produzido através de diversas matérias-primas, como a cana de açúcar, a beterraba, o milho e o trigo, o etanol é um combustível renovável que pode ser produzido em diferentes regiões geográficas. Diferentemente do caso dos derivados do petróleo, do qual a produção depende da descoberta de novas reservas e está sujeita a graves tensões geopolíticas. Além disso, o etanol é considerado um combustível limpo, pois apesar da emissão de gases poluentes e de CO₂ ser semelhante ao da gasolina, vários estudos afirmam que o balanço final de dióxido de carbono do etanol é zero (ou próximo de zero). Em outras palavras, estes estudos demonstram que uma quantidade equivalente ao CO₂ emitido pelos motores é capturada quando a cana de açúcar esta em fase de crescimento. (BNDES, 2006).

Este combustível renovável foi o primeiro a provar viabilidade comercial e a alguns anos, é produzido em larga escala. Os Estados Unidos e o Brasil são os maiores produtores de etanol do mundo. Em 2006, o Brasil cultivou uma área de 2,9 milhões de hectares para produzir a cana de açúcar que converteria em etanol, sendo que, a produção brasileira deste combustível foi de 17,8 bilhões de litros (ver FIGURA 5.2.2-1). No caso americano, onde o etanol é produzido a partir do milho, a área cultivada foi de 5,1 milhões de hectares, que gerou um volume de 18,4 bilhões de litros. Em relação à produção, outro dado importante diz respeito à alta variabilidade do seu custo entre os países. Por exemplo, para produzir

1.000 litros de etanol por meio da beterraba na Alemanha, o custo fica acima de 50 libras. No caso brasileiro, que desenvolveu um dos métodos produtivos mais eficientes do mundo, para produzir a mesma quantidade através da cana de açúcar o custo fica abaixo de 15 libras. Não obstante, para produzir um dado volume de etanol, a quantidade de energia necessária varia consideravelmente para diferentes culturas. A geração do etanol a partir da cana de açúcar gera como subproduto o bagaço, uma biomassa que pode ser usada na geração da energia necessária para a produção do etanol. Já as espigas de milho, não fornecem tal vantagem. Como consequência, há necessidade de queimar combustíveis fósseis para produzir etanol de milho nos Estados Unidos (NRC, 2008c).

Figura 5.2.2-1 Produção brasileira de etanol, 1990-2008 (em milhares de litros)



Nota: O dado de 2008 se refere a posição em 16/05/09

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da UNICA

Basicamente, o etanol pode ser usado como combustível em motores de combustão interna em misturas com gasolina (etanol anidro, isto é, sem água) ou puro (etanol hidratado). No Brasil, há alguns anos, dois dos principais combustíveis utilizados são: (i) gasolina regular e *Premium*: com teor de etanol anidro estabelecido, por decisão governamental, entre 20% e 25%; e (ii) etanol hidratado: utilizado em veículos que foram desenvolvidos para o seu uso, ou seja, usado por veículos com motores a álcool ou flex³⁶. É importante destacar que quando o etanol é misturado à gasolina, um novo combustível é criado, “enquanto o etanol é uma substância química simples, a gasolina é sempre uma

³⁶ “(...) empresários apontaram como principais inovações do setor o desenvolvimento de motores flex-fuel e da cadeia de bio-combustíveis citando centros e universidades públicas, Embrapa e Instituto Tecnológico da Aeronáutica, como fundamentais na produção de conhecimento que possibilitou a inovação de produtos no setor” (ABDI, 2008, p.84)

mistura com mais de 200 diferentes espécies de hidrocarbonetos derivadas do petróleo” (BNDES e CGEE, 2008, p.44).

No Brasil, os usuários dos veículos flex podem escolher o combustível que pretende usar. Nos Estados Unidos, Canadá e na Suécia, os veículos com motores flexíveis também são comercializados, porém, com um princípio de funcionamento diferente do brasileiro. Os veículos flex destes países pode serem abastecidos com gasolina pura ou com o E85, uma mistura com 85% de etanol anidro e 15% de gasolina. Não obstante, recentemente, vários países, como China, Austrália, Tailândia e Colômbia adotaram o E10 (BNDES e CGEE, 2008).

Portanto, nota-se que o mercado do etanol vem aumentando gradativamente. A maneira mais simples de utilizar o etanol é misturá-lo com a gasolina numa quantidade que não precise fazer modificações nos motores.

Essa é a situação de maior interesse, tanto para os países em desenvolvimento que podem produzir etanol e dependem de importações de combustível para seu abastecimento, a custo cada vez mais elevado, quanto para os países industrializados que têm, atualmente, um potencial limitado de produção interna de etanol, mas que podem diversificar sua matriz de combustíveis líquidos, agregando à produção local o etanol importado de regiões com condições favoráveis para a produção desse bicomcombustível.

5.2.3. Sistemas de Combustível Flex

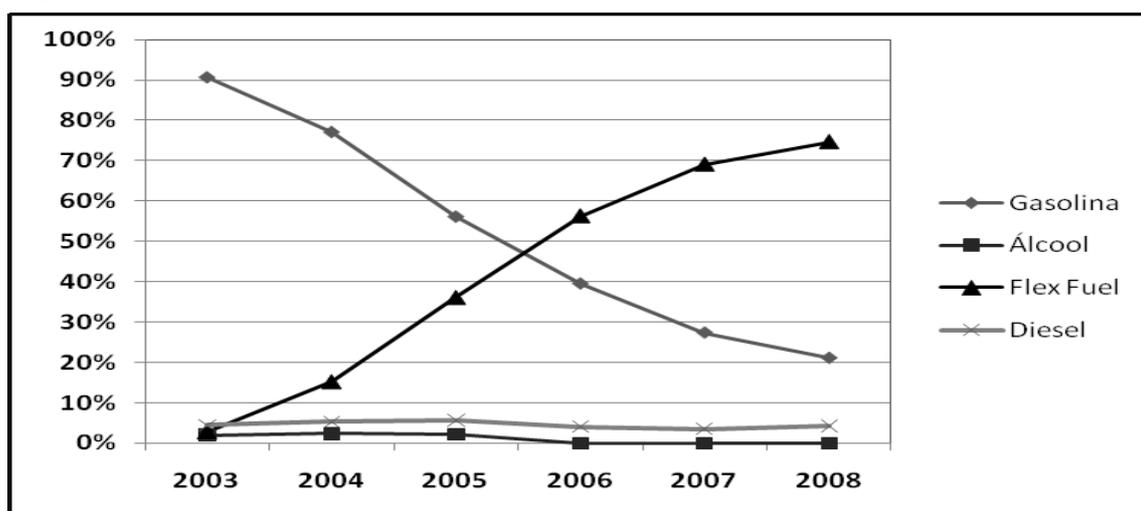
Os americanos foram os pioneiros no desenvolvimento da tecnologia flex. Eles a desenvolveram a partir de motores a gasolina, entretanto, a proporção máxima conseguida de álcool na mistura foi de 85%. No caso brasileiro, o desenvolvimento desta tecnologia se deu por meio de motores a álcool, permitindo com isso uma concepção tecnológica mais avançada do que a norte-americana. Com esta tecnologia foi possível viabilizar uma mistura com qualquer porcentagem de álcool, permitindo que o proprietário do veículo escolha de qual combustível utilizar e a proporção desejada (BNDES, 2006).

Vale destacar que no caso americano, sensores físicos reconhecem o teor de álcool na mistura com a gasolina para depois realizar os ajustes necessários. No Brasil, a tecnologia desenvolvida foi um sistema computadorizado de reconhecimento do combustível, que é mais eficiente e barato do que os sensores físicos. Este sistema ainda é capaz de viabilizar novas oportunidades para o Brasil, pois permite manter o registro

histórico de todo o álcool utilizado. Com isso, pode-se calcular a quantidade de litros de álcool consumidos em substituição à gasolina e calcular a quantidade de CO₂ não enviado para a atmosfera, demonstrando se o país está conseguindo cumprir os limites estabelecidos pelo Protocolo de Quioto (BNDES, 2006).

Esta tecnologia contribuiu para o aquecimento do mercado interno. Nos últimos anos, vem crescendo de forma acelerada a vendas de veículos bicombustíveis. Em 2008, a produção de veículos leves equipados com a tecnologia flex foi de 75% da produção total brasileira (ver FIGURA 5.2.3-1). Segundo a projeção da consultoria Carcon Automotive, aproximadamente 81% dos veículos produzidos entre janeiro e setembro de 2009 eram flex, 11% a gasolina e 8% a Diesel (ANFAVEA, 2009; AUTOMOTIVE BUSINESS, 2009).

Figura 5.2.3-1 Produção de veículos leves por tipo de combustível, 2003-2008



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Anfavea (2009)

5.2.4. Biodiesel

O biodiesel³⁷ é um combustível biodegradável, que pode ser obtido por meio de diferentes processos –tais como o craqueamento, a esterificação ou a transesterificação– a partir de fontes renováveis. Destes processos, o mais utilizado é o de transesterificação, do qual também se extrai a glicerina, um subproduto que pode ser usado na fabricação de sabonetes, tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis e diversos cosméticos. Há

³⁷ Segundo a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, biodiesel é um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (www.biodiesel.gov.br).

várias plantas oleaginosas no Brasil que podem ser usadas na produção deste combustível natural, como o girassol, a mamona, o amendoim, a soja, o dendê (palma), o babaçu, o pinhão-manso, a colza, dentre outras. Além disso, as gorduras de animais ou os óleos de fritura reciclados também podem ser usados como matéria-prima³⁸.

Este combustível pode ser utilizado para substituir, parcial ou integralmente, o óleo diesel derivado do petróleo que é usado em motores ciclodiesel (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc) ou estacionários, como os geradores de eletricidade. Ele pode ser usado puro (B100) ou misturado ao diesel em diversas proporções.

No início do século passado, o Dr. Rudolf Diesel já tinha desenvolvido o motor diesel movido a óleo de amendoim. Contudo, os baixos preços do petróleo acabaram postergando o uso dos motores ciclodiesel movidos por óleos vegetais. Com o aumento do preço do petróleo e a necessidade de reduzir a poluição ambiental, houve uma intensificação das pesquisas em torno do biodiesel.

No Brasil, pela Lei nº 11.097/2005, ficou estipulado que a partir de janeiro de 2008 seria obrigatória a mistura B2, ou seja, 2% de biodiesel e 98% de diesel de petróleo e que, em janeiro de 2013, essa obrigatoriedade passaria para 5% (B5). Contudo, atualmente, a proporção de utilização do combustível é mais otimista do que aquela definida no cronograma original do programa de biodiesel. Em julho de 2009, foi adotada a adição de 4%, sendo que o B5 será implementado em 2010 (Valor Econômico 02/09/2009). Além disso, “já estão em andamento os preparativos para testar uma mistura de 30% de biodiesel (B30) em ônibus da frota do município de São Paulo” (Valor Econômico 30/06/2009). Com o B4, houve uma economia de US\$ 1,3 bilhão em divisas que seriam gastas na importação do diesel (Valor, 09/02/2010).

6. DOSSIÊS

6.1. VOLKSWAGEN

6.1.2. A empresa no mundo

A Volkswagen Group emprega pouco menos de 370.00 pessoas, distribuídas em 61 instalações produtivas, localizadas em 21 países ao redor do mundo. Os veículos do grupo são vendidos através de importadores e distribuidores em 151 países. Em 2008, o grupo

³⁸ (www.biodieselbr.com)

entregou cerca de 6,3 milhões de veículos a clientes em todo o mundo, superando a cifra do ano anterior em 1,1 por cento (ver Tabela A10 do Anexo). O grupo é composto pelas seguintes marcas: Volkswagen (carros de passageiros), Volkswagen (veículos comerciais), Audi, Skoda, SEAT, Bentley, Lamborghini, Scania e Bugatti (VOLKSWAGEN, 2008).

Na Europa, as instalações de produção de veículos da Volkswagen Group estão distribuídas em 28 locais, dos quais, produziram em 2008 cerca de 62% da produção de veículos do grupo. A Alemanha, sozinha, produziu 34% da produção de veículos neste ano. Já a América do Sul correspondeu com 13% da produção. Um valor superior aos 7% da América do Norte e inferior aos 16% da Ásia (ver TABELA 6.1.2-1).

Tabela 6.1.2-1 Localização da produção de veículos da Volkswagen Group

| | Porcentagem da produção em 2008 |
|----------------------------|---------------------------------|
| América do Norte (1 local) | 7% |
| América do Sul (6 locais) | 13% |
| Europa (28 locais) | 62% |
| Alemanha (8 locais) | 34% |
| África do Sul (1 local) | 2% |
| Ásia (1 local) | 16% |

Fonte: *Elaboração própria a partir do Relatório Anual de 2008 da Volkswagen (pág 158).*

Contudo, quando se trata de receitas, as posições são outras. Apesar de ter um volume de vendas inferior aos 911.000 de veículos da América do Sul/ África do Sul e aos 1.168.000 da Ásia – Pacífico, a América do Norte obteve em 2008 uma receita superior a essas duas regiões (ver TABELA 6.1.2-2). Portanto, fica evidente que os veículos vendidos na América do Norte possuem um valor unitário superior àqueles vendidos nessas regiões mencionadas. O mesmo raciocínio pode ser aplicado no caso das receitas e volume de vendas da América do Sul/África do sul em relação ao da Ásia – Pacífico.

Tabela 6.1.2-2 Vendas e receitas por mercado

| | Vendas ¹ (milhares de veículos) | | Receitas ³ | |
|-------------------------------|--|-------|-----------------------|--------|
| | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 |
| Europa | 3.743 | 3.659 | 56.672 | 55.106 |
| América do Norte | 512 | 534 | 9.641 | 8.635 |
| América do Sul/ África do Sul | 857 | 911 | 7.617 | 7.803 |
| Ásia – Pacífico ² | 1.080 | 1.168 | 5.493 | 5.740 |
| Volkswagen Group ² | 6.192 | 6.272 | 79.423 | 77.284 |

Nota: ¹ Todos números mostrados estão arredondados. ² As receitas de vendas das companhias joint venture na China não estão incluídas nos números do Grupo e do mercado da Ásia – Pacífico; ³ Em milhões de dólares – taxa de câmbio anual média fornecida pelo Federal Reserve; Relatório Anual de 2008 da Volkswagen (pág 79)

Fonte: *Elaboração própria*

6.1.3. Pesquisa e desenvolvimento e atividades tecnológicas

Em 2008, os investimentos realizados em atividades de pesquisa e desenvolvimento da Volkswagen Group foram direcionados para ampliar o seu portfólio de produtos³⁹. Além disso, uma grande parcela dos gastos de P&D do grupo foram direcionados para melhorar a funcionalidade, qualidade, segurança e a compatibilidade ambiental destes produtos. Neste mesmo ano, a Volkswagen optou por desenvolver um processo de inovação integrado, abrangendo as divisões de pesquisa, desenvolvimento, aquisição, produção, finanças e vendas. Em outras palavras, a estratégia foi de integrar várias divisões do grupo com o intuito de gerar maior eficiência no seu processo inovativo (VOLKSWAGEN, 2008).

O número de empregados trabalhando na função de pesquisa e desenvolvimento foi de 22.821 em 2008, correspondendo a 6,2% do total de empregados da empresa. Nota-se que houve um aumento de cerca 20,2% nos gastos em P&D no período compreendido entre 2004 a 2008, os gastos de P&D saíram de US\$ 3.348 em 2004 e foram para US\$ 4.024 milhões de dólares em 2008 (ver TABELA 6.1.3-1). Outro dado importante se refere à proporção da P&D nas vendas. Constatou-se que, no período destacado, que a intensidade da P&D permaneceu relativamente constante, com uma leve ascensão em 2008.

Tabela 6.1.3-1 Gasto em P&D na divisão automotiva

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total gasto em P&D | 3.348 | 3.273 | 3.375 | 3.591 | 4.024 |
| do qual financiou desenvolvimento | 1.207 | 1.150 | 9.136 | 1.055 | 1.505 |
| Proporção das vendas % | 4,6 | 4,3 | 4 | 4,5 | 5,2 |
| Taxa de capitalização em % | 36,1 | 35,1 | 34,9 | 29,4 | 37,4 |
| Amortização do financiamento dos gastos em desenvolvimento | 912 | 1.155 | 1.453 | 1.344 | 945 |
| Gastos em P&D reconhecidos na demonstração dos resultados | 3.053 | 3.278 | 3.652 | 3.880 | 3.465 |

Nota: Em milhões de dólares – taxa de câmbio anual média fornecida pelo Federal Reserve

Fonte: Relatório Anual de 2008 da Volkswagen (pág 155)

Em relação ao desenvolvimento e introdução de novas tecnologias, a Volkswagen optou por estipular etapas. No curto prazo, sua meta é melhorar claramente a eficiência dos

³⁹ Como por exemplo, o lançamento do novo Passat CC, do Audi A6, do Ibiza Ecomotive, da nova edição do Golf e do Superb. Não obstante, é importante ressaltar que estes veículos possuem amplos conteúdos tecnológicos embarcados

veículos de combustão interna. Para isto, a empresa lançou em 2006 um programa de tecnologia chamado BlueMotion⁴⁰. Através desse projeto, ela desenvolve produtos que oferecem menor consumo de combustível e menor emissão de gás carbônico, como por exemplo, o Passat BlueMotion II. Este veículo reuni componentes da tecnologia BlueMotion, com as vantagens do sistema BlueTDI⁴¹, dando um consumo de combustível (diesel) de aproximadamente 24,4 km/l e emissões de gás carbônico de 109 g/km (VOLKSWAGEN, 2008 e 2007).

