



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



GUILHERME TAKAO IGARASHI

**INOVAÇÕES ECO-SUSTENTÁVEIS NO SETOR AUTOMOTIVO:
O CASO DO SISTEMA DE PROPULSÃO FLEX BOSCH**

Limeira

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



GUILHERME TAKAO IGARASHI

**INOVAÇÕES ECO-SUSTENTÁVEIS NO SETOR AUTOMOTIVO:
O CASO DO SISTEMA DE PROPULSÃO FLEX BOSCH.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Gestão de Comércio Internacional à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dra. Ieda Kanashiro Makiya

Limeira
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Sueli Ferreira Júlio de Oliveira - CRB 8/2380

Ig1i

Igarashi, Guilherme Takao, 1987-
Inovações eco-sustentáveis no setor automotivo : o caso do sistema de propulsão Flex Bosch / Guilherme Takao Igarashi. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Ieda Makiya Kanashiro.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Inovação. 2. Indústria automobilística - Patentes. 3. Combustíveis - Tecnologia. I. Kanashiro, Ieda Makiya. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais complementares

Título em outro idioma: Eco-sustainable innovations in the automotive segment: the Flex Bosch case for propulsion system

Palavras-chave em inglês:

Innovation

Automotive industry - Patents

Fuel - Technology

Titulação: Bacharel em Gestão de Comércio Internacional

Banca examinadora:

Alessandro Lucas da Silva

Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Data de entrega do trabalho definitivo: 24-06-2015

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Classificação das Inovações no Setor Automotivo - Ano 2008	09
Figura 2	Invenções automotivas por ano de publicação - Ano 2015	11
Figura 3	Maiores empresas por registros de patentes (2009-2013)- Ano 2015	12
Figura 4	Invenções automotivas classificadas em categorias (2009-2013) - Ano 2015	13
Figura 5	Atividades em inovação entre as Top 10 empresas em registros de patentes - Ano 2015	14
Figura 6	Registros de patentes da empresa Toyota em categorias - Ano 2015	15
Figura 7	Registros de patentes da empresa Hyundai em categorias - Ano 2015	15
Figura 8	Vendas de automóveis por tipo de combustível (Últimos 20 anos) - Ano 2015	20
Figura 9	Caso Bosch Brasil para tecnologia Flex Fuel: Linha do tempo - Ano 2015	25
Figura 10	Caso Bosch Brasil para tecnologia Flex Start®: Linha do tempo - Ano 2015	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Proporção entre o investimento em P&D e o investimento total na indústria automotiva brasileira - Ano 2013.....	08
Tabela 2	Participação de mercado entre sistema Flex e Gasolina - Ano 2009.....	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. IMPORTÂNCIA DE P&D NO SETOR AUTOMOTIVO.....	9
3. PATENTES NO SETOR AUTOMOTIVO VOLTADOS A ECO EFICIÊNCIA	12
4. REALINHAMENTO DE INVESTIMENTOS EM PDI: CASO TOYOTA & HYUNDAI	16
5. TECNOLOGIA FLEX FUEL.....	18
6. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA FLEX FUEL E FLEX START NA ROBERT BOSCH	21
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

IGARASHI, Guilherme Takao, Inovações Eco-sustentáveis no setor automotivo: O caso do sistema de propulsão Flex Bosch. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduando em Gestão de Comércio Internacional.) - Faculdade de Ciências aplicadas. Limeira, 2015.

RESUMO

A indústria automotiva é o terceiro maior mercado de patentes no mundo, ficando atrás somente do mercado de telecomunicações e computadores & periféricos (Thomson Reuters, 2012), e se configura como um dos maiores investidores em pesquisa e desenvolvimento. Pela natureza de forte concorrência, e graças ao constante lançamento de novos sistemas automotivos e carros, o setor de P&D e o mercado de patentes se tornam parte importante da estrutura de negócios entre montadoras e autopeças globalmente.

O artigo retrata de forma resumida o mercado de atual de patentes automotivas e suas tendências, aplicando também no contexto das trajetórias tecnológicas Robert Bosch, por meio de um histórico de patentes, com escopo mais voltado a questões de sustentabilidade, que conduziram ao surgimento da tecnologia Flex Fuel e Flex Start® no Brasil pela mesma empresa em questão.

Palavras chaves: *Inovação, Indústria automotiva, Robert Bosch, tecnologia Flex Fuel*

IGARASHI, Guilherme Takao. Eco-sustainable innovations in the automotive segment: The Flex Bosch Case for propulsion systems. 2015. Term paper (Graduation in International Trade Management.) - Faculty of Applied Sciences, University of Campinas. Limeira, 2015.

ABSTRACT

The automotive industry is the third biggest patent market globally, having telecommunications and computers & peripherals outnumbered the automotive industry in patent activity (Thomson Reuters, 2012), and it configures as one of the biggest investors on research and development.

Thought its strong and competitive nature, a due to constant releases of new automotive systems and car models, the R&D segment and the patents market has become integral part of the business structure among OEM (original equipment manufacturers) and auto parts manufacturers globally.

The article describes in a summarized manner the current automotive patent market and its tendencies, applying to the context of technological trajectories of Robert Bosch, based on a history of patents, with scopes directed to sustainability issues, which conducted the development of the Flex Fuel and Flex Start® technologies in Brazil through the company in question.

Key words: Innovation, Automotive industry, Robert Bosch, Flex Fuel technology

1. INTRODUÇÃO

O investimento em tecnologias e produtos cria caminhos para uma economia competitiva, onde a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) fazem parte da estratégia empresarial, proporcionando ganhos diretos a organização.

P&D tem como um dos seus focos a inovação tecnológica, que pode reposicionar uma empresa estrategicamente, abrangendo uma série de atividades organizacionais. A pesquisa por sua vez, pode ser classificada em dois tipos de atividades: pesquisa básica e pesquisa aplicada. E o desenvolvimento pode ser ordenado em quatro tipos de atividade: desenvolvimento de novo produto, adaptação e extensão do produto, engenharia de apoio ao produto e engenharia de processo (KHURANA, 2006, p.49).

O mercado automotivo é conhecido por sua alta competitividade em comparação com outros segmentos, visto que seus produtos tem alcance global e independe de sazonalidade, posicionamento geográfico ou densidade populacional. Os fatores exemplificados no parágrafo afirmam o potencial de mercado entre montadoras e autopeças mundialmente, e, com o maior alcance e competitividade, se dá também a necessidade de diferenciar seus produtos por design, tecnologia, segurança, entre outras razões de compra do cliente final. Faz-se importante, portanto, o investimento em departamentos para pesquisar constantes de melhoria de seus produtos e também de desenvolvimento não somente de melhores tecnologias para sistemas já existentes, mas também a criação de tecnologias sem precedentes, antecipando uma demanda futura.

O artigo retrata de forma resumida o mercado de atual de patentes automotivas e suas tendências, aplicando também no contexto das trajetórias tecnológicas Robert Bosch, por meio de um histórico de patentes, com escopo mais voltado a questões de sustentabilidade, que conduziram ao surgimento da tecnologia Flex Fuel e Flex Start® no Brasil pela mesma empresa em questão.