Ao mesmo tempo, a Volkswagen também planeja introduzir novas tecnologias, tais como os veículos híbridos que, por sua vez, irão depender cada vez mais de energia elétrica. O protótipo desenvolvido pela empresa é o Golf twinDRIVE⁴², que possui um motor a combustão convencional e um elétrico. Além destes, existem dois outros motores elétricos trabalhando nos cubos das rodas traseiras. A autonomia do motor elétrico é de cerca de 30 a 50km, com uma potencia de 60 a 70kW. Isto significa dizer que este protótipo consome dois litros e meio de diesel e oito quilowatt-horas de eletricidade para andar 100 ou mais quilômetros, com uma emissão de gás carbônico de cerca de 94 gramas. Contudo, também é importante destacar que a constante preocupação da Volkswagen em desenvolver motores de combustão mais eficientes é um dos fatores que explica o desempenho deste veículo. Em relação à velocidade, este protótipo pode atingir uma velocidade máxima de 170 km/h na estrada (VOLKSWAGEN, 2008).

Uma outra característica importante do twinDRIVE diz respeito à assistência entre os motores. Normalmente o motor elétrico suplementa o motor a combustão, contudo, no caso deste protótipo ocorre o inverso. O econômico motor a diesel carrega a bateria de íon de lítio e fornece energia para longas viagens. Além disso, o twinDRIVE é um veículo híbrido plug-in, ou seja, sua bateria pode ser recarregada utilizando uma tomada convencional de 220 volts.

Contudo, vale destacar que a Volkswagen acredita que os veículos movidos à combustão interna continuarão dominando os mercados nos próximos 20 anos. De acordo com suas expectativas, a parcela de veículos híbridos e elétricos na Europa será de 0,1% em 2010; 2,9% em 2015; subindo para 12,7% em 2020. Portanto, a crença da empresa é

⁴⁰ (http://www.volkswagen.com/br/pt/Volkswagen_do_Brasil/Bluemotion.html)

⁴¹ O sistema Turbo charged Direct Injection (TDI) consiste em um dos motores a diesel mais eficientes do mundo. Além disso, este motor também é caracterizado pela sua potência, economia de combustível e baixa emissão de gás carbônico.

⁴² Uma frota teste com o twinDRIVE está sendo preparada para o período entre 2010 e 2012.

que no médio prazo, a indústria automobilística continuará dependendo do desenvolvimento de motores a combustão interna mais eficiente.

No longo prazo, a empresa está focando as células de combustível e baterias para carros exclusivamente elétricos. Portanto, resumidamente⁴³, concluímos que a Volkswagen optou por uma estratégia cautelosa. Num primeiro momento a empresa preferiu se concentrar no desenvolvimento de motores a combustão interna mais eficiente. Atualmente, com esta tecnologia previa, a empresa está incorporando no desenvolvimento dos seus carros híbridos. Com a base tecnológica dos híbridos, a empresa pretende, progressivamente, ir transferindo seu esforço para o desenvolvimento de veículos exclusivamente elétricos.

6.2. GENERAL MOTORS

6.2.1. A empresa no mundo

Fundada em 1908 e com sua principal sede em Detroit, EUA, a General Motors é uma das maiores montadoras de automóveis do mundo. Atualmente a empresa fabrica carros e caminhões em 34 países, emprega em torno de 244.500 pessoas e vende veículos e serviços em cerca de 140 países. Em 2008, a empresa vendeu aproximadamente 8,35 milhões de veículos e caminhões. Suas principais marcas⁴⁴ são: Buick, Cadillac, Chevrolet, GMC, GM Daewoo, Holden, Hummer, Opel, Pontiac, Saab, Saturn, Vauxhall e Wuling⁴⁵. Em 2007, as maiores receitas da empresa foram na América do Norte e na Europa, sendo que as porcentagens das vendas dessas duas regiões foram de 48,2% e de 23,3%, respectivamente (ver TABELA 6.2.1-1). Em ordem decrescente, seus maiores mercados nacionais são: Estados Unidos, China, Brasil, Reino Unido, Canadá, Rússia e Alemanha. Em relação a participação nos mercados, percebe-se que a empresa vem perdendo participação mundial e até mesmo, em vários mercados importantes. Em 2005, a parcela da empresa no mercado mundial era de 14,1% e em 2007, este valor cai para 13,3% (ver TABELA 6.2.1-2) (GENERAL MOTORS, 2008).

⁴³ Vale destacar que o desenvolvimento tecnológico da Volkswagen não está limitado somente às tecnologias apresentadas nesta seção. A empresa também está investindo no desenvolvimento de novos combustíveis. Contudo, devido ao escopo desta pesquisa, procuramos apontar as tecnologias que as empresas estão apresentando como as mais promissoras.

⁴⁴ A marca Saab foi vendida. A Hummer e a Saturn poderão ser vendidas ou fechadas (DOC, 2010)

⁴⁵ (<http://www.gm.com/corporate/about/company.jsp>)

Tabela 6.2.1-1 Vendas por mercado (milhares de veículos vendidos em 2007)

| | Vendas | Receita ¹ | Porcentagem das vendas |
|------------------------------|--------|----------------------|------------------------|
| Europa | 2.2 | 37.397 | 23,3% |
| América do Norte | 4.5 | 112.448 | 48,2% |
| Am. Latina/África/Ori. Médio | 1.2 | 18.894 | 13,2% |
| Ásia – Pacífico | 1.4 | 21.003 | 15,3% |
| GM | 9.3 | 189.742 | 100 |

Nota: 1) Dados da revisão financeira das operações da GM. Engloba as receitas financeiras e de seguros; Em milhões de dólares

Fonte: Elaboração própria com bases nas informações do Relatório Anual de 2007 da General Motors

Tabela 6.2.1-2 GM market share

| | 2005 | 2006 | 2007 |
|-------------------------|------|------|------|
| Europa | 9,4 | 9,2 | 9,5 |
| Alemanha | 10,8 | 10,1 | 9,5 |
| Reino Unido | 14,7 | 14,3 | 15,2 |
| Rússia | 4,6 | 6,5 | 9,6 |
| América Latina | 16,6 | 17 | 17,2 |
| Brasil | 21,3 | 21,3 | 20,3 |
| Ásia Pacífico | 5,9 | 6,5 | 6,9 |
| Australia | 17,8 | 15,4 | 14,2 |
| China | 11,6 | 12,3 | 12,1 |
| América do Norte | 25,5 | 23,8 | 23,0 |
| Estados Unidos | 25,9 | 24,2 | 23,5 |
| Mundo | 14,1 | 13,5 | 13,3 |

Fonte: Elaboração própria com bases nas informações do Relatório Anual de 2007 da General Motors

6.2.2. Pesquisa e desenvolvimento e atividades tecnológicas

A General Motors fundou a GM P&D em 1920. Considerado como o primeiro centro de pesquisa do mundo automotivo, este centro foi organizado pelo inventor Charles F. Kettering e sua sede se encontra em Warren, Michigan⁴⁶.

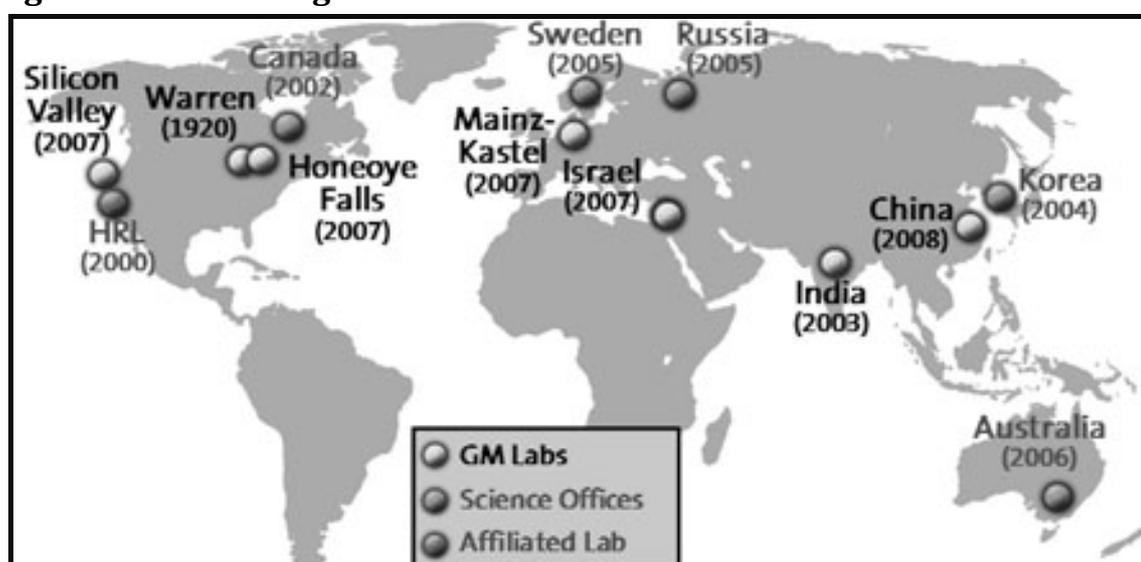
Em 2003, tal centro iniciou uma expansão da sua rede de pesquisa global. A empresa tinha como meta o aprimoramento das atividades do seu laboratório de pesquisa. Para isto, a estratégia da empresa era ganhar acesso às diversas habilidades e conhecimentos científicos a nível mundial, entrando assim, em diversos sistemas nacionais de inovação. Com isto, a empresa pretendia captar recursos de pesquisas em diversos SNI e assim, se mover rapidamente em novas áreas técnicas⁴⁷.

⁴⁶ (<http://www.gm.com/experience/technology/research/index.jsp>)

⁴⁷ (<http://www.gm.com/experience/technology/research/overview/overview.jsp>)

Atualmente, o centro de pesquisa da GM é formado por uma rede de sete laboratórios e seis escritório de ciência⁴⁸, dos quais possuem relações de colaboração em mais de doze países, incluindo parcerias com universidades, grupos governamentais, fornecedores, dentre vários outros parceiros espalhados por todo o mundo. Cerca de 85% dos trabalhadores da GM P&D são pesquisadores profissionais e cerca de 50% possuem Ph.D⁴⁹ (ver FIGURA 6.2.1-1). Em relação ao total gasto em atividades de pesquisa e desenvolvimento, em 2007 este gasto foi de 8.100, regredindo para 8 bilhões de dólares em 2008. Sendo que a intensidade da P&D da empresa representou foi de 4,5% em 2007 (ver TABELA 6.2.1-3).

Figura 6.2.1-1 Rede global de P&D da GM



Fonte: http://www.gm.com/experience/technology/research/global_rd_network/index.jsp

Tabela 6.2.1-3 - Gasto em P&D na divisão automotiva

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------------|---------|---------|---------|--------------------|
| Total gasto em P&D | 6.700 | 6.600 | 8.100 | 8.000 ¹ |
| Vendas | 158.623 | 171.179 | 178.199 | - |
| Proporção das vendas % | 4,2 | 3,8 | 4,5 | - |

Nota: 1 Disponível em <http://www.sec.gov/Archives/edgar/data/40730/000119312509045144/d10k.htm>; Em milhões de dólares

Fonte: Elaboração própria com base nas informações do Relatório Anual de 2007 da General Motors.

Estes gastos foram distribuídos em atividades de pesquisa que incluem: (i) a melhoria da eficiência e do desempenho ambiental dos veículos; (ii) a diversificação de

⁴⁸ “Um escritório de ciência consiste de uma pequena equipe dentro de um país de interesse. O principal papel do escritório de ciência é identificar e envolver instituições locais relevante e capaz nas atividades de pesquisa em colaboração com pesquisadores do laboratório de ciências. Ela também fornece gerenciamento do portfólio de projetos para todo trabalho de P&D feito dentro daquele país.” (http://www.gm.com/experience/technology/research/global_rd_network/index.jsp)

⁴⁹ (<http://www.gm.com/experience/technology/research/people/people.jsp>)

fontes de energia; (iii) o desenvolvimento de motores de diesel, de célula de combustível, híbridos e elétricos; (iv) a pesquisa e desenvolvimento de novos materiais; (v) dentre outras atividades (GENERAL MOTORS, 2009).

Em relação ao desenvolvimento e introdução de novas tecnologias de propulsão, a General Motors optou por uma estratégia de diversificação, com investimentos paralelos na melhoria da eficiência dos veículos de combustão interna⁵⁰ e no desenvolvimento de veículos Flex, híbridos, elétricos e de células de combustíveis.

No Brasil, a empresa tem investido no desenvolvimento de veículos movidos com combustíveis alternativos. De acordo com o plano de reestruturação apresentado pela empresa ao Departamento do Tesouro Americano em fevereiro de 2009, a General Motors acredita que os “combustíveis alternativos oferecem o maior potencial a curto prazo para reduzir o consumo de petróleo no setor de transporte” (GENERAL MOTORS, 2009). As expectativas são que uma parcela crescente das vendas da empresa será devido aos combustíveis alternativos, aumentando de 17% em 2008 a aproximadamente 65% em 2014 (ver TABELA 6.2.1-4).

Tabela 6.2.1-4 Modelos econômicos da GM

| | 2000 | 2004 | 2008 | 2012 ¹ | 2014 |
|--|------|------|------|-------------------|------|
| Modelos > 30 MPG ² (Estrada) | 8 | 8 | 20 | 23 | 33 |
| Modelos com combustíveis alternativos (% das vendas) | 2% | 6% | 17% | 61% | 65% |
| Modelos híbridos e Plug-in | 0 | 2 | 6 | 14 | 26 |

Nota: 1 Plano Revisado. 2 Milhas por galão – o número de milhas percorrido com um galão de combustível.

Obs: 1 milha = 1,61 km

Fonte: General Motors: 2009-2010 Restructuring Plan

No caso dos veículos híbridos e plug-in, a General Motors está investindo significativamente. O objetivo da empresa é ampliar o número de veículos híbridos e no futuro, fornecer um dos maiores portfólios deste tipo de veículos na indústria automobilística. Em 2009 a companhia dispunha de 9 modelos híbridos e a expectativa para 2012 e 2014 é que esse número aumente para 14 e 26 modelos, respectivamente (ver novamente TABELA 6.2.1-4). Um deles, o Chevrolet Volt, é uma das apostas da General Motors. Este veículo híbrido/elétrico, com previsão de lançamento para o final de 2010, é alimentado exclusivamente por energia elétrica. Quando a bateria fica sem carga, ele utiliza uma pequena quantidade de combustível no seu gerador de bordo para gerar mais

⁵⁰ A General Motors utiliza diversas tecnologias projetadas para melhorar a eficiência na combustão, como o Active Fuel Management, o Clean Diesel Technology e o Spark Ignition Direct Injection.

eletricidade. A autonomia da bateria é de 40 milhas⁵¹ (aproximadamente 64 km) (GENERAL MOTORS, 2009).

6.3. FIAT

6.3.1. A empresa no mundo

Em 1899 no Palazzo Bricherasio, a empresa Fiat foi fundada na Itália. Atualmente, as empresas do Fiat Group estão presente em 50 países e mantêm relações comerciais com clientes em mais de 190 países. Em 2008, apenas cerca de um quarto das receitas foram geradas na Itália. Embora, neste mesmo ano, das 203 instalações produtivas do grupo, 70 estavam localizadas na Itália e dos 198.348 empregados do grupo, 82.371 estavam trabalhando neste país. (ver TABELA 6.3.1-1). Fora da Europa, o Mercosul tem um papel de destaque nos negócios do grupo, pois aproximadamente 16,8% das receitas e 22% dos empregados do grupo se encontram nesta região (FIAT, 2009).

Tabela 6.3.1-1 Dados gerais do Fiat Group

| | Número de empresas | | Empregados | | Instalações | | Receitas por destino ¹ | |
|----------------------------|--------------------|------------|----------------|----------------|-------------|------------|-----------------------------------|---------------|
| | 2008 | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 | 2007 | 2008 | 2007 |
| Itália | 145 | 162 | 82.371 | 77.679 | 70 | 56 | 9.722 | 11.565 |
| Europa (excl. a Itália) | 274 | 281 | 50.159 | 45.999 | 62 | 54 | 16.120 | 17.111 |
| América do Norte | 70 | 74 | 12.305 | 11.364 | 19 | 22 | 3.839 | 4.261 |
| Mercosul | 33 | 32 | 43.042 | 39.324 | 27 | 24 | 6.774 | 6.067 |
| Outras regiões | 111 | 111 | 10.471 | 10.861 | 25 | 22 | 3.869 | 3.684 |
| Total | 633 | 660 | 198.348 | 185.227 | 203 | 178 | 40.323 | 42.688 |

Nota: 1 Em milhões de dólares – taxa de câmbio anual média fornecida pelo Federal Reserve; Relatório Anual de 2008 da Fiat, pág11

Fonte: Elaboração própria

Durante 2008, o Fiat Group Automobiles vendeu um total de 2.152,500 veículos de passageiros e comerciais, representando uma queda de 3,6% se comparamos com os números apresentados em 2007. No mercado da Europa ocidental, em 2008, as vendas de veículos de passageiros declinaram 8,4%. Resultado que foi diretamente influenciado pela

⁵¹ A economia em termos monetários é muito significativa. Se uma pessoa dirigir em torno de 40 milhas por dia, anualmente utilizará cerca de 2500kWh. Nos Estados Unidos isso representaria um custo médio de aproximadamente um dólar por dia. Vale destacar também que segundo uma pesquisa do U.S Bureau of Transportation Statistics, cerca de 75% dos americanos dirige menos que 40 milhas por dia. (<http://www.chevrolet.com/pages/open/default/future/volt.do>)

diminuição da demanda da Itália (-13,4%), Espanha (-28,15) e Grã Bretanha (-11,3%). Fora da Europa ocidental, os resultados positivos do Brasil e Polônia ajudaram a suavizar a queda (ver TABELA 6.3.1-2).

Tabela 6.3.1-2 Desempenho de vendas de veículos leves e veículos comerciais leves (unidades em milhares)

| | 2007 | 2008 | % Variação |
|----------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| França | 94,7 | 123,8 | 30,7 |
| Alemanha | 107,3 | 122,8 | 14,4 |
| Grã Bretanha | 77,7 | 71,4 | -8,1 |
| Itália | 854,6 | 718,1 | -16,0 |
| Espanha | 79,4 | 48,7 | -38,7 |
| Restante da Europa Ocidental | 143,3 | 153,1 | 6,8 |
| Europa Ocidental | 1357,0 | 1237,9 | -8,8 |
| Polônia | 39,1 | 41,6 | 6,5 |
| Brasil | 613,1 | 665,6 | 8,6 |
| Resto do Mundo | 224,6 | 207,4 | -7,6 |
| Vendas totais | 2233,8 | 2151,5 | -3,6 |
| Empresas Associadas ¹ | 90,6 | 76,5 | -15,5 |
| Total Geral | 2324,4 | 2229,0 | -4,1 |

Nota: 1Dados relativos a 2007 foram reformulados para incluir veículos montados e vendidos na Rússia.

Fonte: Relatório Anual de 2008 da Fiat, pág 70.

6.3.2. Pesquisa e desenvolvimento e atividades tecnológicas

O grupo Fiat conduz suas atividades inovativas por meio do Centro Ricerche Fiat (C.R.F)⁵² e do Elasis⁵³, sendo que, as atividades de ambas companhias, são coordenadas estrategicamente pelo conselho executivo do grupo.

Em 1978, o grupo FIAT fundou o Centro Ricerche Fiat (C.R.F), especializado em inovação, pesquisa e desenvolvimento. Atualmente, este centro é reconhecido mundialmente. Em 2008, o C.R.F contava com uma rede global de mais de 150 universidades e centros de pesquisas e mais de 1.000 parceiros industriais ao redor do mundo. Seu foco gira em torno de pesquisas de mobilidade sustentável, no qual desenvolvem motores e combustíveis mais eficientes, melhora a aerodinâmica dos veículos, desenvolve materiais recicláveis, dentre outras pesquisas (FIAT, 2007 e 2008).

A Elasis foi fundada em 1988 com o intuito de aproximar o grupo a região sul da Itália. Seu crescimento ocorreu em um centro de pesquisa altamente especializado, cujas atividades estiveram focadas em inovação tecnológica, no desenvolvimento de veículos

⁵² (<http://www.crf.it/en-US/Pages/default.aspx>)

⁵³ (<http://www.elasis.it/>)

completos, nas pesquisas de mobilidade e seus impactos ambientais. Atualmente, o centro tem como meta a criação de novas ligações na cadeia de valor entre a pesquisa e a inovação. Para isto, Elais faz diversas parcerias com universidade e instituições privadas em pesquisas básicas e treinamentos (FIAT, 2007 e 2008).

Em 2008, o grupo gastou em atividades de pesquisa e desenvolvimento aproximadamente 1.350 milhões de dólares, isto representa cerca de 3,4% da sua receita de vendas (ver TABELA 6.3.2-1). Dos 198.348 empregados do grupo, cerca de 14.500 estavam envolvidos em atividades inovativas em 118 centros de P&D (FIAT, 2008 e 2009). Em relação a estes centros, a maioria estão concentrados na Europa, pois dos 118 centros do grupo, 88 estão localizados nesta região (ver TABELA 6.3.2-2). No caso do Fiat Group Automobiles, neste mesmo ano, o gasto total em P&D foi de 572 milhões de dólares, resultando numa intensidade da P&D de 3,1%.

Tabela 6.3.2-1 Gasto em P&D

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Fiat Group Automobiles¹ | | | | | |
| Total gasto em P&D | 765 | 534 | 537 | 548 | 572 |
| Receita de vendas | 15.835 | 15.690 | 18.867 | 19.555 | 18.292 |
| Proporção das vendas % | 4,8% | 3,4% | 2,8% | 2,8% | 3,1% |
| Fiat Group² | | | | | |
| Total gasto em P&D | 1.440 | 1.252 | 1.266 | 1.270 | 1.349 |
| Receita de vendas | 36.692 | 37.388 | 41.258 | 42.688 | 40.323 |
| Proporção das vendas % | 3,9% | 3,3% | 3,0% | 2,9% | 3,3% |

Nota: ¹ O Fiat Group Automobiles é composto pelas seguintes marcas: Fiat, Lancia, Alfa Romeo, Fiat Professional, Abarth, Maserati, Ferrari; ² Ver Tabela A12 do Anexo; Em milhões de dólares – taxa de câmbio anual média fornecida pelo Federal Reserve

Fonte: Elaboração própria a partir das informações contidas no seguinte site <http://www.fiatgroup.com/en-us/shai/banns/history/pages/default.aspx>

Tabela 6.3.2-2 Centros de P&D

| | 2007 | 2008 |
|-----------------------------|------------|------------|
| Itália | 49 | 50 |
| Europa (excluindo a Itália) | 32 | 33 |
| América do Norte | 14 | 15 |
| Mercosul | 10 | 10 |
| Outras regiões | 9 | 10 |
| Total | 114 | 118 |

Fonte: Elaboração própria a partir das informações contidas no Relatório Anual de 2008 da Fiat.

Uma parcela destes gastos foi dirigida para atividades de pesquisas e desenvolvimento de formas alternativas de combustíveis e propulsão. O Centro Ricerche

Fiat, juntamente com o Centro Stile Fiat, estão trabalhando em diferentes projetos cujo foco é o desenvolvimento de motores mais eficientes e com emissões mais baixas.

Para o curto prazo, a Fiat aposta em motores movidos com combustíveis alternativos, mais precisamente, a empresa acredita que o gás natural é a melhor alternativa no presente para responder as necessidades ambientais e de mercado. Isto porque, segundo a empresa, o gás natural possui três vantagens: (i) Econômica: os carros italianos movidos a gás natural custam cerca de 50% menos que os carros a gasolina e, cerca de 30% menos do que os carros movidos por óleo diesel⁵⁴; (ii) Prática: existe uma extensa rede de postos para o abastecimento; (iii) Ecológica: a quantidade de CO₂ emitida é reduzida em aproximadamente 23%. Devido a isto, a empresa tem investido na ampliação de veículos movidos com dois combustíveis (gás natural e petróleo), mais precisamente na linha *Natural Power*. Atualmente, esta linha conta com 5 modelos: Multipla Natural Power, Panda Panda Natural Power, Panda Panda Climbing Natural Power, Doblo Natural Power e Punto Classic Natural Power⁵⁵ (FIAT, 2008).

Paralelamente ao desenvolvimento de motores alternativos, a Fiat tem investido em pesquisas voltadas para os motores tradicionais, que tem como meta criar melhores sistemas de gestão eletrônica⁵⁶, de modo a controlar o processo de combustão e a maneira que a potência é transmitida para as rodas, aumentando assim, a eficiência destes motores. Alguns dos resultados dessas pesquisas foi o desenvolvimento do: (i) Sistema Multiair - este sistema controla a entrada de ar nos motores de ignição, com isto, aumenta a potência e o torque em baixas rotações e melhora a economia de combustível; (ii) MultiJet 2 -reduz o intervalo de tempo entre as injeções, resultando em uma diminuição das emissões de gases e da poluição sonora; (iii) Motor de dois cilindros -consiste em uma versão condensada de um motor a gasolina que esta sendo desenvolvido atualmente, alcançando uma redução de peso de mais de 20%, enquanto o espaço ocupado no compartimento do motor é reduzido em 25% em comparação a um motor de 4 cilindros com uma potência similar⁵⁷ (FIAT, 2008).

Em relação ao hidrogênio, a empresa acredita que o uso do gás natural misturado com o hidrogênio em motores de combustão interna pode constituir um passo

⁵⁴ Contudo, vale destacar que, em parte, estes carros são mais baratos devidos aos subsídios governamentais, como por exemplo, um auxílio de 1500 euros para as pessoas que comprarem um carro novo movido a gás natural, se por acaso o carro emitir menos de 120 g/km de CO₂, estas pessoas ganham mais 2000 euros. (<http://www.environment.fiat.com/>)

⁵⁵ (<http://www.environment.fiat.com/>)

⁵⁶ Como por exemplo, a adoção do sistema Start&Stop. Este sistema desliga o motor quando o carro para e liga quando necessário, com isso, consegue economizar cerca de 10% de combustível.

⁵⁷ (<http://www.fiat.com>)

intermediário. Seguindo esta linha, em 2007 a Fiat desenvolveu o HYper Panda, um protótipo que funciona com uma mistura de gás natural e 30% de hidrogênio. Vale ressaltar que, até então, no caso do hidrogênio, a empresa seguia uma trajetória diferente. Em 2001, que é considerado como o ponto de partida dos programas experimentais da empresa no uso do hidrogênio, foi desenvolvida uma tecnologia de célula de combustível e, como resultado, a empresa desenvolveu o seu primeiro protótipo: O Seicento Elettra H2 FC. Logo depois, em 2003, a Fiat lançou o Seicento Hydrogen e em 2005, a empresa desenvolveu o protótipo do Panda Hydrogen. O funcionamento destes dois últimos protótipos mencionados consiste no princípio básico de operação da maioria das células de combustíveis, ou seja, a célula funciona como um gerador de energia elétrica, que alimenta um motor elétrico. Contudo, no caso do HYper Panda, este protótipo lançou as bases para uma nova tecnologia no caminho da empresa para os veículos movidos a hidrogênio, constituindo assim, como uma nova plataforma tecnológica para a transição para os veículos movidos a hidrogênio puro. Como já destacado, o protótipo é movido por um motor de combustão interna alimentado por uma mistura de gás natural e hidrogênio. Como resultado, há uma redução das emissões de CO₂ para 100 g/km⁵⁸ (FIAT, 2008).

6.4. FORD

6.4.1. A empresa no mundo

A Ford Motor Company é uma empresa automobilística com presença global, sua sede fica localizada em Dearborn, Michigan. Esta empresa -com cerca de 213.00 empregados e cerca de 90 plantas espalhadas pelo mundo- produz e distribui seus automóveis para seis continentes. Ela é formada pelas seguintes companhias: Ford, Lincoln, Mercury e Volvo⁵⁹ (FORD, 2008).

Os principais mercados da Ford são o da América do Norte e o da Europa. Em 2008, em termos de quantidades de unidades vendidas, as participações dessas duas regiões citadas foram de aproximadamente 42% e 32%, respectivamente. Neste mesmo ano, as participações da Ford América do Sul e da Ford Ásia e África na quantidade de unidades vendidas pela empresa foram bastante próximas, representando 7,8% e 8,3%, respectivamente. Contudo, vale destacar que a quantidade total de unidades vendidas em 2008 foi 18,5% menor do que aquela registrada em 2007, sendo que este valor foi ainda

⁵⁸ (<http://www.enviroment.fiat.com/>)

⁵⁹ A Volvo foi vendida para Geely (Valor, 29/3/2010)

mais expressivo na América do Norte, representando uma queda de 24%. No caso da América do Sul, as vendas ficaram relativamente constantes (ver TABELA 6.4.1-1).

Tabela 6.4.1-1 Volumes de unidades vendidas mundialmente por segmento automotivo (em milhares)

| | 2007 | 2008 |
|--|--------------|--------------|
| Ford América do Norte | 2.890 | 2.329 |
| Ford América do Sul | 438 | 435 |
| Ford Europa | 1.918 | 1.820 |
| Volvo | 482 | 359 |
| Ford Ásia e África | 535 | 464 |
| Jaguar, Land Rover e Aston Martin ¹ | 292 | 125 |
| Total | 6.555 | 5.532 |

*Nota: As marcas Jaguar, Land Rover e Aston Martin foram vendidas
Fonte: Relatório Anual (2008) da Ford*

6.4.2. Pesquisa e desenvolvimento e atividades tecnológicas

Segundo o último relatório divulgado pela Ford (2008), o gasto total realizado pela empresa em atividades de pesquisa e desenvolvimento em 2007 foi de aproximadamente 8 bilhões de dólares, valor que é cerca de 11,1% superior aos gastos que a companhia realizou em 2006, representando 5,28% das receitas de vendas. A intensidade da P&D no período compreendido entre 2001 e 2007, manteve-se superior a 5%, apresentando uma média de 5,3%. Neste mesmo período, a variação das receitas de vendas foi de 18%, enquanto que a variação do gasto total em P&D foi de 9,5% (ver TABELA 6.4.2-1).

Tabela 6.4.2-1 Gasto em P&D (em milhões de dólares)

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total gasto em P&D | 7.3 | 7.7 | 7.3 | 7.4 | 8.0 | 7.2 | 8.0 |
| Vendas ¹ | 130.8 | 134.3 | 138.4 | 147.1 | 153.5 | 143.3 | 154.4 |
| Proporção das vendas | 5,58% | 5,73% | 5,27% | 5,03% | 5,21% | 5,02% | 5,28% |

*Nota: 1 Desconsiderando as receitas das operações financeiras
Fonte: Elaboração própria com base nas informações dos relatórios Anuais (2002-2008) da Ford.*

A Ford está destinando parte destes gastos em P&D para o desenvolvimento de várias tecnologias, no qual o principal intuito da empresa é de aumentar a eficiência dos seus veículos (FORD, 2008). Não obstante, as principais metas anunciadas⁶⁰ pela empresa são:

⁶⁰ (<http://www.thefordstory.com/green/>)

- Desenvolver veículos mais eficientes e menores, sendo que, um dos seus objetivos é levar estes tipos de veículos para o mercado da América do Norte, incluindo as próximas gerações e alguns projetados na Europa, como o Ford Fiesta e o Ford Focus.
- Desenvolver mais motores econômicos e com menor emissão de CO₂, como por exemplo, o seu motor recém desenvolvido: o EcoBoost. Este motor fornece uma economia de combustível entre 10 e 20 por cento ⁶¹;
- Melhorar a economia de combustível, o objetivo da empresa é de ter cerca de 98 % das transmissões norte americanas equipadas com caixa de câmbio de seis marchas a partir do início de 2013;
- Em 2012, a empresa estima que metade dos seus veículos serão capazes de rodar com combustíveis alternativos;
- Em 2020, a empresa está objetivando reduzir 20% das emissões de CO₂ dos seus veículos nos Estados Unidos e na Europa;
- Durante esta década, a Ford está planejando reduzir o peso dos seus veículos, para isto, ela está estudando o uso de materiais alternativos e duráveis, tais como o alumínio e o magnésio;
- Com o lançamento de novos produtos a partir de 2010, a empresa espera estar entre as melhores no campo de eficiência de combustível;

Além disso, a empresa também tem investido recursos de P&D no desenvolvimento de novos modelos híbridos e elétricos. Uma versão totalmente elétrica do Ford Transit Connect será mostrada no Auto Show de Chicago em 2010. A perspectiva é que sua produção comece no final deste mesmo ano. Este veículo será adequado para frotas comerciais que tem rotas curtas e, preferencialmente, para aquelas que realizam paradas freqüentes. Isto porque, a bateria deste veículo possui uma autonomia de cerca de 129 km, atingindo uma velocidade máxima de até 120 km/h e com um tempo de recarga variando entre 6 a 8 horas. Além deste modelo, a Ford planeja lançar mais três modelos elétricos no mercado até 2012: o Focus Electric em 2011, um veículo plug-in híbrido elétrico em 2012 e um da próxima geração de híbridos em 2012⁶². No caso do Focus Electric⁶³, este veículo

⁶¹ A empresa estima que em 2013, mais de 90% dos modelos da América do Norte estarão disponíveis com esta tecnologia (FORD, 2008).

⁶² (<http://www.thefordstory.com/green/ford-transit-connect-goes-electric/>)

terá uma autonomia de aproximadamente 161 km, podendo recarregar a bateria de íon de lítio em tomadas de 110V e de 220V, com um tempo médio de 8hrs e 6hrs, respectivamente.

6.5. TOYOTA

6.5.1. A empresa no mundo

A Toyota Motor Corporation é uma das maiores indústria automobilística do mundo, sua fundação foi em 1937, pelo Sakichi Toyoda⁶⁴. Atualmente, sua sede fica localizada em Toyota City, Japão. Com um capital estimado em cerca de 397 bilhões de ienes, esta empresa emprega cerca de 321 funcionários e distribui seus produtos para diversos país. A empresa é formada pelas seguintes companhias: Toyota, Lexus, Hino e Daihatsu (TOYOTA, 2009b).

Os principais mercados da empresa são o da América do Norte, japonês e europeu, com participação nas vendas em 2009 de 29,2%, 25,7% e 14%, respectivamente. Além destes, o mercado asiático também teve uma participação razoável nas vendas da empresa neste ano, representando 11,9% das vendas. As principais regiões produtivas da empresa correspondem ao Japão, Ásia e América do Norte, com participações no total da produção de 60,3%, 13,4% e de 13%, respectivamente (ver TABELA 6.5.1-1).