2. IMPORTÂNCIA DE P&D NO SETOR AUTOMOTIVO

A indústria automotiva brasileira tem papel central na indústria nacional, e formada em sua maioria por multinacionais, gera significativos efeitos de encadeamento produtivo (CASTRO et al., 2014). Apesar de investimentos em novos modelos serem recorrente, a principal razão de investimento em inovação se dá pela natureza competitiva da indústria, onde a ampliação de capacidade requer investimentos.

Para ilustrar tal fato, a Tabela 1 mostra a relevância do investimento em P&D em relação ao investimento total na indústria automotiva brasileira.

Tabela 1 | Proporção entre o investimento em P&D e o investimento total na indústria automotiva brasileira (em R\$ milhões)

Montadoras	2000	2003	2005	2008	2011
Investimento em P&D	899	1.135	1.419	2.488	2.372
Investimento total	3.021	2.067	2.556	5.353	8.324
%	29,8	54,9	55,5	46,5	28,5
Autopeças	2000	2003	2005	2008	2011
Investimento em P&D	134	161	246	529	922
Investimento total	2.012	1.634	3.439	3.866	4.049
%	6,7	9,9	7,2	13,7	22,8

Fonte: *BNDES Sstorial* 39, p. 155-196, com base em Anfavea (2013) e IBGE (2002; 2005; 2007; 2010; 2013).
Nota: Valores em reais convertidos pelo dólar médio de cada ano.

Pode-se concluir pela figura acima, investimentos crescentes em P&D no segmento de autopeças, em valores de 6,7% no ano 2000 para 22,8% em 2011, motivos considerados nos investimentos em inovação são o aumento do faturamento local e a competitividade entre as empresas.

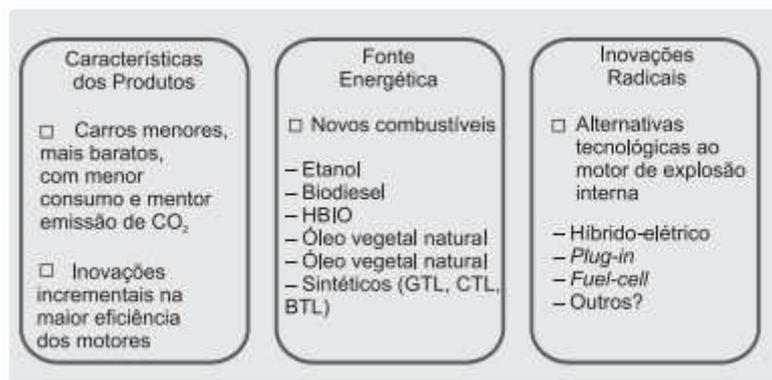
Entre as grandes empresas de autopeças tem-se a Robert Bosch que investiu em 2012 mais de 4 bilhões de euros em P&D, a Delphi que investiu em 2012 valores acima de 40 milhões de reais em pesquisa e desenvolvimento local para seus produtos, além de outras empresas como a Master e Tuper,

que declararam investir 2% e 1% respectivamente de seus faturamentos brutos em P&D (NUNES & MARTINS, 2012), sem valores revelados.

Dados como os fornecidos pela Tabela 1 confirmam a ideia que os investimentos em P,D & I passam a ser exigência num mercado onde o lançamento de novos modelos é constante. A indústria atual depende de inovações, visto que praticamente todos os veículos contam com toques sofisticados, sejam em aceleração, controles de tração, frenagem, estabilidade e injeção de combustível.

A intensificação no segmento tem sido marcada pela evolução da tecnologia microeletrônica, segmentação de mercado, e os diferentes ciclos de desenvolvimento de novos de novos modelos e componentes (GONÇALVES, 2008).

Figura 1: Classificação das Inovações no Setor Automotivo



Fonte: BNDES Setorial, n.28, 2008. Com base em dados da OMC

Com base na figura 1, é possível verificar algumas das tendências no mercado automotivo, baseado na redução de custo de produção de carros, além de investimentos em tecnologias mais eficientes no consumo de combustíveis.

Outra tendência do mercado é a busca por um “carro ambientalmente correto” ou “carro verde” com investimento em motores movidos a energias mais limpas. Fontes energéticas como o etanol e o biodiesel já possuem participação no mercado, e são presentes na substituição parcial do uso dos combustíveis fósseis por combustíveis com menor impacto global e

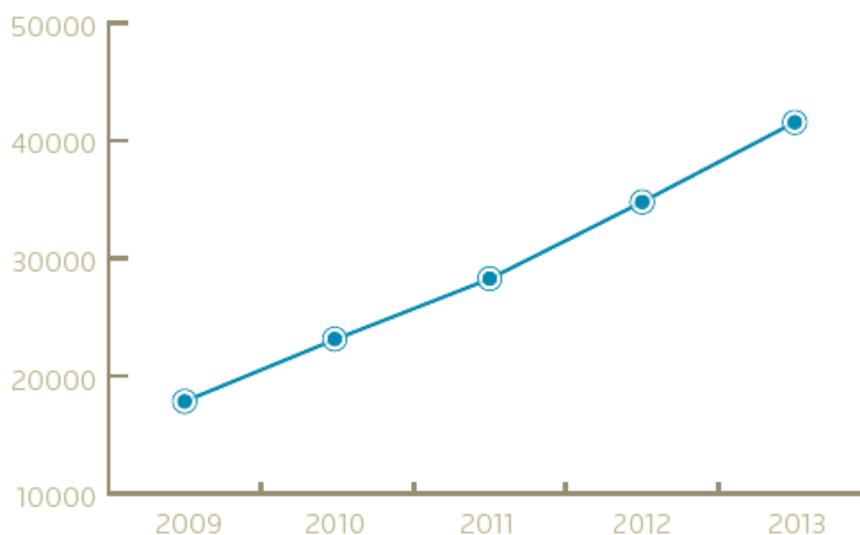
classificados como combustíveis renováveis. (CASOTTI & GOLDENSTEIN, 2008).

O Brasil possui destaque no estudo internacional em desenvolvimento de fontes energéticas renováveis, especialmente no que diz respeito à produção de etanol, e também à disseminação da utilização do combustível em território nacional, na sua frota de veículos de passeio. E, além de desenvolver novos combustíveis para o tradicional motor de combustão interna, a indústria tem implementado inovações radicais no sistema propulsor do veículo. A Toyota inovou ao ser a primeira a produzir em larga escala um veículo híbrido elétrico, o consumidor norte-americano já conta com a presença do Toyota Prius. (GOLDENSTEIN & AZEVEDO, 2006)

3. PATENTES NO SETOR AUTOMOTIVO VOLTADOS A ECO EFICIÊNCIA

Com a expansão da indústria automobilística, e a rápida incorporação de sistemas e componentes eletrônicos, em vista da maior segurança, conforto e mais recentemente, a eco sustentabilidade, o investimento em pesquisa e desenvolvimento no segmento é crescente. Para as grandes montadoras é preciso juntar todos os sistemas e gerar o automóvel. Fato que aumenta a responsabilidade e comprometimento da rede de fornecimento.