Tabela 6.5.1-1 Produção e venda de veículos por região (em milhares de unidades)

| | 2007 | 2008 | 2009 | % variação 2008/2009 |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Produção de veículos por região | | | | |
| Japão | 5.100 | 5.160 | 4.255 | -17,5 |
| Total no exterior | 3.080 | 3.387 | 2.796 | -17,4 |
| América do Norte | 1.205 | 1.268 | 919 | -27,5 |
| Europa | 709 | 711 | 482 | -32,2 |
| Ásia | 755 | 961 | 947 | -1,5 |
| América do Sul e Central | 147 | 150 | 151 | +0,7 |
| Oceania | 117 | 149 | 130 | -12,8 |
| África | 147 | 148 | 167 | +12,8 |
| <i>Total</i> | <i>8.180</i> | <i>8.547</i> | <i>7.051</i> | <i>-17,5</i> |
| Vendas de veículos por região | | | | |
| Japão | 2.273 | 2.188 | 1.945 | -11,1 |
| Total no exterior | 6.251 | 6.725 | 5.622 | -16,4 |

⁶³ (<http://www.thefordstory.com/green/ford-focus-electric-coming-soon/>)

⁶⁴ (http://www2.toyota.co.jp/en/about_toyota/overview/index.html)

| | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| América do Norte | 2.942 | 2.958 | 2.212 | -25,2 |
| Europa | 1.224 | 1.284 | 1.062 | -17,3 |
| Ásia | 789 | 956 | 905 | -5,3 |
| América do Sul e Central | 284 | 320 | 279 | -12,8 |
| Oceania | 268 | 289 | 261 | -9,7 |
| África | 304 | 314 | 289 | -8,0 |
| Oriente Médio | 433 | 597 | 606 | +1,5 |
| Outros | 7 | 7 | 8 | +14,3 |
| <i>Total</i> | <i>8.524</i> | <i>8.913</i> | <i>7.567</i> | <i>-15.1</i> |

Fonte: Relatório Anual (2009) da Toyota

6.5.2. Pesquisa e desenvolvimento e atividades tecnológicas

Em 2009, o gasto total realizado pela Toyota em P&D foi de aproximadamente 9.650 milhões de dólares, valor que é cerca de 4% superior aos gastos de 2008 e representa 4,71% das receitas de vendas. Além disso, nota-se que a intensidade da P&D decresceu no período compreendido entre 2005 a 2008, pois em 2005, os gastos em P&D representavam cerca de 4,24% das receitas de vendas e este valor decresceu até chegar nos 3,86% registrado em 2008 (ver TABELA 6.5.2-1). Não obstante, a intensidade de 4,71% registrada em 2009 se deu devido ao fato da variação negativa das receitas de vendas terem sido maior do que a variação do total gasto em P&D, ou seja, de -14,7% e de 4%, respectivamente⁶⁵.

Tabela 6.5.2-1 Gasto em P&D

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Total gasto em P&D | 3.915 | 4.704 | 5.762 | 6.306 | 6.857 | 6.990 | 7.566 | 9.276 | 9.650 |
| Vendas ¹ | 102.015 | 107.810 | 127.600 | 153.287 | 161.575 | 172.462 | 192.510 | 240.072 | 204.675 |
| Proporção das vendas | 3,84% | 4,37% | 4,52% | 4,12% | 4,24% | 4,05% | 3,93% | 3,86% | 4,71% |

Nota: 1 Desconsiderando as receitas das operações financeiras; (em milhões de dólares)

Fonte: Elaboração própria com base nas informações do relatório Anual de 2009 da Toyota.

A Toyota conduz suas atividades de P&D em diversos centros espalhados pelo mundo. No Japão, as atividades de P&D são lideradas pelo Toyota Central Research e Development Laboratories, no qual trabalha juntamente com outras companhias do grupo Toyota. Além dos quatro centros localizados no Japão, há dois nos Estados Unidos, três na Europa e dois na Ásia. O primeiro centro de pesquisas da empresa criado fora do Japão

⁶⁵ Em outras palavras, a crise teve um impacto negativo muito mais forte na geração das receitas, do que no dispêndio em atividades de P&D. Uma das justificativas para isso seria devido à dificuldade de restringir os gastos nesta atividade, tanto pela sua importância estratégica para geração de receitas, quanto devido aos projetos que se encontram em andamento.

foi o Caltly Design Research, instalado em 1973 nos Estados Unidos, sua função se limitava a área do design. Em 2003, a empresa instalou centros avançados de P&D na Tailândia e na Austrália. (ver TABELA 6.5.2-2).

Tabela 6.5.2-2 Organização da P&D em 2008

| Japão | | | |
|--|---|--|------------------------|
| <i>Companhia</i> | <i>Atividades</i> | <i>Localização</i> | <i>Estabelecimento</i> |
| Head Office Technical Center | Planejamento e projeto dos produtos, da produção e avaliação do veículo | Toyota City, Aichi Prefecture | 1954 |
| Toyota Central Research & Development Laboratories, Inc. | Pesquisas técnicas fundamentais para o grupo Toyota | Aichi County, Aichi Prefecture | 1960 |
| Higashi-Fuji Technical Center | Pesquisa e desenvolvimento de novos veículos e novos motores | Mishuku, Susono City, Shizuoka Prefecture | 1966 |
| Shibetsu Proving Ground | Teste e avaliação dos veículos sobre altas velocidades e condições frias | Onnebetsu, Shibetsu City, Hokkaido | 1984 |
| Estados Unidos | | | |
| Toyota Motor Engineering & Manufacturing North America, Inc.* | Desenvolvimento e avaliação do veículo, certificação, coleção de informações técnicas | Ann Arbor, Plymouth (Michigan), Torrance, Gardena (California), Wittmann (Arizona), Washington, D.C. | 1977 |
| Caltly Design Research, Inc. | Exterior/ Interior/ Projeto da cor | Newport Beach (California) | 1973 |
| Europa | | | |
| Toyota Motor Europe R&D/Manufacturing | Desenvolvimento e avaliação do veículo, certificação, coleção de informações técnicas | Brussels (Belgium), Derby (U.K.) | 1987 |
| Toyota Europe Design Development | Exterior/ Interior/ Projeto da cor | Nice (France) | 2000 |
| Toyota Europe Design Development | Desenvolvimento de carros para Formula 1 | Cologne (Germany) | 1993 |
| Ásia | | | |
| Toyota Motor Asia Pacific Engineering and Manufacturing Co., Ltd. | Desenvolvimento de veículos e software, avaliação e coleta de informações técnicas | Samutprakan Province (Thailand) | 2003 |
| Toyota Technical Center Asia Pacific Australia Pty., Ltd. | Desenvolvimento de veículos e software, avaliação e coleta de informações técnicas | Melbourne (Australia) | 2003 |

Fonte: Relatório Anual (2008) da Toyota

Nos últimos anos, uma grande parcela destes gastos em P&D estão se concentrando em áreas tecnológicas voltadas para o desenvolvimento de formas de propulsão mais eficientes. Segundo Katsuaki Watanabe, presidente da Toyota, “*Without focusing on environmental, energy and safety measures there can be no future for motor vehicles*” (TOYOTA, 2008b, pag.2). Com o propósito de desenvolver um eco-carro modelo, a

Toyota tem investido em pesquisas e desenvolvimento de motores a diesel e gasolina mais eficientes⁶⁶, assim como, no desenvolvimento de motores compatíveis com várias fontes de energia (biocombustíveis, eletricidade e hidrogênio). Destas tecnologias, visto que a tecnologia híbrida pode ser aplicada para todos os tipos de *power trains*, a empresa a considera como um núcleo tecnológico e esta investindo fortemente no seu desenvolvimento. Além disso, a Toyota acredita que a tecnologia híbrida não seja apenas um passo para a era dos veículos de células de combustíveis, mas sim, como a tecnologia que se tornará dominante no mercado de eco-carros e que, eventualmente, poderá evoluir para dar uma forma básica do que a empresa chama de “o eco-carro final”⁶⁷.

Portanto, o objetivo da Toyota é usar a tecnologia híbrida como uma tecnologia base para o desenvolvimento de novas alternativas, procurando integra-la com várias fontes de energias como: gás natural, bioetanol, biodiesel, hidrogênio, combustível sintético, diesel, dentre outros. A partir de 2000, a Toyota ampliou o mercado do Prius⁶⁸ para além do Japão, passando a incluir a Europa e a América do Norte. Além disso, a empresa expandiu a sua faixa de modelos híbridos, passando a incluir minivans, SUVs, sedans com tração traseira, dentre outros tipos de veículos. Atualmente, os veículos híbridos são comercializados em mais de 40 países. (TOYOTA, 2008 a e b).

Não obstante, a Toyota também produz os veículos híbridos fora do Japão⁶⁹. Desde 2005, a empresa produz o Prius na China e desde 2006, ela produz o Camry Hybrid nos Estados Unidos. Além disso, a empresa está preparando para começar a produzir na Austrália e na Tailândia (TOYOTA, 2008b).

Além disso, a empresa aposta que no futuro, os veículos híbridos plug-in (PHV) movidos com biocombustíveis terão grande potencial para a mobilidade sustentável e, conseqüentemente, a Toyota está investindo recursos em P&D para que isso ocorra. Outra aposta da empresa esta no desenvolvimento de veículos movidos a células de combustível. Em 2002, a Toyota iniciou um comercio limitado do TOYOTA FCHV -veículo híbrido de célula de combustível desenvolvido a partir da tecnologia derivada do Prius- nos Estados

⁶⁶ Como por exemplo, o desenvolvimento dos motores 1.3-liter e 2.5-liter, que foram lançados em 2008 no Japão. O motor 1.3 liter foi equipado com o sistema Stop&Start da Toyota, ou seja, desliga o motor toda vez que o veículo não está em movimento e com isso, aumenta a economia de combustível. Além dessas, a empresa tem desenvolvido diversas outras tecnologias para tentar aumentar a eficiência dos motores de combustão (TOYOTA, 2008a).

⁶⁷ (http://www2.toyota.co.jp/en/tech/environment/hsd/pdf/a_guide_to_hsd.pdf)

⁶⁸ Em 1997, a Toyota lançou o primeiro carro híbrido (gasolina/elétrico) produzido em massa (TOYOTA, 2008b)

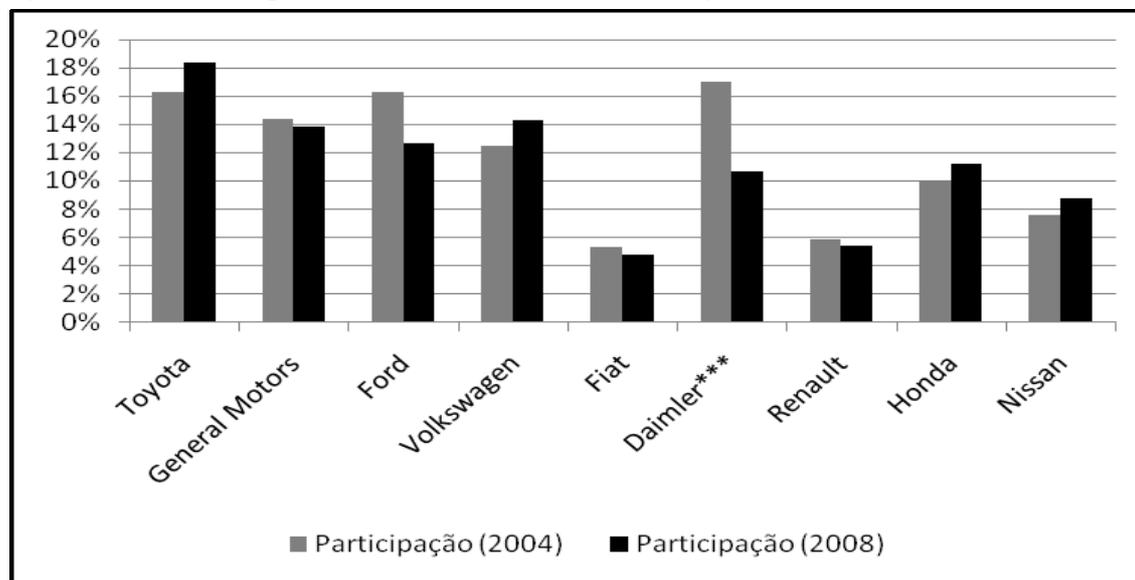
⁶⁹ Em maio de 2008, as vendas acumuladas de veículos híbridos da Toyota foram de aproximadamente 1.5 milhões. Para o início da década de 2010, o objetivo da empresa é vender um milhão de veículos híbridos por ano (TOYOTA, 2008 a e b)

Unidos e no Japão⁷⁰. Entretanto, concomitantemente ao desenvolvimento de várias formas de propulsão alternativas, a Toyota também tem investido no desenvolvimento de carros menores e mais leves (TOYOTA, 2008 a e c).

7. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS MONTADORAS

Em relação ao gasto total em P&D realizado por uma amostra de nove montadoras selecionadas⁷¹, percebemos que houve um aumento de aproximadamente 5% no período compreendido entre 2004 e 2008 (para maiores informações, ver Tabela A15 no Anexo). Neste período, algumas montadoras aumentaram suas participações relativas no gasto total em P&D da amostra. Como pode ser visto pela Figura 7.1, fazem parte do conjunto de empresas que aumentaram suas participações a Toyota, Volkswagen, Honda e Nissan, com um aumento na participação de aproximadamente 2,1%, 1,8%, 1,2% e 1,1%, respectivamente. Da amostra analisada, as empresas que obtiveram quedas mais expressivas na participação no gasto de P&D foram: (i) a Ford, com queda de aproximadamente 3,7% e a Daimler, com queda de 6,3%.

Figura 7.1 Participação das montadoras¹ no gasto total de P&D



Nota: ¹ Em relação ao gasto total das montadoras que foram selecionadas; ***Em 2004: DaimlerChrysler; Informações divulgadas pelo Industrial R&D Investment Scoreboard, disponível em:

<http://www.gpeari.mctes.pt/?idc=11&idi=340971>

Fonte: Elaboração própria

⁷⁰ Já em 2008, a empresa iniciou um comércio limitado no Japão da nova versão do veículo: o TOYOTA FCHV-adv (TOYOTA, 2008b).

⁷¹ Neste caso, considerou-se apenas os gastos em P&D das seguintes montadoras: Toyota, General Motors, Ford, Volkswagen, Fiat, Daimler, Renault, Honda e Nissan.

Em termos absolutos, nota-se uma mudança no ranking das maiores gastadoras em P&D no período destacado. Em 2004, os três maiores gastos em P&D em seqüência decrescente eram da DaimlerChrysler, Ford e Toyota, respectivamente. Já em 2008, a Toyota, a Volkswagen e a General Motors, foram as três maiores montadoras a investirem em P&D. Contudo, vale destacar que houve uma mudança não desprezível do gasto da maior gastadora em relação às demais, pois em 2004, a diferença entre o gasto da DaimlerChrysler e a Ford foi de aproximadamente 4%. Já em 2008, a diferença da Toyota para a Volkswagen no gasto em P&D era de aproximadamente 28%.

No que se refere a intensidade da P&D, percebe-se um certo padrão nos últimos anos, no qual, na maioria das empresas desta amostra, a variação deste índice no período compreendido entre 2003 e 2008 foi de aproximadamente 1%, ou seja, se pegarmos a intensidade da P&D apresentados pelas empresas em 2003 e comparamos com aqueles apresentados em 2008, constatamos que esta variação é de cerca de 1% (ver TABELA 7.1). Neste mesmo período, nota-se uma leve elevação na intensidade da P&D média destas empresas, pois em 2003, este valor era de aproximadamente 4,4% e, em 2008, subiu para cerca de 4,9%.

Tabela 7.1 Intensidade da P&D¹

| Empresa | R&D / Receita | | | | | |
|-----------------------|---------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Toyota | 4,10% | 4,10% | 4,10% | 3,90% | 3,70% | 3,60% |
| General Motors | 3,10% | 3,40% | 3,50% | 3,20% | 4,40% | 5,40% |
| Ford | 4,60% | 4,30% | 4,50% | 4,50% | 4,30% | 5,00% |
| Volkswagen | 4,70% | 2,00% | 4,30% | 4,00% | 4,50% | 5,20% |
| Fiat | - | 4,80%* | 3,40%* | 2,80%* | 3,00% | 3,30% |
| Daimler*** | 4,10% | 2,40% | 3,80% | 3,40% | 3,80% | 4,60% |
| Renault | 4,60% | 11,30% | 5,90% | 5,60% | 6,20% | 6,10% |
| Honda | 5,50% | 5,40% | 5,40% | 5,20% | 5,00% | 4,90% |
| Nissan | 4,40% | 4,80% | 4,60% | 4,70% | 4,40% | 4,20% |

*Nota: ¹ A elaboração desta tabela foi feita a partir de outras fontes de dados, portanto, em alguns casos, os valores divergem daqueles apresentados nos dossiês; ***Em 2004: DaimlerChrysler; Informações divulgadas pelo Industrial R&D Investment Scoreboard, disponível em: <http://www.gpeari.mctes.pt/?idc=11&idi=340971>*

Fonte: Elaboração própria

8. BRASIL

Para explicar os motivos que levam as empresas multinacionais a descentralizarem as suas atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia, conforme vimos nos tópicos acima, a literatura tradicional dá uma forte ênfase nas condições de mercado e de

acesso a recursos escassos⁷². Tal abordagem, está focada no deslocamento de centros de P,D&E entre os países desenvolvidos e, portanto, não considera duas razões que também são relevantes para explicar o estabelecimento destes centros em países emergentes como o Brasil, pois desconsidera a influência da necessidade de reduzir o tempo de desenvolvimento e da qualidade das relações entre matriz e subsidiária (DIAS e SALERNO, 2009).

Quando o desenvolvimento de certo produto necessita sofrer adaptações para atender as preferências de diversos mercados, a centralização das atividades inovativas é vantajosa pelo lado da economia de escala, porém, pode se tornar desvantajosa do lado da redução do tempo de desenvolvimento. Para evitar isto, as empresas multinacionais estão transferindo as funções de adaptações para suas filiais nos países emergentes, nos quais, os projetistas estão mais próximos das realidades e preferências locais, conseguindo assim, acelerar o desenvolvimento dos produtos. Por sua vez, os derivativos criados nessas filias, podem ser exportados para outros países cujos mercados são semelhantes. Outro fator determinante na alocação de atividades inovativas é o reconhecimento da importância da filial. No caso brasileiro, algumas filias apresentam um relativo destaque dentro das estratégias das matrizes (DIAS e SALERNO, 2009).

Desde a instalação da indústria automobilística, o Brasil vem progressivamente adquirindo competências. Durante vários anos, as montadoras aqui instaladas apenas adaptavam à realidade brasileira os veículos concebidos na matriz, processo que ficou conhecido como “tropicalização”. Depois desta fase, houve um progresso das competências das filiais brasileiras, ou seja, estas começaram a desenvolver derivativos de veículos concebidos no exterior, como por exemplo, a picape baseada no Corsa, em 1994, e o Astra sedã em 1998, ambas desenvolvidas a partir de modelos da Opel alemã. Contudo, o desenvolvimento do Meriva é considerado, por alguns, como um marco da mudança de paradigma para a indústria automobilística nacional, com o Brasil tornando-se centro de competência para projetar e desenvolver carros que serão feitos em outros países⁷³ (CONSONI, 2004; UNCTAD, 2005).

⁷² Segundo a literatura tradicional, alguns dos principais motivos para explicar a descentralização das atividades de pesquisa e desenvolvimento seriam: (i) captar as preferências locais, ou seja, desenvolvimento de produtos voltados para as necessidades do consumidor; e (ii) acesso a ativos tecnológicos não disponíveis no sistema nacional de inovação de origem (para maiores detalhes: ver novamente tópico 2)

⁷³ “A cada dia a GM reforça mais as equipes de engenharia fora da matriz. Centros de projetos como o do Brasil continuarão a desenhar veículos para outros mercados, inclusive o americano, segundo a vice-presidente da GM para a América Latina, Maureen Kempston-Darkes” (Valor, 07/01/2008).

Os dados demonstram que, a partir do início dos anos 2000, houve um aumento nos gastos em P&D voltados para o setor automobilístico brasileiro. No período compreendido entre os anos de 2000 e 2005, houve uma elevação significativa dos gastos de P&D neste setor⁷⁴ (ver TABELA 8.1). Além disso, nesses anos também se constatou uma elevação do número de pessoas dedicadas à atividade de P&D, demonstrando assim, um aumento do esforço de ampliação das atividades tecnológicas locais (ver FIGURA 8.1). Em 2005, aproximadamente 4.700⁷⁵ pessoas com curso superior foram empregadas para realizarem atividades de P&D na indústria automobilística local, destas, cerca de 4.200 eram engenheiros. Naquele período, este número representava cerca de 17% do total de pessoas com curso superior e 23% do total de engenheiros alocados em atividades de P&D na indústria brasileira (ABDI, 2008).

Tabela 8.1 Dispendios relacionados às atividades internas de P&D, segundo as atividades das indústrias de transformação –Brasil- 2000, 2003 e 2005 (US\$ milhões)

| Indústria | 2000 | 2003 | 2005 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Indústria de Transformação | | | |
| Total P&D | 2.028 | 1.647 | 2.888 |
| Total P&D/Vendas | 0,70% | 0,60% | 0,60% |
| Setor Automotivo | | | |
| Total P&D | 257 | 428 | 694 |
| Total P&D/Vendas | 0,90% | 1,60% | 1,25% |
| Autopeças | | | |
| Total P&D | 47 | 52 | 101 |
| Total P&D/Vendas | 0,55% | 0,63% | 0,48% |
| P&D Setor automotivo/P&D total indústria de transformação | 13% | 26% | 24% |
| P&D autopeças / P&D total indústria de transformação | 2,30% | 3,20% | 3,50% |
| P&D autopeças / P&D automotiva | 18% | 12% | 15% |

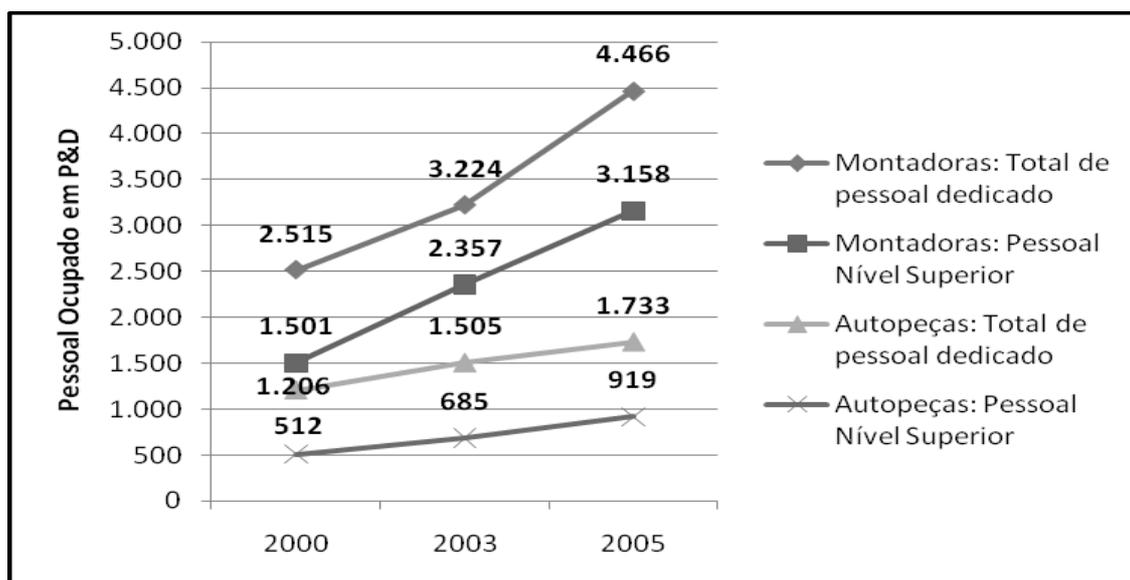
Nota: Utilizou-se o câmbio médio fornecido pelo IPEA

Fonte: Quintão (2008)

⁷⁴ Contudo, vale destacar que, segundo os dados da OECD, em 2000 a China gastou cerca de US\$ 809,2 em P&D, ou seja, uma cifra bem superior aos US\$ 257 milhões gasto pela indústria automobilística brasileira. Para maiores informações sobre os dispendios de outros países no setor automobilístico, ver Tabela A2 do Anexo.

⁷⁵ Para chegar a este valor, o estudo ABDI (2008) utilizou outras fontes de dados além da PINTEC, portanto, isto explica o contraste em relação ao valor apresentado no Gráfico 8.1.

Figura 8.1 Pessoal ocupado em P&D e Pessoal de nível superior ocupado em P&D - Brasil



Fonte: Quintão (2008)

Pode-se dizer que o setor automobilístico é um setor inovador, pois em termos mundiais este setor possui uma média de gastos em atividades inovadoras acima da média industrial (ABDI, 2008; CARVALHO, 2008; UNCTAD, 2005). Segundo ABDI (2008), um abrangente estudo que analisou aspectos relacionados à inovação⁷⁶ no setor automobilístico brasileiro, a taxa de inovação⁷⁷ deste setor no Brasil em 2005 foi de 37%, valor que é um pouco acima da média da indústria brasileira (34%). Em comparação ao setor automotivo de outros países, a taxa de inovação brasileira é relativamente baixa. Em 2004, a taxa de inovação na Alemanha foi de 65%, no caso da Espanha, França e Itália, estes países apresentaram uma taxa de 45%, 51% e 49%, respectivamente. Entretanto, vale ressaltar que o setor automotivo brasileiro é composto por um elevado número de empresas. Em 2005, participavam do complexo automotivo brasileiro mais de 2 mil empresas⁷⁸, das quais, uma parcela significativa destas empresas são poucas inovadoras, frágeis e pouco eficientes, contribuindo assim, para explicar a menor proporção de empresas inovadoras no Brasil relativamente aos países citados⁷⁹ (ver TABELA 8.2).

⁷⁶ “O Manual de Oslo define a inovação de produto como a implementação ou comercialização de um produto novo com características de performance aprimoradas em relação aos anteriormente produzidos. De forma similar, uma inovação de processo diz respeito à implementação de processos de produção ou métodos de entrega novos ou significativamente aprimorados – o que pode envolver mudanças nos equipamentos, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação de todos eles” (ABDI 2008, p.47)

⁷⁷ Taxa de inovação é igual a proporção das empresas inovadoras em relação ao total de empresas.

⁷⁸ Considerando, neste caso, empresas com mais de 10 pessoas ocupadas

⁷⁹ “Efetivamente, se observarmos a taxa de inovação do setor automotivo em alguns outros países, observamos valores bastante superiores às taxas de inovação brasileiras. Ou seja, o setor automotivo

Contudo, se analisarmos apenas as empresas com mais de 30 pessoas ocupadas, o número de empresas que compõem o setor automotivo brasileiro se reduz consideravelmente, passando para cerca de 940 empresas. Neste caso, a proporção de empresas inovadoras no setor sobe para 54%, valor que é relativamente superior aos 42% apresentados pela indústria brasileira. Além disso, vale destacar que os gastos em P&D realizados pelo setor, correspondeu a 24% dos gastos realizados pela indústria brasileira em 2005 (ver TABELA 8.3).

Tabela 8.2 Taxas de inovação na indústria e no setor automotivo brasileiro

| Indicadores | Setor automotivo | | | | |
|--------------------|------------------|---------|--------|---------|--------|
| | Alemanha | Espanha | França | Itália | Brasil |
| Número de empresas | 1.029 | 959 | 786 | 1.010 | 2.214 |
| Inovadoras | 667 | 435 | 399 | 492 | 819 |
| Taxa de Inovação | 65% | 45% | 51% | 49% | 37% |
| Indicadores | Indústria total | | | | |
| | Alemanha | Espanha | França | Itália | Brasil |
| Número de empresas | 101.199 | 80.957 | 86.547 | 121.561 | 95.301 |
| Inovadoras | 56.908 | 26.524 | 27.322 | 42.997 | 32.796 |
| Taxa de Inovação | 56% | 33% | 32% | 35% | 34% |

Nota: ¹ Brasil: dados da PINTEC/IBGE relativos a 2005; ² Países selecionados: dados do Community Innovation Survey (CIS4) relativos a 2004; ³ Empresas com mais de 10 pessoas ocupadas
 Fonte: Adaptado de ABDI (2008)

Tabela 8.3 Taxa de inovação e esforço inovativo na indústria e no setor automotivo brasileiro

| | Total da Indústria | Indústria Automoto. | Auto-móveis | Caminhões e ônibus | Cabines, Carrocerias e Reboques | Auto-peças | Recondicionamento |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|------------|-------------------|
| Número de empresas | 31.171 | 940 | 20 | 17 | 139 | 667 | 97 |
| Emp. Inovadoras | 13.446 (42%) | 511 (54%) | 16 (84%) | 12 (75%) | 61 (44%) | 396 (59%) | 25 (25%) |
| Investimento em P&D (R\$ milhões) | 7.823 | 1.894 | 1.292 | 314 | 30 | 257 | 1 |
| P&D/Faturamento (%) | 0,66 | 1,45 | 2,17 | 1,78 | 0,52 | 0,54 | 0,24 |

Nota: Dados da PINTEC/IBGE relativos a 2005; Empresas com mais de 30 pessoas ocupadas
 Fonte: Adaptado de ABDI (2008)

brasileiro, embora seja um pouco mais inovador do que a média da nossa indústria, ainda é muito menos inovador do que o setor automotivo mundial” (ABDI, 2008 p.48).

Se olharmos para os investimentos em atividades inovadoras e em atividades de P&D⁸⁰, teremos uma melhor visão do processo inovativo do setor automobilístico brasileiro. Apesar da taxa de inovação no setor automotivo brasileiro ser relativamente inferior a vários países, os gastos em atividades inovativas que este setor realiza no Brasil é considerável. Em 2005, como podemos notar na TABELA 8.3, os gastos realizados nesse tipo de atividade foram equivalentes a 4,4% do faturamento do setor. Se comparamos com a Espanha e Itália, percebemos que esta parcela foi superior e, próximo a parcela apresentada pela França em 2004. Em relação aos gastos em P&D, percebemos outro cenário, no qual a parcela deste tipo de gasto em relação ao faturamento do setor é bem mais baixa. Tal fato é uma evidencia de que, as atividades inovadoras no Brasil, ainda podem estar muito dependentes de aquisição de tecnologia estrangeira. Contudo, vale destacar que o setor automotivo brasileiro investe em P&D⁸¹ o mesmo percentual do faturamento que o setor automotivo espanhol e italiano (ABDI, 2008).

Tabela 8.4 Esforços Inovativos³ na indústria e no setor automotivo brasileiro

| | Setor automotivo | | | | |
|---------------------------------|------------------|---------|--------|--------|--------|
| | Alemanha | Espanha | França | Itália | Brasil |
| Gastos em atividades inovativas | 8,5% | 2,3% | 5,0% | 2,0% | 4,4% |
| Gastos em P&D (interno+externo) | 4,5% | 1,4% | 4,8% | 1,4% | 1,4% |
| Indicadores | Indústria total | | | | |
| | Alemanha | Espanha | França | Itália | Brasil |
| Gastos em atividades inovativas | 4,6% | 1,4% | 3,4% | 2,1% | 2,8% |
| Gastos em P&D (interno+externo) | 2,6% | 0,8% | 3,0% | 0,9% | 0,7% |

Nota: ¹ Brasil: dados da PINTEC/IBGE relativos a 2005; ² Países selecionados: dados do Community Innovation Survey (CIS4) relativos a 2004; ³ Porcentagem da receita líquida de vendas em empresa com mais de 10 pessoas ocupadas

Fonte: ABDI (2008)

A partir de uma ampla pesquisa -realizada por meio de entrevistas e informações coletadas junto às montadoras instaladas no Brasil- Consoni (2004) elaborou um quadro que sintetiza informações, por empresa, sobre o pessoal ocupado em atividades de desenvolvimento de produtos (DP), disponibilidade de infra-estrutura tecnológica,

⁸⁰ Os gastos em atividades inovadoras correspondem tanto aos investimentos realizados em pesquisas, quanto aos investimentos em máquinas e equipamentos para a inovação, treinamento, projetos industriais e gastos para o lançamento do produto no mercado. Portanto, é um conceito muito mais abrangente do que o de P&D (ABDI, 2008).

⁸¹ Em 2005, o setor automobilístico respondeu por 24% dos gastos em P&D da indústria brasileira (ABDI, 2008)

estratégias locais de DP e detalhamento sobre as capacitações em DP (ver QUADRO 8.1). A partir destas informações, uma das conclusões de Consoni (2004) é que existe uma grande heterogeneidade nos esforços tecnológicos empreendidos pelas filiais locais das montadoras de automóveis e, conseqüentemente, o acúmulo de competências têm variado em grau e complexidade entre elas.

Quadro 8.1 Recursos humanos em P&D, infra-estrutura tecnológica, estratégias e competências em DP nas subsidiárias das montadoras no Brasil em 2003

| | Pessoal em DP | Infra - estrutura Tecnológica | Estratégias de DP | Detalhamento das Capacitações em DP |
|-------------|---|--|--|--|
| GMB | - 900 pessoas em DP, das quais cerca de 430 são engenheiros; - demais funcionários são: técnicos da fábrica de protótipos e do Campo de Provas e pessoal da administração. | - Centro de Estilo (cerca de 70 pessoas) com sala virtual para visualização dos veículos em 3D; - Fábrica de protótipos; - Laboratório de materiais; - Desenvolvimento de motores e transmissão; - Infra-estrutura completa de ferramentaria (CAD/CAE/CAM); - Campo de Provas (Indaiatuba/SP): pistas de rodagem e laboratórios de: Análise Estrutural; Análise de Emissões; Eletroeletrônico; Segurança Veicular, e de Ruídos e Vibrações. | DP para mercados emergentes; - Projeto derivativo; - motor de baixa cilindrada e maior potência; - motor com sistema de combustível flexível. DP para mercado europeu: - projeto derivativo com substancial complexidade em DP (Projeto Meriva) - Reestilização; - <i>Face-lift</i> ; - Independência em tropicalização. | - Criação do conceito e estilo do veículo; - Detalhamento do projeto DP; - Simulações virtuais; - Construção de protótipos (parciais e completos); - Independência na realização dos testes e validação dos protótipos; - Independência na ferramentaria (fundição e plásticos, com exportação de serviços para matriz e Opel). |
| VM | - 680 pessoas em Engenharia do Produto, sendo cerca de 550 engenheiros e os demais da administração. | - Centro de Estilo (cerca de 60 pessoas); - Centro de prototipagem; - Laboratório de materiais; - Desenvolvimento de motores e transmissão; - Laboratórios: Segurança (impactos), Emissões, Motores. - Pista de Testes (são José dos Campos/SP); somente pistas de rodagem. | DP para mercados emergentes; - Projetos derivativos; - motor de baixa cilindrada e maior potência; - motor com sistema de combustível flexível. DP para mercado europeu: - DP para veículos de entrada (Projeto 249) - Reestilização; - <i>Face-lift</i> ; - Independência em Tropicalização | - Criação do conceito e estilo do veículo; - Simulações virtuais nos projetos DP; - Construção de protótipos (parciais e completos); - Independência na realização de testes e validação dos protótipos; - Ferramentaria (fundição) |
| Fiat | - 470 pessoas em Engenharia do Produto, sendo cerca de 235 mensalistas (inclui engenheiros) | - Centro de Estilo (início); - Construção de Protótipos; - Laboratórios de compatibilidade | DP para mercados emergentes (com apoio da matriz) - Projetos derivativos; - Motor com sistema | - capacidade limitada em definição do conceito e estilo em DP; |