Figura 2: Invenções automotivas por ano de publicação



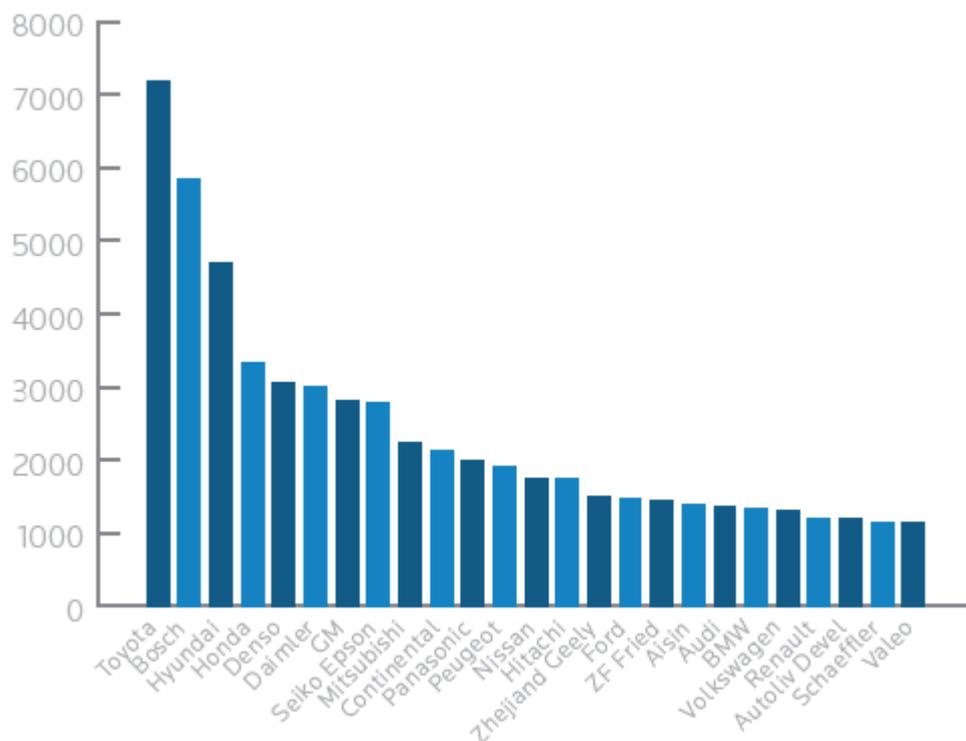
Fonte: Thomson Reuters, 2015

A figura 2 acompanha o registro em número de patentes entre os anos de 2009 até 2013, mostra os registros de patentes em valores acumulados. O desenvolvimento contínuo de produtos, dado pelo investimento nos departamentos de P&D no mercado permite que as empresas eliminem redundâncias, usufruindo forma mais inteligente os seus recursos (MESQUITA, 2009).

A indústria utiliza do recurso de patentes para proteção de seus produtos e tem alcançado crescentes economias em custo de desenvolvimento,

buscando subsequente aumento de vendas. Entre as maiores indústrias do mundo, o setor automotivo se classifica como o terceiro mercado com maior registro de patentes ficando atrás somente do mercado de telecomunicações e computadores & periféricos (Thomson Reuters, 2012).

Figura 3: 25 Maiores empresas por registros de patentes (2009-2013)



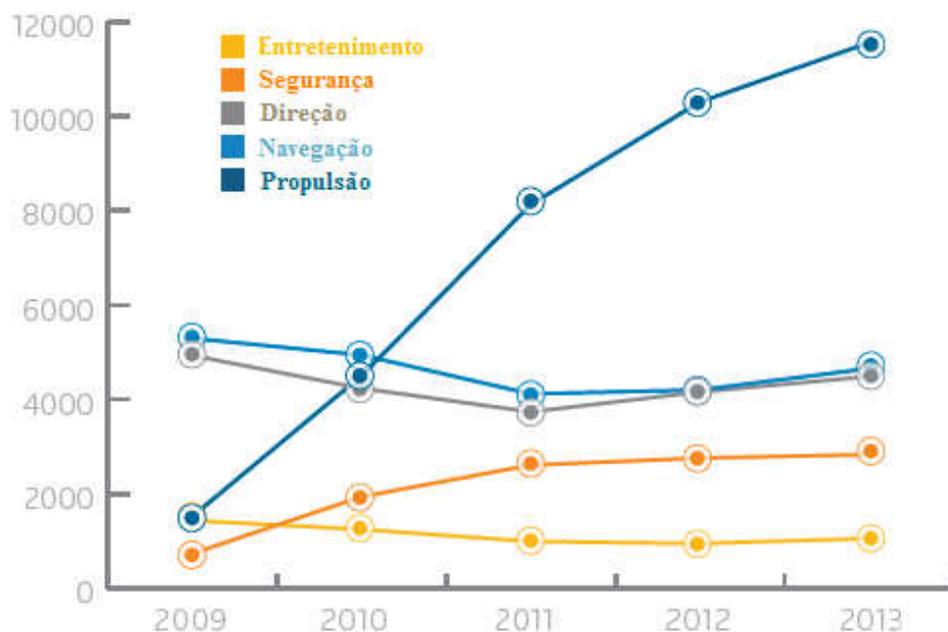
Fonte: Thomson Reuters, 2015

A figura 3 apresenta as 25 maiores empresas no setor, classificadas em ordem de registros de patentes, com base em dados do Thomson Reuters Derwent World Patents Index (2015). Empresas de origem Japonesas, Alemãs, Sul-Coreanas e Americanas possuem forte presença dentre as maiores do mundo dado seu histórico automotivo não somente de produção, mas também em liderança em inovação e lançamento de novos componentes.

Essas mesmas empresas contam com a maioria do mercado de produção automotiva, além de serem líderes em pesquisa entre montadora e

autopeças, e em 2013, corresponderam a 66,3% da produção mundial de veículos, juntamente com a indústria de produção veicular chinesa (OICA,2014)

Figura 4: Invenções automotivas classificadas em categorias (2009-2013)



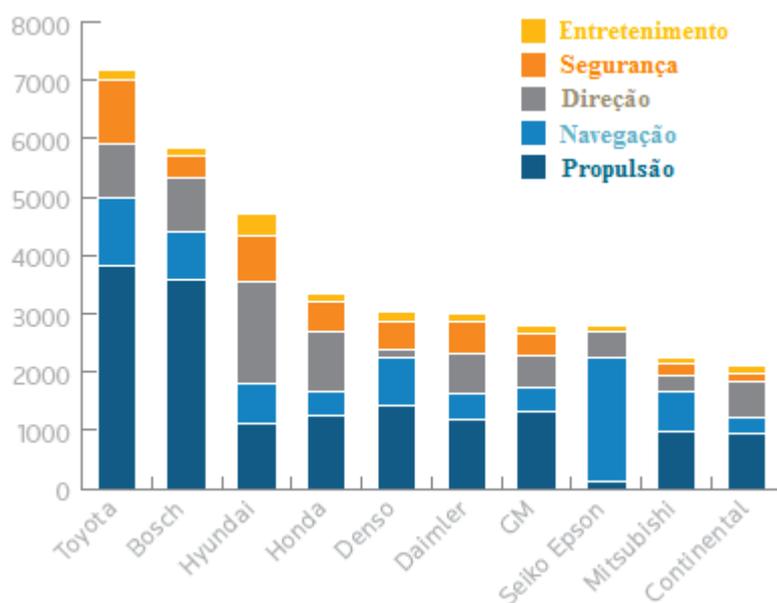
Fonte: Thomson Reuters, 2015

Verifica-se na figura 4 o registro de patentes no setor dividido em categorias de pesquisa, e o aumento dos registros em tecnologias de propulsão, o que significa também o aumento dos investimentos nesta área de estudo.

O sistema de propulsão, responsável pelo movimento do carro em sistemas de transmissão, ganhou foco no desenvolvimento de novas invenções, entre outras razões, por suas especificidades em economia de combustíveis, e refinamentos na eficiência dos motores de combustão interna por meio do uso de combustíveis alternativos dentro destes sistemas, como biodiesel, bioetanol, gás natural comprimido, hidrocarbonetos e hidrogênio. (COSTA, 2015)

Muitos destes investimentos em sistemas de propulsão buscam uma otimização em sistemas limpos, e a eficiência de combustíveis, como visto veículos híbridos e sistemas alternativos de propulsão veicular. Além disso, sistemas para veículos elétricos estão em constante desenvolvimento e melhoria, apesar de sua viabilidade reduzida em comparação com outros sistemas para produção em grande escala. (WALSH, 2014)

Figura 5: Atividades em inovação entre as Top 10 empresas em registros de patentes



Fonte: Thomson Reuters, 2015

A figura 5 apresenta um olhar específico para as 10 primeiras colocadas no setor automotivo, em relação a sua participação no mercado de patentes, divididos em 5 categorias de pesquisa. Nas duas primeiras colocadas na lista, a Toyota e Bosch, o maior esforço em registro de novas invenções se dá no estudo de propulsão, não sendo as únicas. Oito entre as dez empresas da lista tem o maior investimento neste sistema, com exceção de duas empresas, dentre elas a sul-coreana Hyundai. Essa mesma empresa também mudou seu foco de P&D, sendo em 2009 voltado aos sistemas de direção, e em 2013 priorizando esforços em propulsão.

4. REALINHAMENTO DE INVESTIMENTOS EM PDI: CASO TOYOTA & HYUNDAI

Exigências em eco eficiência têm demandado novos posicionamentos das unidades produtivas no meio automobilístico em relação a sustentabilidade socioambiental, o que vem sendo incorporado nas práticas dessa cadeia produtiva.

Figura 6 | Registros de patentes da empresa Toyota em categorias

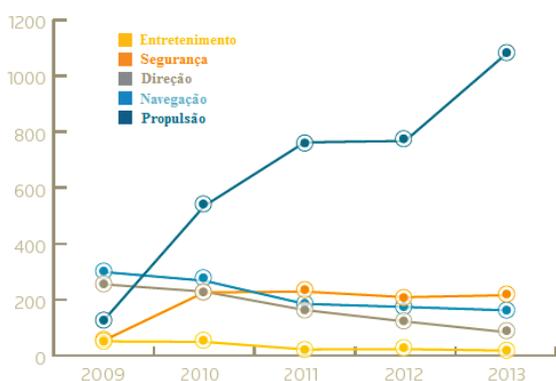


Figura 6: Registros de patentes automotivas pela empresa Toyota plotadas por categoria e ano de publicação.
Fonte: Thomson Innovation & Index Mundial de Patentes Thomson Reuters Derwent, 2015.

Figura 7 | Registros de patentes da empresa Hyundai em categorias

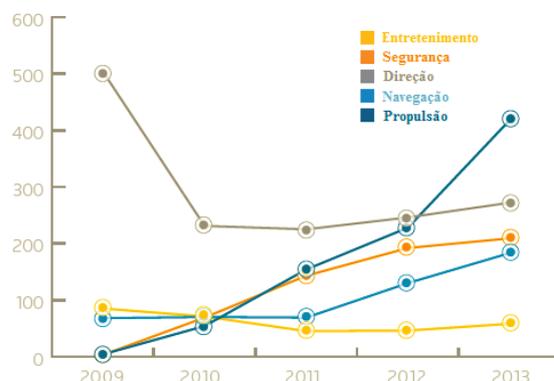


Figura 6: Registros de patentes automotivas pela empresa Hyundai plotadas por categoria e ano de publicação.
Fonte: Thomson Innovation & Index Mundial de Patentes Thomson Reuters Derwent, 2015.

A tendência de investimentos em tecnologias podem ser vistas nas figuras acima (6 e 7), apresentando os registros de patentes em cinco principais categorias automotivas, e o crescimento intensificado em sistemas de propulsão, no contexto de tecnologias sustentáveis.

A montadora Toyota, produtora de veículos japonesa surgida na década de 30, se classifica entre as empresas do segmento como a maior investidora no mercado de patentes. (Thomson Reuters, 2015)

Anteriormente, a empresa possuía grande parte de seus esforços em PDI voltados para sistemas eletrônicos de navegação, e de forma geral, de acordo com relatório oficial de 2013, investiu ¥807.4 bilhões somente em PDI, o equivalente ao valor de US\$1 milhão investidos por hora, alegando como o

objetivo fornecer ao consumidor uma experiência de direção agradável, minimizando acidentes veiculares e principalmente reduzir os impactos ambientais por investimentos contínuos em novas tecnologias.

A empresa expandiu suas pesquisas no conceito “eco-friendly” em 2015, quando firmou parceria com a também japonesa Mazda no investimento de tecnologias automotivas em FCVs ou “Fuel Cell Vehicles” (Oil Price, 2015), também conhecidos como veículos propulsionados por uma célula de combustível. O investimento em FCV segue os investimentos em propulsão em uma perspectiva sustentável. Anteriormente, a Toyota investiu em sistemas híbridos, sendo o maior destaque o automóvel Prius, lançado em sua primeira geração no Japão em 1997, com sistema conjunto entre motor elétrico e motor a combustão.

Outra montadora mostrada na figura 7 é a Sul-coreana Hyundai, fundada na década de 40, e em 2015 a Hyundai Motor Group declarou planos de investir US\$28,8 bilhões em veículos “eco-friendly” até o ano de 2018. Entre os anos de 2011 e 2015 a montadora investiu US\$ 10,3 bilhões em tecnologias sustentáveis, principalmente em sistemas de propulsão híbridos, modelos elétricos e mais recentemente veículos movidos a célula de combustível (FCV) (PARK, 2015)

De acordo com dados oficiais da empresa sobre os departamentos de P&D publicado em 2010, a empresa foi pioneira na produção em massa de veículos híbridos, quando lançou em 2009 o Elantra (Avante) LPI Híbrido, além de ter criado em Yogin, na Coréia do Sul, o “Eco-Technology Research Institute”, focado exclusivamente no estudo de biotecnologias. (Hyundai & Kia Motors R&D Center, 2010)

Os esforços dos anos recentes, não somente de empresas como Toyota e Hyundai, comprovam os dados apresentados nas figuras 6 e 7 no crescimento dos estudos em sistemas de propulsão e tecnologias mais limpas. O Brasil não conta com uma forte presença de veículos híbridos ou elétricos, entretanto, uma das tecnologias mais antigas em propulsão, o sistema Flex Fuel domina o mercado de automotores nacionalmente.