| | | | | |
|------------------------|--|---|--|--|
| | e 238 horistas (inclui operários e técnicos) | eletromagnética, com câmara semi-aneecócia, acústica e vibrações; - Desenvolvimento de motores e transmissão; - Pista de Testes (Betim/MG): somente pistas de rodagem. | de combustível flexível. META: autonomia em DP para mercados emergentes - Reestilização; - <i>Face-lift</i> ; - Independência em Tropicalização | - Simulações virtuais; - Construção de protótipos (alguns) - Parcial realização de teste e validação; - Excelência em: suspensões, provas de fadiga, balanço energético. META: ampliar capacidades em todas as etapas do DP. |
| Ford | - 425 pessoas em Engenharia do Produto, das quais 337 são engenheiros e técnicos e 88 são horistas. Adicionalmente, há cerca de 200 pessoas que atuam em DP, porém são vinculadas às Empresas de Engenharia contratadas. | - Centro de Estilo; - Centro de Pototipagem; - Desenvolvimento de motores e transmissões; - Campo de Provas (Tatuí/SP), com pistas de rodagem e laboratórios de emissões, <i>crash tests</i> . | DP para mercados emergentes (com apoio da matriz e de empresas de engenharia): - Projetos derivativos; - motor de baixa cilindrada e maior potência; - motor com sistema de combustível flexível (em desenvolvimento) -Reestilização; - <i>Face-lift</i> ; - Independência em Tropicalização | - Participação em times globais para criação do conceito e estilo do veículo; - Simulações virtuais; - Construção de protótipos; - Realização de teste e validação. |
| Renault | - 163 engenheiros no departamento chamado Direção Técnica do Mercosul | Laboratório de Materiais. | - Atuação com matriz na tropicalização e <i>face-lift</i> local; - Contato técnico com matriz; - Interface com fornecedores locais. | - Início das atividades de <i>face-lift</i> ; - Tropicalização com certa independência, ainda que subordinada à matriz e próxima dos fornecedores; - Nacionalização de componentes. |
| Peugeot Citroën | n.d. | Sem infra-estrutura tecnológica local. | - Contato técnico com matriz; - Interface com fornecedores. | - Tropicalização limitada (atuação com matriz e fornecedores); - Nacionalização de componentes. |
| Toyota | - 20 engenheiros na Engenharia do Produto | Pista de testes (São José dos Campos): somente pistas de rodagem. | - Contato técnico com matriz; - Interface com fornecedores. | - Tropicalização limitada (atuação com matriz e fornecedores); Nacionalização de componentes. |
| Honda | - 15 engenheiros no Centro Tecnológico | Sem infra-estrutura tecnológica local. | - Contato técnico com matriz; - Interface com fornecedores. | - Tropicalização limitada (atuação com matriz e fornecedores); |

| | | | | |
|-------------------------|------|---|---------------------------------|---|
| | | | | - Nacionalização de componentes. |
| | n.d. | Sem infra-estrutura tecnológica local em automóveis; | - Contato técnico com a matriz; | - Tropicalização conduzida pela matriz; |
| Daimler Chrysler | | Ampla infra-estrutura em caminhões e ônibus, divisão Mercedes-Benz equipado com vários laboratórios; construção de protótipos, etc. | - Interface com fornecedores. | - Nacionalização de componentes. |

Fonte: Consoni 2004

No período recente, freqüentemente tem sido veiculado pela imprensa especializada que as montadoras estariam reforçando suas equipes de engenharia fora da matriz e, que a atividade de engenharia automotiva brasileira vem ganhando espaço entre as montadoras. Segundo a imprensa, nota-se nos últimos anos certo “deslocamento da criação de projetos das matrizes das montadoras para as filiais nos países emergentes” (Valor, 07/01/2008).

Podemos notar que atualmente, as montadoras mais antigas têm ampliado os seus quadros de engenheiros envolvidos no desenvolvimento de produto. Entre 2006 e 2007, a equipe de engenharia de produto da Ford passou de 550 para 1,2 mil pessoas, a Volkswagen abriu 120 vagas, ampliando seu quadro para 1,1 mil profissionais e a GM, registrava aproximadamente 1.200 engenheiros e 300 designers (QUINTÃO, 2008; Valor, 07/01/2008 e 01/04/2009). Em relação às montadoras mais novas, ou seja, instaladas no Brasil depois da década de 1990, o grupo Renault-Nissan⁸² e o grupo PSA Peugeot Citroën⁸³ anunciaram a criação de centros de engenharia (Valor, 07/01/2008). No caso do grupo Renault-Nissan, há perspectivas que este grupo desenvolva um veículo totalmente brasileiro, pois, com isto, a empresa pretende dobrar o seu *market share* no Brasil. Segundo Carlos Ghosn, presente do grupo Renault-Nissan, “a estratégia de crescimento do grupo no Brasil deverá passar pelo desenvolvimento de um veículo totalmente brasileiro (Valor, 15/07/2009).

Segundo Bob Lutz, executivo que responde pelo desenvolvimento global de produto da GM -em uma matéria publicada no Jornal Valor Econômico- a GM planejava encolher a área de engenharia nos Estados Unidos e ampliar o setor nas regiões de custos

⁸² “Dos 4,5 mil empregados da Renault no país, 10% estão na área de engenharia” (Valor, 03/09/2009)

⁸³ Anunciou que investirá R\$ 1,4 bilhão no Brasil entre 2010 e 2015. Os recursos serão aplicados no aumento da capacidade de produção da fábrica da empresa em Porto Real (RJ) e no desenvolvimento de novos projetos de veículos das marcas Peugeot e Citroën (Valor, 25/03/2010)

mais baixos, com foco, neste caso, no Brasil, Coréia e Índia⁸⁴. A expectativa era que metade dos quase mil engenheiros que a GM tinha no Brasil naquela momento, trabalharia em projetos para a matriz em 2007⁸⁵. A Ford é outra montadora americana que tem seguido a uma estratégia semelhante. Em 2007, a empresa passou por uma reorganização que incluiu o reforço da engenharia brasileira (Valor, 10/01/2007). Devido à recente subida do preço do petróleo, os consumidores norte-americanos passaram a demandar uma quantidade maior de carros compactos, pois temem que os preços possam voltar a subir no futuro. Com isto, tanto a GM quanto a Ford, estão promovendo um intercâmbio da equipe de engenharia com o intuito de “queimar etapas na corrida da indústria americana no desenvolvimento de modelos de veículos menores” (Valor, 12/01/2010b). No caso da Ford, esta empresa produzirá no Brasil o motor do novo Fiesta americano. Em relação a GM, a empresa enviou alguns engenheiros brasileiros para ajudar a matriz no desenvolvimento de carros compactos (Valor, 12/01/2010c).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a presente pesquisa, constatou-se que os gastos em atividades de pesquisa e desenvolvimento no setor automobilístico tem se elevado consideravelmente nos últimos anos. Os dois dos principais fatores, apontados pela literatura, para explicar tal tendência seriam: (i) a intensificação da concorrência; e (ii) o aumento da oportunidade tecnológica. Além disso, verificou-se que uma parcela significativa destes gastos está sendo, progressivamente, realizada no exterior.

Por outro lado, o comportamento na alocação das atividades inovativas é bastante heterogêneo entre os países e as montadoras, divergindo tanto qualitativamente, quanto quantitativamente. Com base nas observações relativas aos casos norte-americano e japonês, percebeu-se que o grau da internacionalização da P&D da indústria automobilística destes países é consideravelmente distinto, uma vez que o setor automobilístico norte-americano é muito mais internacionalizado do que o japonês, também no caso das atividades de P&D.

⁸⁴ Segundo Lutz, os indianos ainda não conseguem executar o projeto de desenvolvimento de um carro inteiro, embora, já tenham dado passos importantes nesse sentido. No caso da China, este país ainda não assumiu esse nível de evolução dentro da GM (Valor, 10/01/2007).

⁸⁵ “O investimento nas áreas de engenharia e de *design* brasileiras não é algo novo na GM, mas ganhou dimensão maior com a recente decisão da empresa de transferir para a filial brasileira serviços exclusivamente destinados ao desenvolvimento de produtos para os EUA” (Valor, 10/01/2007)

No que diz respeito ao processo de mudança tecnológica, há uma forte ligação das perspectivas da evolução de longo prazo do preço do petróleo e da ampliação e aprofundamento das regulamentações ambientais, com a corrida para o desenvolvimento de formas de propulsão mais eficientes e menos poluentes. No caso do petróleo, algumas projeções apontam para uma tendência de progressivo aumento do seu preço e esgotamento das reservas num período de tempo razoavelmente curto.

Em relação aos Estados Unidos, país que vem obtendo sucessivos e elevados déficits comerciais, o desenvolvimento de tecnologias de propulsão alternativas, como forma de minimizar a dependência ao petróleo, está na agenda governamental. Uma forma de encurtar o caminho deste desenvolvimento tecnológico é aumentar as restrições ambientais -além de conceder ajuda ao desenvolvimento tecnológico e estímulos aos fabricantes e consumidores-, alterando a dinâmica econômica e induzindo a indústria automobilística a comprometer uma parcela significativa dos seus recursos com o desenvolvimento de tecnologias substitutivas ao petróleo.

Para reduzir e/ou substituir o uso do petróleo como fonte de energia dos propulsores dos veículos, existe uma série de trajetórias tecnológicas em desenvolvimento. Mas ainda não está totalmente claro se alguma (ou qual) tecnologia vai se tornar dominante ou se conviveremos no futuro com diversas tecnologias, sem o predomínio claro de alguma delas. Vários estudos apontam que a tecnologia de células de hidrogênio é a mais promissora para o longo-prazo, em razão de ser a única capaz de viabilizar a emissão zero de poluentes. Devido a este cenário ainda incerto, as montadoras têm investido em diversas tecnologias, embora, com estratégias e projeções para cada trajetória relativamente distintas.

No caso Norte-Americano, depois de uma maior ênfase do apoio público e do engajamento das montadoras no desenvolvimento das tecnologias de célula de combustível, tem se observado, mais recentemente, uma maior ênfase relativa no desenvolvimento das tecnologias dos veículos híbridos elétricos, em grande medida em resposta ao sucesso das concorrentes japonesas, especialmente a Toyota com o Prius.

No caso chinês, o país tem adotado uma estratégia -que de certa forma, pode ser considerada agressiva- na aquisição de competências tecnológicas no setor automobilístico. Nos últimos anos este país deu grandes passos neste caminho, diminuindo assim, consideravelmente o *gap* tecnológico em relação aos países desenvolvidos, sendo que, o *catching-up* tecnológico poderá, caso a atual intensidade de esforço inovativo continue, ser apenas uma questão de tempo.

Em relação ao Brasil, as montadoras aqui instaladas há mais tempo têm progressivamente adquirido algumas novas competências e consolidado outras, sendo que, algumas filiais locais, estão conseguindo obter etapas mais sofisticadas da cadeia produtiva, principalmente, no desenvolvimento de carros compactos e baratos, não somente para o mercado local. Por outro lado, é digno de nota o peso dos gastos de P&D do setor automobilístico brasileiro – cerca de 25 % - no total de gastos do setor industrial brasileiro como um todo.

Com a tendência do aumento dos preços dos combustíveis fósseis, juntamente com uma relativa mudança nas preferências dos consumidores nos países desenvolvidos, que passaram a preferir os veículos poucos eficientes, nota-se que os veículos compactos e mais eficientes têm obtido um maior espaço relativo até mesmo nos mercados dos países mais avançados.

Neste cenário abre-se, ao menos potencialmente, uma oportunidade maior para as filiais brasileiras participarem -ainda que em esquemas de colaboração com as respectivas matriz e/ou outras filias- de uma quantidade maior de projetos de desenvolvimento de veículos. No que diz respeito às novas tecnologias, o país tem se concentrado no desenvolvimento de tecnologias para a utilização combustíveis alternativos renováveis, apostando fortemente no etanol; combustível que poderá, eventualmente no futuro, ser uma das fontes de hidrogênio.

Este último ponto -potencialmente importante para o Brasil- não pode ser infelizmente, abordado na presente pesquisa em razão da escassez de fontes e da limitação de tempo. Este seria claramente um tema relevante para uma investigação posterior.

BIBLIOGRAFIA

- ABDI** (2008). “Estudos setoriais de inovação: Setor Automobilístico”
- ABDI** (2009). “Estudo prospectivo setorial automotivo: Relatório final”
- ANUÁRIO DA ANFAVEA** (2009).
- ARCHIBUGI, D.** e **MICHIE, J.** (1995). “The globalisation of technology: a new taxonomy”. *In: Cambridge Journal of Economics*, 19, 121-140.
- AUTOMOTIVE BUSINESS** (2009) “Como será o motor do nosso próximo carro?”. Edição especial de Powertrain. Novembro. Ano1. Número 1.
- BNDES** e **CGEE** (2008) “Bioetanol de cana-de-açúcar: Energia para o desenvolvimento sustentável”
- BNDES Setorial** (2006). “Combustíveis Alternativos e Inovações no setor automotivo: Será o fim da Era do Petróleo?”. Rio de Janeiro, n.23, p.235-266
- BNDES Setorial** (2008a). “Simpósio Tendências e Inovação no setor automotivo”. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v.15, n.30, p.393-396.
- BNDES Setorial** (2008b). “Panorama do Setor Automotivo: As mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil”. Rio de Janeiro, n.28, p.147-188
- Cambridge Energy Research Associates** (2009). “The Future of Global Oil Supply: Understanding the building blocks”.
- CALABRESE, G.** (2001). “R&D Globalization in the Car Industry”. CoCKEAS.
- CHANARON, J.** (2001). “Implementing Technological and organizational Innovations and management of Core Competences: Lessons from the automotive Industry”. CoCKEAS.
- CHANARON, J.** (2007). “Hybrid vehicles: a temporary step”. *In: Int. J. Automotive Technology and Management*, Vol. 7, n°4.
- CARVALHO, E.** (2005). “Uma Contribuição para o debate sobre a Globalização na Indústria Automobilística Internacional”. *In: Economia e Sociedade*. Campinas: V.14, n 2(25), jul.-dez. 2005.
- CARVALHO, E.** (2008). “Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente”. *In: Economia e Sociedade*. Campinas: V. 17, n.3(34), jul.-dez. 2008
- CARVALHO, E.** e **PINHO, S.** (2009). “Perspectivas do Investimento no Brasil: Indústria Automobilística”. Projeto UFRJ – UNICAMP – BNDES.

CONSONI, F. (2004) “Da tropicalização ao projeto de veículos: Um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil”. Tese de doutorado.

DOC (2010) “The Road Ahead” U. S. Department of Commerce.

EUROPEAN COMMISSION (EC). (2008) “Monitoring industrial research: The 2008 EU industrial R&D investment scoreboard”.

FIAT (2007). Annual Report.

FIAT (2008). Annual Report.

FIAT (2009). Corporate Presentation.

GENERAL MOTORS (2007). *Annual Report*.

GENERAL MOTORS (2008). *Annual Report*.

GENERAL MOTORS (2009). 2009-2014 Restructuring Plan.

MILLER, R. (1994). “Global R&D Networks and Large-Scale Innovations: the Case of The Automobile Industry”. *in: Research Policy*. North-Holland, vol. 23, ps 27-46.

NARULA, R. e ZANFEI, A. (2004). “Globalization of Innovation: The Role of Multinational Enterprises”. *In: The Oxford Handbook of Innovation*, 318 -345.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (2008). “The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry”.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2004). “The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs”

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2008a). “Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation: Special Report 290”

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2008b). “Review of the Research Program of the FreedomCar and Fuel Partnership: Second Report”

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2008c). “The National Academies Summit on American’s Energy Future: Summary of a Meeting”

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2008d). “Transitions to alternative transportation technologies: A Focus on Hydrogen”

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (2008). “National Science Board: Volume I. Science and Engineering Indicators”. Arlington.

MOWERY, D e ROSENBERG, N. (2005). “Trajetórias da inovação: A mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX.” Editora: Unicamp. Clássicos da Inovação.

OECD (2006). *Recent Trends in the internationalization of R&D in the enterprise sector.*

OECD (2006). “Science, Technology and Industry Outlook”.

OECD (2008). *The internationalization of business R&D – Evidence, Impacts and Implications.*

OICA. Disponível em: <http://www.oica.net>. Acesso em: 2008.

POSSAS, M. (1985). “Estruturas de Mercado em Oligopólio”. São Paulo. HUCITEC.

QUEIROZ, S. (2005). “Globalização da P&D: Oportunidades para o Brasil”. *In: Parcerias Estratégicas*. n.20.

QUINTÃO, R (2008) “Implicações das atividades tecnológicas de subsidiárias de empresas multinacionais para a constituição de capacidades inovativas de fornecedores na indústria automotiva brasileira”.

TOYOTA (2008a) Annual Report.

TOYOTA (2008b) Innovation for Sustainability.

TOYOTA (2008c) Toyota Fuel Cell Technology.

TOYOTA (2009a) Annual Report.

TOYOTA (2009b). Toyota in the world.

THOMSON REUTERS (2009a). “2009 Innovation Report: Twelve key industries e their state of innovation”.

THOMSON REUTERS (2009b). “Auto Industry Innovation: Patent data shows R&D on alternative power, vehicle security systems and navigation systems growing fastest, 2003-2009”.

UNCTAD. (2005). “World Investment Report: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D”. New York and Geneva: United Nations, Unctad (Internet edition).

UNCTAD survey. (2005) “UNCTAD survey on the internationalization of R&D – Current patterns and prospects on the internationalization of R&D”

VALOR ECONÔMICO (10/01/2007) “Engenharia do Brasil ganha peso na GM e na Ford”.

VALOR ECONÔMICO (07/01/2008) “Engenharia brasileira conquista novos mercados”.

VALOR ECONÔMICO (05/02/2009) “China vende mais carros que EUA, mas expansão para”.

VALOR ECONÔMICO (30/06/2009). “Com mais biodiesel, cai importação de óleo”

VALOR ECONÔMICO (15/07/2009) “Geely mostra o novo contorno da indústria automobilística mundial”.