5. TECNOLOGIA FLEX FUEL

A tecnologia que hoje é conhecida como Flex Fuel surgiu a partir de pesquisas no final da década de 80 no Japão, Europa e Estados Unidos. Em 1988, devido a uma lei americana chamada Ato dos combustíveis automotivos alternados, criou-se incentivos para a produção de veículos movidos a combustíveis alternativos, como o metanol e o etanol. O princípio da tecnologia permitia mistura dentro do sistema de injeção combustíveis com limite de até 85% entre álcool e gasolina. A porcentagem foi estabelecida para ainda facilitar a partida de motores em condições de frio, que é um problema encontrado nas regiões da pesquisa original. (NICHOLS, 2003)

O sistema de gerenciamento que cria a capacidade de queima para ambos combustíveis, é permitido por um sensor eletrônico na linha de combustível, que mede a quantidade de álcool na gasolina, este sensor faz com que o motor possa trabalhar com diferentes quantias na mistura no mesmo tanque. A tecnologia Flex Fuel se dá pelo uso de sensores de oxigênio e outros sensores existentes, criando um algoritmo capaz de identificar a necessidade de queima do combustível, denominada ECM (Eletronic Control Module). Realizando assim uma queima maior de combustível quando há pouco oxigênio. (TEICH, 2006)

As pesquisas realizadas no Brasil resultaram em uma concepção tecnológica diferente à norte-americana, aproveitou-se a experiência com veículos a álcool, que são equipados com taxa de compressão em níveis mais altos, tendo melhores resultados com desempenho e economia dentro a partir do motor, fazendo com que o carro possa funcionar somente com o uso do álcool como fonte de combustível. (MESQUITA, 2009)

O projeto Flex Fuel, abreviação do conceito de combustível flexível, foi visto como oportunidade na pesquisa de novas tecnologias de injeção, dentro de motores de ciclo de Otto, que é um ciclo termodinâmico para funcionamento de motores de combustão interna de ignição, por centelha em automóveis de passeio (ARAÚJO et al., 2009), para trabalhar com álcool, um combustível menos poluente que a gasolina. Foi isto que possibilitou, em 1992, o estudo do

conceito Flex Fuel – um sistema de adaptação automática de todas as funções de gerenciamento do motor, se colocado qualquer mistura no automóvel entre álcool e gasolina.

O produto só foi lançado em 2003, oito meses após a promulgação da lei que reduzia o imposto sobre produtos industrializados (IPI) de carros Flex no país.

Tabela 2 | Participação de mercado entre sistema Flex Fuel e Gasolina

	<i>Flex Fuel</i>	Gasolina
2003	4%	89%
2004	22%	71%
2005	50%	43%
2006	78%	17%
2007	86%	10%
2008	87%	8%
Acumulado 2003-2008	62%	33%

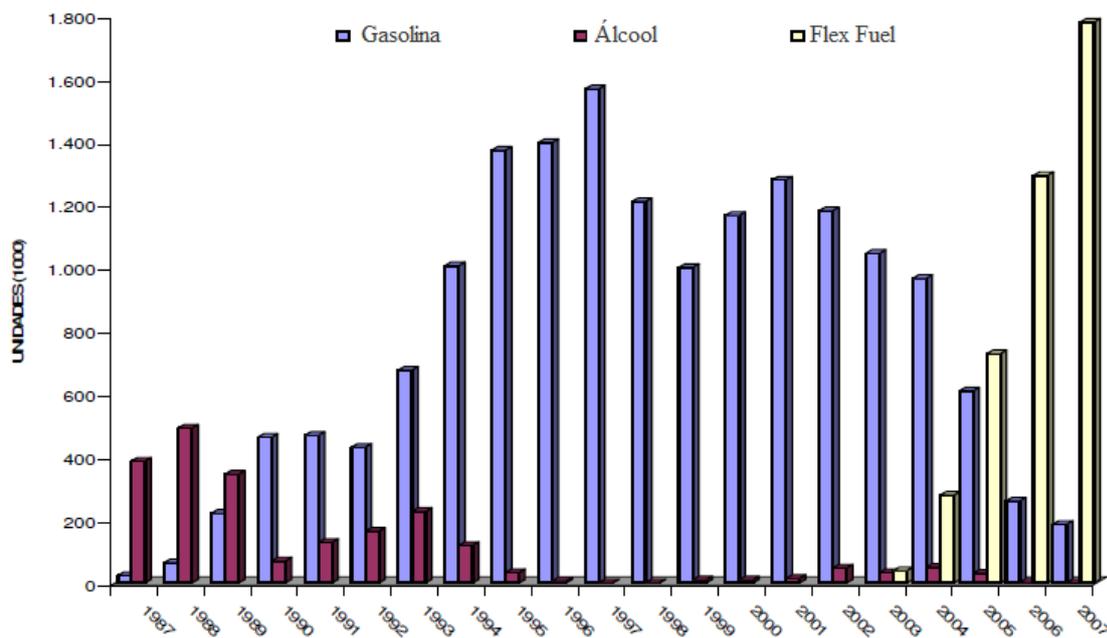
Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC (2009).

Os veículos com a tecnologia Flex surgiram no Brasil em maio de 2003, com o lançamento do veículo Gol 1.6, chamado de Total Flex, produzido pela Volkswagen, com o lançamento seguido de outros automóveis com a mesma tecnologia, como o Corsa 1.8 chamado de “Flexpower”. Em 2005, Citroën, Chevrolet, Fiat, Ford, Peugeot, Renault, Honda, Mitsubishi, Toyota e Volkswagen já possuíam suas versões com a tecnologia Flex (LASHINSKY & SCHWARTZ, 2006) e participação no mercado que já ultrapassava aos automóveis movidos somente a gasolina, com 50% do mercado de automóveis nacional.

Com o desenvolvimento da tecnologia e a expansão no mercado local, o processo contínuo de desenvolvimento da tecnologia permitiu a expansão da tecnologia Flex Fuel para sistemas em motocicletas, quando em 2007 a americana Dephi Automotive Systemas apresentou o sistemas “Multifuel”, e a Magnetti Marelli apresentou no mesmo ano, o sistema Flexfuel SFS® (Software Flexfuel Sensor), lançado originalmente em sua versão para carros em 2003. Nos sistemas para motocicletas, a razão da aplicação Flex Fuel gerou

benefício não somente da escolha entre combustíveis, mas também a redução da emissão de gases CO₂ em números que alcançam valores de 20% e redução do consumo de combustível por tanque em valores entre 5% à 10%. (TIZZANI, 2007)

Figura 8: Vendas de automóveis por tipo de combustível (Últimos 20 anos)



Fonte: MESQUITA, D.; p.25, 2009. Com base em dados da UNICA, 2008.

De acordo com dados publicados pela ANFAVEA em 2013, a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, as vendas de veículos que incluem a tecnologia Flex atingiram valores superiores à 20 milhões de unidades. Desta forma, tem-se os primeiros casos na história automobilística de um sistema de abastecimento de combustível renovável, alternativo em relação a derivados do petróleo, ao alcance do consumidor em grande escala.

O excelente desempenho comercial da tecnologia Flex nos automóveis, picapes e utilitários inspirou o setor de duas rodas a seguir esse exemplo. Em junho de 2009, a Honda lançou no Brasil a CG Titan 150 Mix, primeira motocicleta Flex do mundo. Na sequência a Honda lançou mais quatro versões similares e a Yamaha, em 2012, decidiu entrar nesse mercado com uma

motocicleta de maior porte, a Fazer 250 Blue Flex. No total, as vendas de motos Flex já ultrapassam 60% das vendas totais desses veículos no país. (SZWARC, 2009)

6. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA FLEX FUEL E FLEX START NA ROBERT BOSCH

Dentro dos laboratórios de pesquisa da Robert Bosch saíram produto de grande importância para a história automobilística, como a vela de ignição, o freio ABS e os sistemas de injeção diesel de alta pressão, e mais recentemente no ano de 2013, o conceito Eco Start Stop, contribuindo no projeto de inteligência na economia de combustíveis, e redução de emissões para gases CO₂. Projetos configurados no System Concept Car e sinergia entre sistemas e componentes (BRAGAZZA, 2013).

De acordo com dados oficiais de 2013, a empresa Robert Bosch, fundada em 1886 em Stuttgart, Alemanha, é líder mundial em desenvolvimento de tecnologias automotivas, e também se classifica no segmento automotivo, como a empresa com maior número pedidos de novas patentes. A Robert Bosch reverte cerca de 7% do faturamento global de vendas para a divisão de pesquisa e desenvolvimento, com trabalhadores chegando ao número de 42.800, exclusivamente trabalhando a esta área em 89 localidades no mundo.

No Brasil, a empresa começou sua atuação em 1954, presente no mercado como fabricante de autopeças, e conta com nove unidades de negócios e sede em Campinas, no interior paulista. Em 2012, a unidade de Campinas registrou um faturamento de R\$ 4,1 bilhões pela oferta de produtos e serviços automotivos para o mercado de reposição de autopeças e fornecimento para montadoras, além de ferramentas elétricas, máquinas de embalagem, tecnologias industriais e sistemas de segurança. O valor registrado para investimento em pesquisa e desenvolvimento local atingiu o valor de R\$ 170 milhões. (BOSCH, 2012)

Este pioneirismo possibilitou investimento em tecnologias focadas em mercado periféricos, e no caso do Brasil contribuiu para o desenvolvimento de

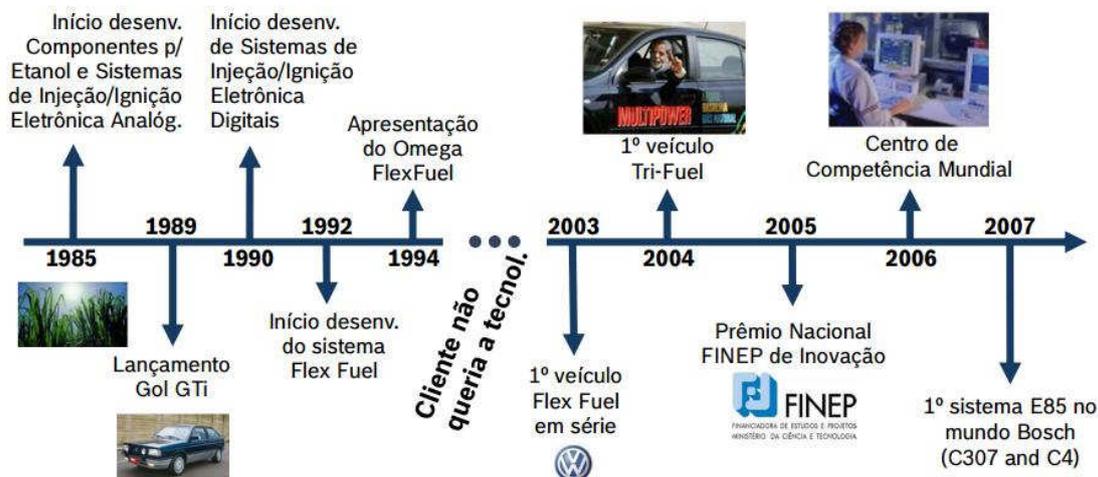
um sistema de injeção e ignição para motores bicombustível, chamado também de Flex Fuel, como um de seus principais exemplos de desenvolvimento em equipes locais de engenharia e P&D.

A Robert Bosch assumiu a pesquisa e estudos para o desenvolvimento da tecnologia no ano de 1992, tendo em mente a possibilidade dos veículos chamados de Flex Fuel sendo os substitutos para veículos exclusivamente a álcool, que apresentavam no período declínio nas vendas por falta de popularidade.

Segundo Bruno Bragazza, gerente de inovação e propriedade intelectual da Bosch América Latina, em entrevista para a revista Pesquisa FAPESP, o Brasil dispunha de uma ampla infra-estrutura e boa cadeia de distribuição e abastecimento do álcool. Entretanto, para retomar a venda do combustível no mercado nacional, uma boa possibilidade surgiria pela escolha para o uso da gasolina ou qualquer mistura entre combustíveis, e conseqüentemente, criaria um fator de atratividade no mercado criando uma sensação de segurança no consumidor. Para o ponto de vista de manufatura, o projeto também se mostrava atraente, visto que as montadoras dispensariam do desenvolvimento de projetos paralelos para ambos modelos álcool e gasolina quando desenvolvendo novos automóveis no mercado nacional.

Comparando-se com a matriz na Alemanha, a subsidiária da Bosch em Campinas desenvolve um valor pequeno de invenções e registros de patentes, ainda assim, a subsidiária em sua unidade para tecnologias de combustíveis alternativos, tornou-se referência mundial graças a criação de peças e softwares que permitiram o surgimento do motor Flex Fuel, tecnologia hoje utilizada em valores acima de 92% dos veículos produzidos no país. Com isso a unidade de combustíveis alternativos da empresa tornou-se líder em número de pesquisadores e patentes na América Latina. (BOSCH, 2014)

Figura 9: Caso Bosch Brasil para tecnologia Flex Fuel: Linha do tempo

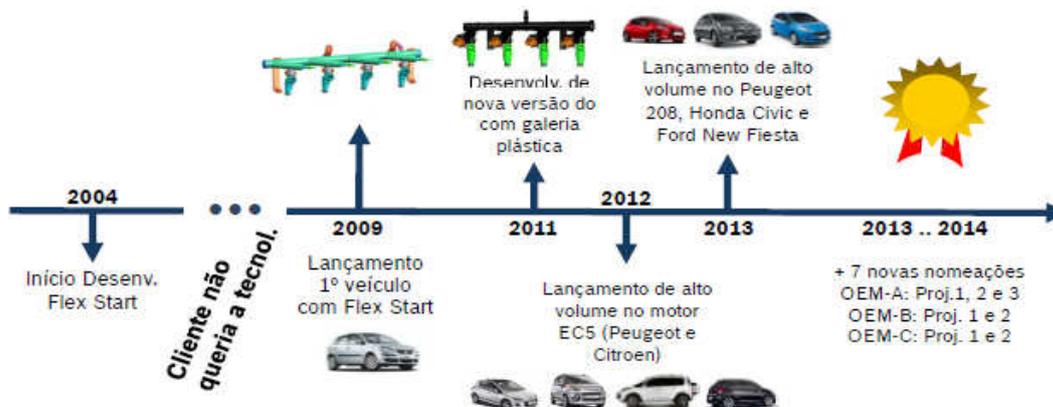


Fonte: BRAGAZZA, B. para XIII Conferência ANPEI sobre inovação competitiva e aberta em 2013. Com base em dados Robert Bosch Ltda.