VALOR ECONÔMICO (02/09/2009). “Mercado ainda aguarda data para adotar o B5”

VALOR ECONÔMICO (03/09/2009) “Montadoras definem táticas para seduzir novos engenheiros”.

VALOR ECONÔMICO (12/01/2010a) “Petróleo deve durar mais do que o estimado atualmente”

VALOR ECONÔMICO (12/01/2010b) “Brasil vai produzir motor da versão americana do Fiesta”

VALOR ECONÔMICO (12/01/2010c) “Brasil é destaque nos planos da GM”

VALOR ECONÔMICO (09/02/2010). “Biodiesel gera economia de US\$ 1,3 bilhão com importação de diesel”

VALOR ECONÔMICO (25/03/2010). “Peugeot vai investir R\$ 1,4 bi no Brasil”

VALOR ECONÔMICO (29/03/2010). “Ford vende Volvo para chinesa Geely em acordo de US\$ 1,8 bilhão”

VOLKSWAGEN (2007). *Evolution not Revolution – The Volkswagen Fuel and Powertrain Strategy*.

VOLKSWAGEN (2008). Annual Report.

ANEXOS

Tabela A1. Gasto doméstico bruto de P&D(GERD) e P&D privada(BERD) 1991-2003, (milhões de dólares)

| Região/Economia | GERD | | | | | BERD | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|
| | 1991 | 1996 | 2001 | 2002 ¹ | 2003 | 1991 | 1996 | 2001 | 2002 ¹ | 2003 |
| Mundo | 438.092 | 575.612 | 661.473 | 676.514 | .. | 291.485 | 376.343 | 437.459 | 449.818 | .. |
| Países Desenvolvidos | 426.958 | 531.128 | 604.914 | 619.403 | .. | 289.450 | 355.914 | 416.107 | 417.881 | .. |
| União Européia | 139.274 | 163.920 | 159.926 | 174.651 | .. | 89.379 | 102.812 | 101.476 | 110.005 | .. |
| Alemanha | 46.899 | 52.274 | 46.534 | 50.222 | 61.296 | 32.522 | 34.551 | 32.511 | 34.775 | 42.786 |
| Espanha | 3.570 | 4.892 | 5.572 | 6.770 | 9.269 | 1.999 | 2.365 | 2.918 | 3.695 | 5.015 |
| França | 30.810 | 35.344 | 29.429 | 32.495 | .. | 18.942 | 21.752 | 18.597 | 20.553 | 23.988 |
| Itália | 11.300 | 12.562 | 12.145 | 13.740 | .. | 6.306 | 6.720 | 5.960 | 6.641 | 8.082 |
| Reino Unido | 21.396 | 22.367 | 26.588 | 29.328 | .. | 14.347 | 14.505 | 17.758 | 19.649 | 22.347 |
| Suécia | 6.905 | 8776 ² | 9.371 | .. | 12.010 | 4.729 | 6569 ² | 7.274 | .. | 8.899 |
| América do Norte | 170.291 | 207.421 | 287.845 | 290.015 | 300.608 | 119.349 | 148.235 | 207.446 | 202.320 | 204.922 |
| Canadá | 9.400 | 10.133 | 14.280 | 13.830 | 16.024 | 4.674 | 5.864 | 8.941 | 7.890 | 8.810 |
| Estados Unidos | 160.891 | 197.288 | 273.565 | 276.185 | 284.584 | 114.675 | 142.371 | 198.505 | 194.430 | 196.112 |
| Países em Desenvolvimento | 10.893 | 39.519 | 51.877 | 51.616 | .. | 2.035 | 17.561 | 18.656 | 28.760 | .. |
| Brasil | .. | 6.004 | 5855 ³ | .. | 4.647 | .. | 2.733 | 2389 ³ | .. | 1.876 |
| México | 887 ³³ | 1.030 | 2.453 | 2.719 | .. | 147 ³³ | 236 | 763 | .. | .. |
| China | .. | 4.865 | 12.595 | 15.556 | 18.601 | .. | .. | .. | 9.520 | 11.601 |
| Índia | .. | 2.112 | 3.743 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| Coréia | 5.670 | 13.522 | 12.479 | 13.848 | 16.002 | .. | 9.899 | 9.507 | 10.371 | 12.177 |
| Rússia | .. | 3.753 | 3.609 | 4.307 | 5.534 | .. | 2.597 | 2.536 | 3.009 | .. |

*Nota: ¹ Os totais regionais de 2002 foram complementadas com os dados de 2001 ou 2000 (e 2003 para o Brasil) no caso dos países; ² 1997; ³ 2000; ³³ 1993.
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da UNCTAD 2005.*

Tabela A2. Gasto em P&D na indústria automobilística, (1989-2006)

| Anos | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| França | 1.883 | 2.021 | 2.099 | 2.054 | 2.242 | 2.456 | 2.400 | 2.233 | 2.226 | 2.265 | 2.686 | 2.841 | 3.197 | 3.248 | 3.192 | 3.312 | 3.436 | 3.959 |
| Alemanha | 4.799 | .. | 5.457 | .. | 5.824 | .. | 5.973 | .. | 7.238 | .. | 9.664 | .. | 10.880 | 11.070 | 12.014 | 11.982 | 11.254 | 12.063 |
| Itália | 1.298 | 1.497 | 1.533 | 1.460 | 1.176 | 933 | 1.008 | 1.026 | 969 | 913 | 944 | 958 | 957 | 791 | .. | .. | .. | .. |
| Japão | 7.304 | 8.500 | 8.197 | 8.084 | 6.822 | 6.365 | 7.324 | 8.287 | 9.050 | 8.936 | 8.467 | 8.887 | 9.752 | 11.134 | 12.072 | 12.809 | 14.697 | .. |
| Coreia | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 2.294 | 2.740 | 2.801 | 1.974 | 1.512 | 1.957 | 1.821 | 2.060 | 2.419 | 2.971 | 3.325 | 3.829 |
| México | .. | .. | .. | 26 | 49 | 36 | 29 | 25 | 22 | 48 | 104 | 173 | 185 | 535 | 447 | .. | .. | .. |
| Espanha | 235 | 309 | 352 | 373 | 298 | 273 | 266 | 277 | 255 | 271 | 343 | 270 | 332 | 368 | 229 | 260 | 297 | 274 |
| Suécia | 715 | .. | 687 | .. | 787 | .. | 1.099 | .. | 1.170 | .. | 1.280 | .. | 1.486 | .. | 1.598 | .. | 1.296 | .. |
| Reino Unido | 1.175 | 1.142 | 1.141 | 1.211 | 1.265 | 1.221 | 1.413 | 1.591 | 1.543 | 1.485 | 1.687 | 1.356 | 1.380 | 1.363 | .. | .. | .. | .. |
| EUA | 43.096 | 38.431 | 32.476 | 31.821 | 13.805 | .. | .. | .. | .. | .. | 18.672 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| Argentina | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| China | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 809 | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| Rússia | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 192 | 226 | 216 | .. | 241 | .. | 230 | .. | 171 | .. | 112 | .. |

Nota: Fonte do financiamento: Total (financiado pelo setor). Milhões de dólares constantes de 2000 e PPP.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da OECD.

Tabela A3. Números de pesquisadores na indústria automobilística 1989-2006, por países

| Anos | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| França | 3.219 | 3.491 | 3.537 | 3.456 | 3.774 | 4.448 | 4.868 | 5.305 | 5.590 | 6.432 | 7.074 | 8.756 | 10.316 | 11.321 | 12.178 | 13.313 | 14.428 | 14.462 |
| Alemanha | 12.657 | .. | 15.480 | .. | 17.294 | .. | 20.642 | .. | 23.878 | .. | 31.379 | .. | 36.787 | .. | 47.562 | .. | 51.564 | .. |
| Itália | 1.807 | 1.971 | 1.714 | 1.695 | 1.573 | 1.967 | 2.019 | 2.018 | .. | 1.366 | 1.321 | 1.560 | .. | .. | 2.029 | 2.093 | 1.836 | 1.702 |
| Japão | 24.497 | 26.693 | 27.932 | 29.918 | 30.089 | 29.942 | 33.218 | 33.063 | 35.143 | 35.606 | 36.934 | 37.981 | 38.509 | 42.660 | 45.020 | 45.220 | 50.043 | 51.636 |
| Coréia | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 11.079 | 10.471 | 9.876 | 8.206 | 6.948 | 8.996 | 8.650 | 10.953 | 7.528 | 9.607 | 16.331 |
| México | .. | .. | .. | .. | 166 | 18 | 23 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 1.573 | .. | .. | .. |
| Espanha | 440 | 472 | 564 | 581 | 577 | .. | 603 | 739 | 673 | 645 | 713 | 671 | 820 | 1.021 | 835 | 922 | 1.080 | 843 |
| Suécia | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 4.986 | .. | 4.959 | .. |
| Reino Unido | 5.100 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 6.000 | 6.461 | 6.834 | 5.914 | 5.287 | 5.625 |
| EUA | 49.400 | 45.300 | 44.500 | 45.100 | 51.000 | 51.100 | 57.000 | 63.800 | 64.100 | 62.800 | 76.000 | 75.600 | 73.500 | 83.200 | .. | .. | 83.900 | .. |
| China | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 20.212 | .. | .. | .. | .. | .. | .. |

Nota: O dado da China não corresponde exatamente as normas da OECD.

Fonte: Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da OECD.

Tabela A4. Investimento (Outward e Inward) em P&D no setor automobilístico, 1994-2006

| Investimento em P&D no setor automobilístico/ Outward(1994-2006) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| Anos | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
| EUA | 2.675 | 2.847 | 3.809 | .. | .. | 5.385 | 5.463 | 4.321 | 5.553 | 5.928 | 7.362 | 7.471 | 7.750 |
| Alemanha | .. | .. | .. | 1.200 | .. | 2.900 | .. | .. | .. | 3.501 | .. | .. | .. |
| Japão | .. | .. | .. | 6.839 | .. | 15.865 | 18.816 | 27.856 | 66.801 | 54.225 | 70.824 | 46.538 | 48.080 |
| Investimento em P&D no setor automobilístico/ Inward(1994-2006) | | | | | | | | | | | | | |
| Anos | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
| França | 114,03 | 154,58 | 162,82 | .. | 161,14 | .. | .. | 474 | 514 | 543,218 | .. | 750,32 | 650 |
| Alemanha | .. | 1.058,9 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 1.799 | .. | 1.852,3 | .. |
| Itália | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| Japão | 810 | 457 | 368 | 737 | 25.159 | 272.975 | 249.519 | 239.448 | 253.461 | 322.989 | 396.789 | 423.338 | 473.457 |
| Suécia | 36 | 74 | 91 | 64 | 498 | 6.847 | 7.771 | 11.114 | 11.102 | 8.620,11 | .. | 6.718 | .. |
| Reino Unido | 487 | 489 | 549 | 598 | 690 | 616 | 634 | 667 | 735 | .. | .. | 651 | 656 |
| EUA | 203 | 309 | 433 | 500 | 2.555 | .. | 3.082 | 2.910 | 3.041 | 3.386 | 3.279 | 3.663 | 3.539 |

Nota: Valores em moedas nacionais.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da OECD.

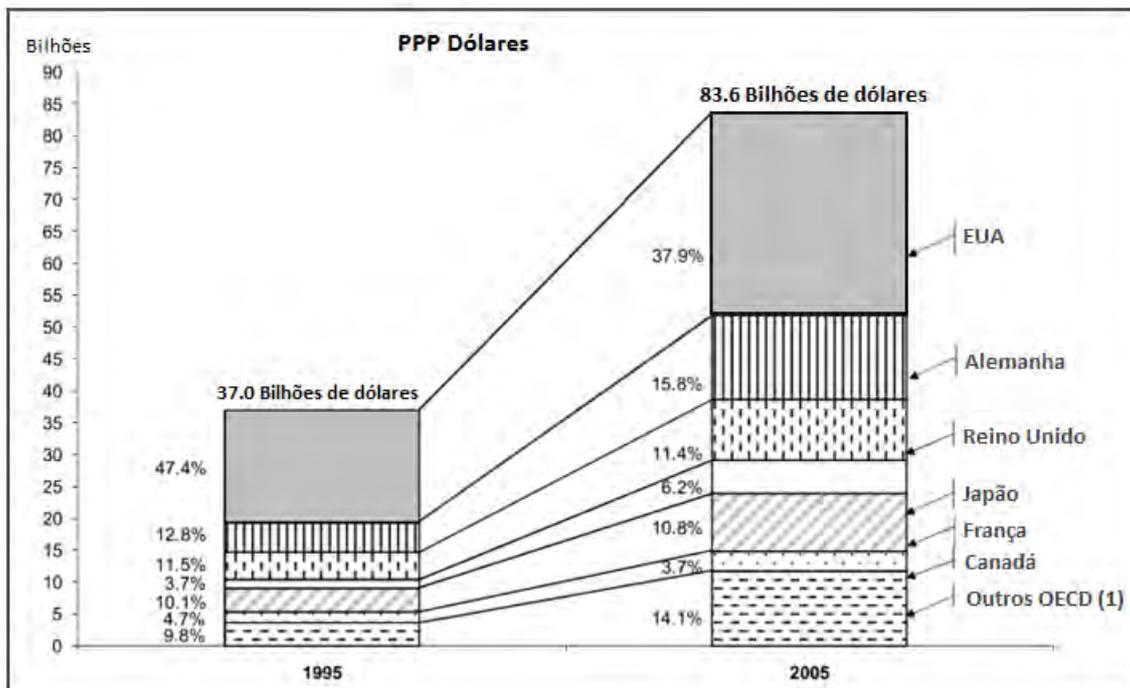
Tabela A5. As 15 maiores empresas em termos de investimentos em P&D em 2007 (€ milhões)

| Rank | Empresa | Setor | País | Investimento em P&D (2007) (€m) | Varição 07/06 (%) | Vendas Líquidas (2007) (€m) | P&D/Vendas Líquidas (2007) (%) | Lucro Operacional (2007) [% das Vendas Líquidas] |
|------|--------------------|------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | Microsoft | Software | EUA | 5.583,89 | 14,6 | 41.325 | 13,5 | 37,6 |
| 2 | General Motors | Automobilístico e Auto Peças | EUA | 5.540,11 | 22,7 | 124.719 | 4,4 | -2,2 |
| 3 | Pfizer | Farmacêuticos | EUA | 5.532,59 | 6,4 | 33.116 | 16,7 | 16,2 |
| 4 | Toyota Motor | Automobilístico e Auto Peças | Japão | 5.453,73 | 9,6 | 141.280 | 3,9 | 9,8 |
| 5 | Nokia | Equi. de Telecomunicações | Finlândia | 5.281 | 42,3 | 51.058 | 10,3 | 11,7 |
| 6 | Johnson & Johnson | Farmacêuticos | EUA | 5.252,85 | 7,8 | 41.787 | 12,6 | 21,5 |
| 7 | Ford Motor | Automobilístico e Auto Peças | EUA | 5.129,74 | 4,2 | 117.962 | 4,3 | 3,5 |
| 8 | Roche | Farmacêuticos | Suíça | 5.010,17 | 25,9 | 27.871 | 18,0 | 31,3 |
| 9 | Volkswagen | Automobilístico e Auto Peças | Alemanha | 4.923 | 16,1 | 108.897 | 4,5 | 6,3 |
| 10 | Daimler | Automobilístico e Auto Peças | Alemanha | 4.888 | -6,6 | 129.436 | 3,8 | 6,8 |
| 11 | Sanofi-Aventis | Farmacêuticos | França | 4.563 | 3,6 | 28.052 | 16,3 | 23 |
| 12 | Samsug Electronics | Equipamento Eletrónico | Coreia do Sul | 4.438,2 | 6,3 | 71.979 | 6,2 | 9,6 |
| 13 | GlaxoSmithKline | Farmacêuticos | Reino Unido | 4.419 | -6,1 | 30.928 | 14,3 | 33,5 |
| 14 | Novartis | Farmacêuticos | Suíça | 4.386,95 | 21,1 | 27.222 | 16,1 | 18,9 |
| 15 | Intel | Semicondutor | EUA | 3.936,22 | -2 | 26.219 | 15,0 | 21 |

Nota: Foi selecionado para pesquisa uma amostra de 1000 empresas.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da "The 2008 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission".

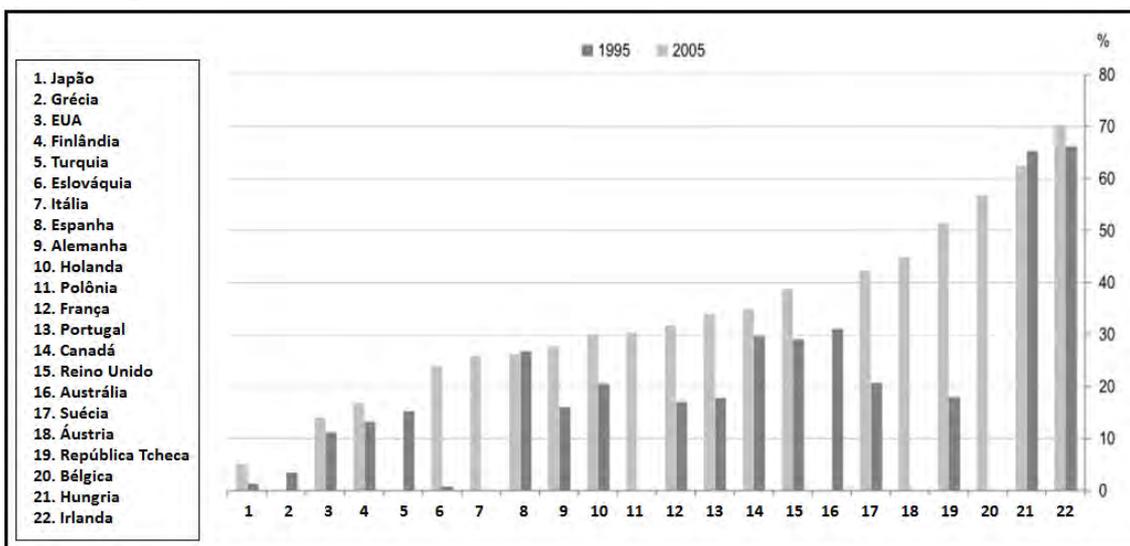
Figura A6. Gasto em P&D sobre controle estrangeiro no setor privado em selecionados países da OECD, 1995 e 2005



Nota: Os dados do Japão são de 2004. (1) A República Tcheca, Finlândia, Hungria, Irlanda, Polônia, Holanda e Suécia.