Os primeiros passos para o desenvolvimento do veículo bicombustível, em funcionamento dentro dos parâmetros que conhecemos no mercado brasileiro, efetuou-se por um estudo em um veículo Opel Omega, da montadora Chevrolet, ano de 1992. Entre as adaptações, testes de eficiência do motor para ambos álcool e gasolina foram realizados, com a troca de pistões para o aumento das taxas de compressão para comportar a necessidade maior quando em motores a álcool. Além do estudo de materiais resistentes, foi necessário adequar o avanço de ignição, o sistema de partida e as velas de ignição ao uso dos dois combustíveis. Para o funcionamento correto do motor, o sensor de oxigênio passa a analisar a proporção da mistura entre álcool e gasolina e retornaria a mesma para a central de injeção eletrônica, que encontrará o ajuste ideal para garantir as condições de dirigibilidade. (BOSCH, 2003)

Após o lançamento da tecnologia no veículo Gol 1.6, chamado de Total Flex, produzido pela Volkswagen, o centro de competência mundial em combustíveis alternativos Robert Bosch continuou no desenvolvimento em sistemas flex, dando origem ao sistema Flex Start®, considerado uma evolução do sistema Flex Fuel.

Figura 10: Caso Bosch Brasil para tecnologia Flex Start®: Linha do tempo



Fonte: BRAGAZZA, B. para XIII Conferência ANPEI sobre inovação competitiva e aberta em 2013. Com base em dados Robert Bosch Ltda.

A tecnologia Flex Start® permite a combustão do etanol em temperaturas abaixo de 15 °C na partida, processo que ocorre em veículos bicomcombustíveis. Desta forma, a combustão promove partida sem falhas dentro do motor, e principalmente facilita a propulsão inicial do veículo em períodos com temperaturas baixas. O sistema inova ao diferir do anterior, que funcionava pela mistura de gasolina e etanol para partida em dias frios, já o Flex Start® dispensa o uso de gasolina para partida em seu sistema, dispensando também a necessidade do reservatório dianteiro de gasolina. A tecnologia permite aquecer somente o etanol, tornando o sistema tão eficiente como um movido à gasolina, e esta inovação introduziu mundialmente um novo conceito de partida para o mercado automotivo mundial Flex, também mantendo uma visão eco sustentável, com a redução da emissão de gases poluentes na atmosfera. (ARAÚJO, 2009)

Em 2012, em relatório sobre o desenvolvimento do sistema, Gerson Fini, antigo vice-presidente mundial de Gasoline Systems e atual presidente da mesma unidade de negócios para a América Latina, afirmou que a concepção da tecnologia possibilitou a criação de novos conhecimentos em design graças a função de aquecimento do etanol em baixas temperaturas, além de desenvolvimento em hardware e software para o criação das unidades de

controle de motor e aquecimento. Também afirmou que, somente no Brasil, a Bosch conta com uma equipe de 24 pesquisadores dedicados a adequação do sistema para atender as necessidades das montadoras. A tecnologia Bosch é comercializada somente em território nacional, com grande potencial e com previsão de 675 mil veículos vendidos com o sistema de partida no frio até 2015 (dados de 2012). (FINI, 2015)

O advento da tecnologia Flex Start® no Brasil colocou a empresa Robert Bosch na liderança mundial de inovações em sistemas Flex (FINI, 2015), que também conta com a participação de outras empresas como Delphi e Magnetti Marelli, sendo o sistema registrado pela Bosch o único sistema para aquecimento de etanol presente no mundo. (BOSCH, 2013) Esta tecnologia faz parte de um sistema maior desenvolvimento em soluções de energia e sustentabilidade.

Em release oficial, pelo advento da tecnologia Flex-Fuel, a Robert Bosch ganhou o Prêmio Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) de Inovação Tecnológica no ano de 2005, Prêmio AutoData de Inovação, Prêmio REI Automotive Business, Prêmio AEA de Meio Ambiente (Associação Brasileira de Engenharia Automotiva). Além disso, por ser um desenvolvimento pela planta local (RBLA), a unidade brasileira de desenvolvimento Robert Bosch ganhou o prêmio mundial de inovação Bosch da unidade central alemã.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos resultados da expansão experimentada pela indústria foi a capacitação dos fornecedores, que, a partir deste momento, passaram a exercer um papel mais relevante, no desenvolvimento de soluções para as montadoras. Prova disso é o início das pesquisas para o sistema Flex Fuel, aplicação que hoje domina o mercado nacional de veículos, ter partido dos fornecedores e não das montadoras. Diferente da realidade norte-americana, onde originalmente surgiu o sistema.

A tecnologia Flex mobiliza um conjunto de atores para sua consolidação, que envolve os fornecedores, montadoras, usinas de álcool, rede de distribuição, políticas públicas, enfim, um aparato institucional que promova o seu desenvolvimento de forma ampla.

A inserção dessa tecnologia em nosso mercado também trouxe novo alento para o setor sucroenergético, que passou por um ciclo de notável crescimento num cenário econômico, que por vários anos permitiu uma competição saudável entre o etanol e a gasolina. Para os produtores de álcool, significaria maior flexibilidade na oferta de seu combustível em função de variações de safra e oportunidades no mercado de açúcar. Atualmente, o Brasil se tornou um dos maiores produtores de bicompostíveis, onde nove em cada dez automóveis vendidos no país conta com a tecnologia de motores Flex Fuel.

Em linhas gerais, o automóvel contém mais de 30 mil partes, e, embora montadoras como Volkswagen, BMW, Toyota, entre outras fabriquem seus componentes originais, as chamadas OEM (Original Equipment Manufacturers), ainda dependem de fornecedores externos para recursos e tecnologias na concepção de novas partes, desde design a produção, o que identifica a dependência de eficiência de fornecedores de recursos ao longo da plataforma de negócios.

Como consequência, existe a demanda industrial por desenvolvimento, e integração na arquitetura de produto em firmas complementares, definindo uma nova gestão eficiente da cadeia de suprimento, englobando uma maior

aderência da rede de fornecedores às montadoras para o desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas automotivos.

REFERÊNCIAS

AGNIHOTRI, G. Toyota's Unique Investment Plan to Dominate the Green Car Sector. **Oil Price**, 14 Maio. 2015. Disponível em: <<http://oilprice.com/Energy/General/Toyotas-Unique-Investment-Plan-To-Dominate-The-Green-Car-Sector.html>> Acesso em: 24 Maio 2015.