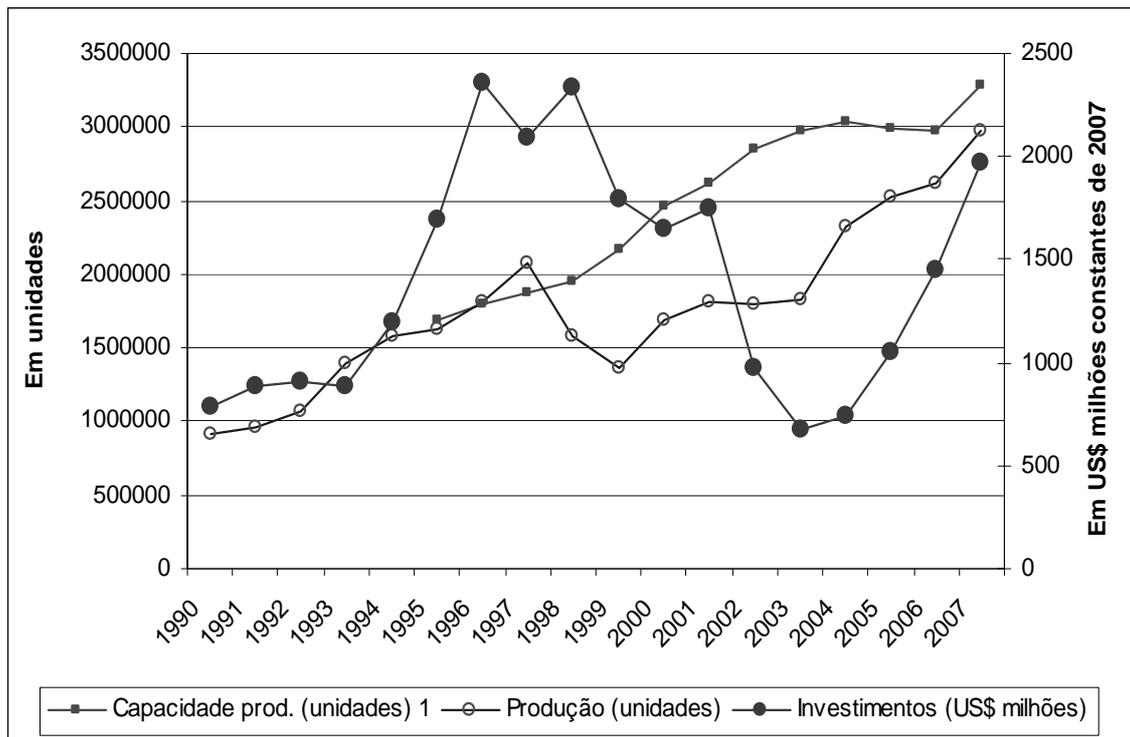
Fonte: Adaptado de OECD 2008.

Figura A7. Parcela das filiais sobre controle estrangeiro em total gasto de P&D privado, 1995 e 2005



Fonte: OECD (2008)

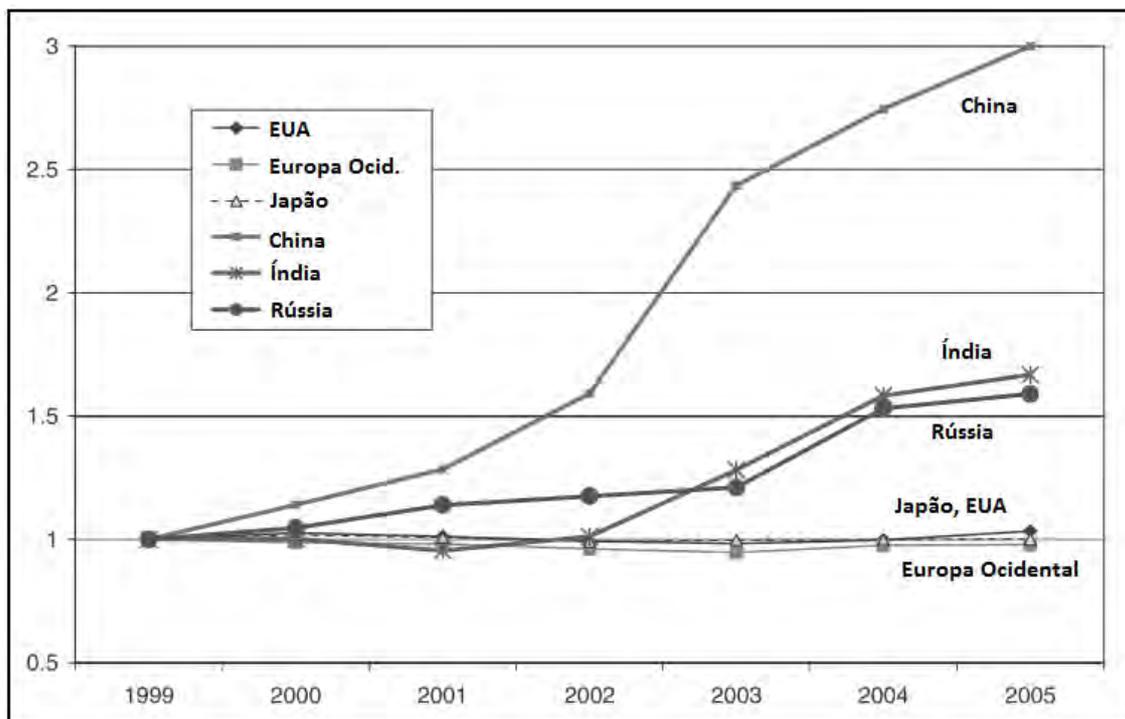
Figura A8. Brasil: Investimento, Produção e Capacidade Produtiva¹ do Segmento de Autoveículos (1990-2007)



Nota: ¹ Dados disponíveis a partir de 1995 e referentes apenas aos veículos leves (automóveis e comerciais leves)

Fontes: Carvalho e Pinho 2009

Figura A9. Taxas de vendas em mercados chaves, 1999-2005



Fonte: Adaptado de, *The Changing Nature of Engineering in the Automotive Industry* (2008)

Figura A10. Entregas para clientes por mercados da Volkswagen

| | Entregas (unidades) | | Variação | Porcentagem do mercado de passageiros | |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|--------------|---------------------------------------|-------------|
| | 2008 | 2007 | | 2008 | 2007 |
| Europa | 3.705,119 | 3.760,943 | -1,5 | - | - |
| Europa Ocidental | 2.988,980 | 3.111,601 | -3,9 | 20,3 | 19,5 |
| Alemanha | 1.060,349 | 1.055,037 | +0,5 | 33,6 | 32,7 |
| Reino Unido | 380,048 | 403,158 | -5,7 | 16,3 | 15,6 |
| Espanha | 278,322 | 366,391 | -24,0 | 23,0 | 21,4 |
| Itália | 264,978 | 280,459 | -5,5 | 11,1 | 10,4 |
| França | 270,341 | 262,564 | +3,0 | 11,9 | 12,0 |
| Europa Oriental e Central | 561,055 | 496,785 | +12,9 | 10,6 | 10,5 |
| Rússia | 132,918 | 80,917 | +64,3 | 4,5 | 3,2 |
| República Checa | 79,626 | 86,881 | -8,4 | 51,2 | 61,4 |
| Polônia | 77,478 | 71,876 | +7,8 | 21,4 | 22,1 |
| Mercados restantes | 155,084 | 152,557 | +1,7 | - | - |
| Turquia | 54,818 | 69,387 | -21,0 | 11,0 | 11,8 |
| América do Norte | 503,134 | 530,630 | -5,2 | 3,1 | 2,8 |
| Estados Unidos | 314,513 | 329,234 | -4,5 | 2,4 | 2,0 |
| México | 139,252 | 156,186 | -10,8 | 13,5 | 14,0 |
| Canadá | 49,369 | 45,210 | +9,2 | 3,0 | 2,7 |
| América do Sul/África do Sul | 876,764 | 845,510 | +3,7 | 19,4 | 19,2 |
| Brasil | 637,480 | 581,292 | +9,7 | 24,0 | 24,9 |
| Argentina | 127,186 | 114,929 | +10,7 | 25,4 | 25,8 |
| África do Sul | 73,321 | 101,181 | -27,5 | 20,8 | 22,1 |
| Ásia – Pacífico | 1.172,368 | 1.052,505 | +11,4 | 8,0 | 7,3 |
| China | 1.024,183 | 910,494 | +12,5 | 18,6 | 17,8 |
| Japão | 61,626 | 67,469 | -8,7 | 1,5 | 1,5 |
| Mundialmente | 6.257,385 | 6.189,588 | +1,1 | 10,3 | 9,6 |
| Volkswagen carros de passag. | 3.667,624 | 6.663,154 | +0,1 | - | - |
| Audi | 1.003,469 | 964,151 | +4,1 | - | - |
| Skoda | 674,530 | 630,032 | +7,1 | - | - |
| SEAT | 368,104 | 431,024 | -14,6 | - | - |
| Bentley | 7,605 | 10,014 | -24,1 | - | - |
| Lamborghini | 2,430 | 2,406 | +1,0 | - | - |
| Volkswagen Veículos comer. | 503,025 | 488,726 | +2,9 | - | - |
| Scania | 30,527 | - | - | - | - |
| Bugatti | 71 | 81 | -12,3 | - | - |

Fonte: Relatório Anual de 2008 da Volkswagen (pág 121).

Tabela A11. Plano de reestruturação operacional da General Motors

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Marcas Americanas | 8 | 8 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Fornecedores Americanos ¹ | 6246 | 5750 | 5300 | 5000 | 4700 | 4400 | 4100 |
| Modelos Americanos >30 MPG ³ | 20 | 23 | 20 | 18 | 23 | 31 | 33 |
| Modelos Flex-Fuel | 17% | 27% | 47% | 54% | 61% | 65% | 65% |
| Modelos Híbridos | 6 | 9 | 9 | 15 | 14 | 18 | 26 |
| MPG Carros ² | 31,2 | 31,0 | 32,5 | 33,7 | 36,8 | 38,6 | 38,6 |

Nota: 1 Aproximado, devido a negociações esperadas com fornecedores independentes. 2 Os valores incluem carros nacionais e frotas de carros importados. 3 Milhas por galão – o número de milhas percorrido com um galão de combustível

Fonte: General Motors: 2009-2010 Restructuring Plan.

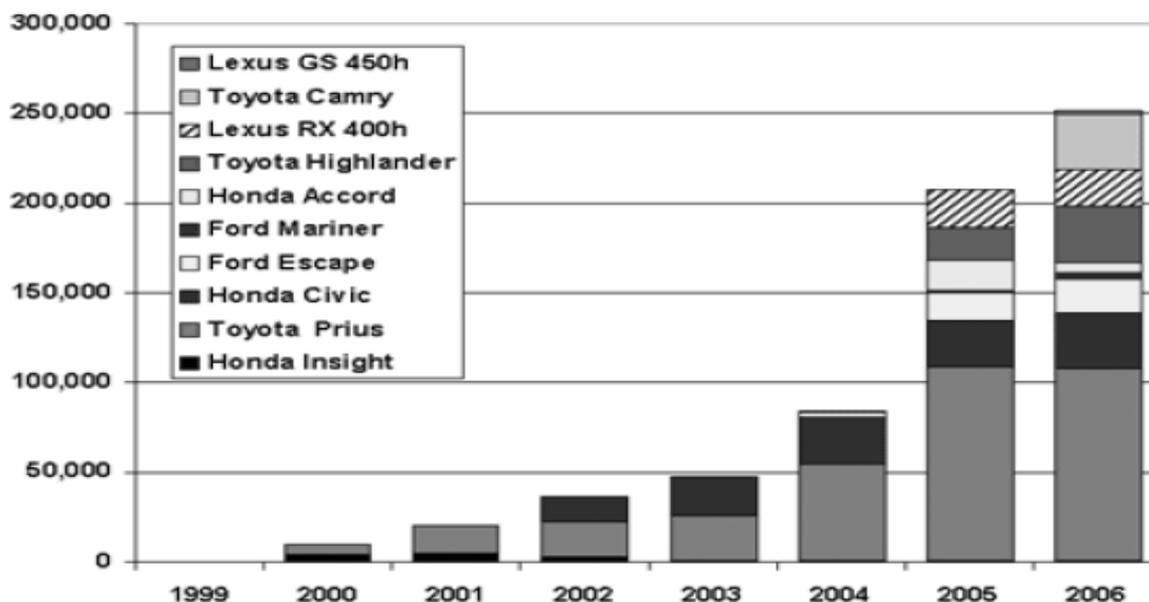
Tabela A12. FIAT: Gastos em Pesquisa e Desenvolvimento por setor

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fiat Group Automobiles | 765 | 534 | 537 | 548 | 572 |
| Maserati | 58 | 46 | 37 | 39 | 32 |
| Ferrari | 60 | 69 | 66 | 107 | 111 |
| Agricultural and Construction Equipment (CNH - Case New Holland) | 178 | 188 | 230 | 225 | 194 |
| Trucks and Commercial Vehicles (Iveco) | 142 | 169 | 139 | 151 | 167 |
| Fiat Powertrain Technologies | 54 | 55 | 59 | 51 | 96 |
| Components (Magneti Marelli) | 155 | 158 | 167 | 161 | 182 |
| Metallurgical Products (Teksid) | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| Production Systems (Comau) | 14 | 16 | 16 | 9 | 9 |
| Services (Business Solutions) | - | - | - | - | - |
| Publishing and Communications (Itedi) | - | - | - | - | - |
| Other Businesses and Eliminations | 11 | 12 | 12 | (22) | (17) |
| TOTAL | 1.440 | 1.252 | 1.266 | 1.270 | 1.349 |

Nota: Em bilhões de dólares – taxa de câmbio anual média fornecida pelo Federal Reserve; <http://www.fiatgroup.com/en-us/shai/banns/history/Pages/capexifrs.aspx>

Fonte: Elaboração própria

Figura A13. Veículos Híbridos Vendidos nos EUA (2000-2006)



FONTE: DOE (Departamento de Energia),2007. Disponível em:
http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/facts/2007_fcvt_fotw462.html

Tabela A14. Atividade de Patenteamento Automotivo (2008-2009)

| Tecnologia | 2003 | 2008 | 2008/2009 | % aumento 2003-2008 | Ranking |
|--------------------------------------|-------|-------|-----------|------------------------|---------|
| Formas de Propulsão Alternativa | 6847 | 15077 | 18445 | 120% | 1 |
| Sistemas de Segurança | 3682 | 6793 | 8110 | 84% | 2 |
| Sistemas de Navegação | 9133 | 15761 | 19097 | 73% | 3 |
| Segurança | 8617 | 12934 | 15596 | 50% | 4 |
| Sistemas de Entretenimento | 3617 | 5331 | 6270 | 47% | 5 |
| Sistemas de Direção | 5381 | 7857 | 9534 | 46% | 6 |
| Assento, Cinto de Segurança, Airbags | 7840 | 11329 | 13690 | 45% | 7 |
| Sistemas de Freios | 4333 | 6070 | 7340 | 40% | 8 |
| Transmissão | 6474 | 8562 | 10218 | 32% | 9 |
| Sistema de Suspensão | 5842 | 7571 | 9175 | 30% | 10 |
| Sistema e projeto do motor | 13798 | 17576 | 21283 | 27% | 11 |
| Controle de Poluição | 8452 | 10613 | 12841 | 26% | 12 |

Fonte: Thomson Reuters (2009b)

Tabela A15. Investimento em P&D

| | 2004 | Ranking | Participação | 2008 | Ranking | Participação |
|-----------------------|--------|---------|--------------|-----------|---------|--------------|
| Toyota | 4.355 | 3 | 16,27% | 5.167,95 | 1 | 18,34% |
| Volkswagen | 3.345 | 5 | 12,49% | 4.024,17 | 2 | 14,28% |
| General Motors | 3.841 | 4 | 14,35% | 3.908,37 | 3 | 13,87% |
| Ford | 4.373 | 2 | 16,33% | 3.566,39 | 4 | 12,65% |
| Honda | 2.698 | 6 | 10,08% | 3.168,84 | 5 | 11,24% |
| Daimler*** | 4.545 | 1 | 16,97% | 3.016,43 | 6 | 10,70% |
| Nissan | 2.044 | 7 | 7,63% | 2.465,63 | 7 | 8,75% |
| Renault | 1.575 | 8 | 5,88% | 1.517,72 | 8 | 5,39% |
| Fiat | 1.440 | 9 | 5,38% | 1.348,64 | 9 | 4,79% |
| Total | 26.776 | - | 100% | 28.184,13 | - | 100% |

Nota: ***Em 2004: DaimlerChrysler; Informações divulgadas pelo Industrial R&D Investment Scoreboard, disponível em: <http://www.gpeari.mctes.pt/?idc=11&idi=340971> ; Valores em milhões de dólares; Conversão a partir da taxa média anual de câmbio do FED

Fonte: Elaboração própria