ARAÚJO, M. M.; FERREIRA, F.; NAPOLITANO, P.; LEPSCH, F.; VASCONCELOS, A.; COLETTI, T. **Sistema Flex Start**®, Campinas, 2012. Disponível em: <<http://www.aea.org.br/aea2009/downloads/trabalhospremio/CategoriaTecnologiasOTTO-Vencedor-MarcosMeloAraujo.pdf>> Acesso em: 13 Maio 2015

BOSCH comemora aniversário de tecnologias que revolucionaram o mercado automotivo. **Bosch Imprensa**, Campinas, 21 Maio. 2014. Disponível em: <<http://www.bosch.com.br/Imprensa/Releases/Detalhes.aspx?idRelease=10894>>. Acesso em: 10 Maio 2015.

BOSCH registra crescimento de 8% na América Latina em 2013. **Bosch Imprensa**, Campinas, 21 Maio. 2014. Disponível em: <<http://www.bosch.com.br/Imprensa/Releases/Detalhes.aspx?idRelease=12254>>. Acesso em: 10 Maio 2015.

BRAGAZZA, B. Seminário MCTI: **Contribuições dos incentivos fiscais da Lei do Bem para o aumento da competitividade por meio da P,D&I no Brasil**, 25 Junho. 2013. Brasília. Disponível em: < <http://leidobem.net.br/wp-content/uploads/2013/06/7-Bosch.pdf> > Acesso em: 13 Maio 2015

CALMON, F. Brasil chega aos 20 milhões de motores flex, diz Anfavea. **UOL**. São Paulo. 28 Junho. 2006. Disponível em: <<http://carros.uol.com.br/noticias/redacao/2013/06/28/brasil-chega-aos-20-milhoes-de-motores-flex-diz-anfavea.htm>> . Acesso em: 24 Maio 2015.

CARVALHO, E. G. **Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente**. Econ. soc., Campinas , v. 17, n. 3, p. 429-461, Dec. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-06182008000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 maio 2015

CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; BARROS, Daniel Chiari; VAZ, Luiz Felipe Hupsel. **Panorama da engenharia automotiva no Brasil: inovação e o apoio do BNDES**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 39, p. 155-196, mar. 2014. Disponível em: < <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1643>>. Acesso em 01 maio 2015.

COSTA, R. M. Sustentabilidade e inovação na indústria automobilística. **Carta de Conjuntura FEE**, Rio Grande do Sul, Ano 24 nº 02, 2015. Disponível em: < <http://carta.fee.tche.br/article/sustentabilidade-e-inovacao-na-industria-automobilistica>>. Acesso em: 12 maio 2015

ERENO, D. Competência em bicomcombustíveis. **Revista Pesquisa FAPESP**. São Paulo, Ed.216, Fevereiro 2014. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2014/02/12/competencia-em-bicomcombustiveis>> Acesso em: 12 maio 2015

FINI, G. **Flex Start®**, a inovação da partida a frio, Projeto Agora 4º Premio TOP ETANOL Inovação Tecnológica Transporte, Campinas, 2012. Disponível em: < <http://www.projetoagora.com.br/premiotopetanol2012/galeria-inovacao-tecnologica.php?cat=transportes>> Acesso em: 13 Maio 2015

GOLDENSTEIN, M.; AZEVEDO, R. L. S. **Combustíveis Alternativos e Inovações no Setor Automotivo**: Será o Fim da "Era do Petróleo"? BNDES Setorial, n. 23, março de 2006. <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes

/Consulta_Expressa/Setor/Complexo_Automotivo/200603_2.html >. Acesso em: 14 maio 2015

GOLDENSTEIN, M.; CASOTTI, B. **O novo ciclo de investimentos do setor automotivo brasileiro**. Informe setorial, BNDES, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Complexo_Automotivo/200807_1.html >. Acesso em: 14 maio 2015

KHURANA, A. **Strategies for global R&D. Research Technology Management**. Washington: Mar/Apr 2006, Vol. 49 N. 2. Disponível em: <<https://www.questia.com/library/journal/1P3-1009587071/strategies-for-global-r-d>> . Acesso em: 10 maio 2015

MESQUITA, D. L. **O processo de construção da tecnologia flex fuel no Brasil**: uma análise sob a ótica da “Plataforma de negócio” (Business platform). 2009. 97 p. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

NICHOLS, R. J. **The Methanol Story**: A Sustainable Fuel for the Future. Journal of Scientific & Industrial Research, Vol. 62, pp 97-105, Fevereiro 2003.

NUNES, W.; MARTINS, C. Uma aposta sábia: Fabricantes de autopeças superam montadoras em investimento de P&D, mas ainda enfrentam dificuldades. **Revista Mercado Automotivo**, São Paulo, ano 22 n.217, p. 20-23, Dezembro. 2012.

OICA 2014 Production Statistics. **International Organization of Motor Vehicle Manufacturers**, 9 Maio. 2003. Disponível em: <<http://www.oica.net/category/production-statistics>>. Acesso em: 12 Maio 2015.

PARK, S. Hyundai Motor announces huge investments through 2018. **The Hankyoreh**, Seoul, 7 Janeiro. 2014. Disponível em: < http://english.hani.co.kr/arti/english_edition/e_business/672530.html>. Acesso em: 10 Maio 2015.

SCHWARTZ, N.; LASHINSKY, A. How to Beat the High Cost of Gasoline. **FORTUNE**. California. 24 Janeiro. 2006. Disponível em: < http://archive.fortune.com/magazines/fortune/fortune_archive/2006/02/06/8367959/index.htm>. Acesso em: 12 Maio 2015.

SZWARC, A. **Novos avanços em tecnologia Flex Fuel**. União da Indústria de Cana-de-açúcar, São Paulo, 04 Setembro. 2009. Disponível em: < <http://www.unica.com.br/colunas/34197042920334743692/novos-avancos-em-tecnologia-flex-fuel>> Acesso em: 13 Maio 2015

TEICH, D. H. A consagração do carro flex. **Revista Exame**. São Paulo, 15 Junho. 2006. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/870/noticias/a-consagracao-do-carro-flex-m0082581>> Acesso em: 12 maio 2015

THE PRIDE of Global Best R&D Brochure, **Hyundai & Kia Motors**, Gyeonggi-do, 2010. Disponível em: < http://www.kia.ba/pdf/RD_brochure.pdf>. Acesso em: 10 Maio 2015.

THE STATE of Innovation in the Automotive Industry 2015. **Thomson Reuters Intellectual Property & Science**. 16 Janeiro. 2015. Disponível em: < <http://ip-science.thomsonreuters.com/ip/SOI-Automotive-Industry-Report.pdf>> Acesso em: 12 maio 2015

TIZZANI, A. Magneti Marelli apresenta a moto flexível em combustível. **Revista WebMotors**. 07 Novembro. 2007. Disponível em: <<http://revista.webmotors.com.br/yahoo/motos/magneti-marelli-apresenta-a-moto-flexivel-em-combustivel/1334081003740>> Acesso em: 12 maio 2015

WALSH, B. White House to Toughen Fuel Standards for Heavy-Duty Vehicles. **TIME**, California, 18 Fevereiro. 2014. Disponível em: <<http://science.time.com/2014/02/18/white-house-to-toughen-fuel-standards-for-heavy-duty-vehicles>> Acesso em: 12 maio 2015