

**O envolvimento de fornecedores no desenvolvimento  
da tecnologia *flex fuel* nas montadoras brasileiras**

Wilian Gatti Junior

Doutorando Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA/USP

Professor da Universidade Anhembi Morumbi – UEM, São Paulo, São Paulo, Brasil

wilian.gatti@metodista.br

Editor Científico: Mauro Calixta Tavares  
Organização Comitê Científico  
Double Blind Review pelo SEER/OJS  
Recebido em 05.01.2011  
Aprovado em 20.04.2011



Este trabalho foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição – Não Comercial 3.0 Brasil

## Resumo

O desenvolvimento do veículo *flex fuel* no Brasil, capaz de operar com qualquer mistura de gasolina e álcool, em uma faixa entre o E25 e o E100, alcançou enorme sucesso comercial. Esse sucesso é resultado de diversos fatores, entre eles o Proálcool e a introdução da injeção eletrônica. A introdução dessa tecnologia, no início de 2003, pelas montadoras brasileiras, ilustra duas diferentes estratégias de envolvimento dos fornecedores no desenvolvimento da solução: o *black box* e o *co-design*. Este artigo apresenta dois estudos de casos, em duas montadoras veteranas, instaladas no Brasil, que desenvolveram a tecnologia *flex fuel*. O artigo discute a relação entre a plataforma tecnológica (sistema de gerenciamento de motores, que inclui sensores, sistemas de controle, unidade de processamento de dados, etc.), na qual a tecnologia *flex fuel* foi desenvolvida e as competências competitivas de ambas as montadoras e seus fornecedores. O artigo, então, analisa as implicações do desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* no Brasil, e a dominância tecnológica sobre o sistema de controle eletrônico do motor e de software.

**Palavras-chave:** Relação Comprador-Vendedor; Cadeia de Suprimento; Veículo *Flex Fuel*; Inovação; Desenvolvimento de Novos Produtos.

## Supplier involvement in flex fuel technology in brazilians automakers

### Abstract

The development of the flex fuel vehicle, capable of operating with any mixture of gasoline and alcohol between E25 and E100, has reached a huge commercial success in Brazil. This success is based on several factors such as the Brazilian Ethanol Program (Proálcool) and the introduction of the electronic injection. The introduction of this technology in the beginning of 2003 by Brazilian automakers illustrates two different strategies of supplier involvement in technology development: black box and co-design. This paper presents two cases studies of how two mature automakers installed in Brazil developed flex fuel technology. The paper discuss the relationship between the technology platforms (engine management system which include sensors, control systems, data processing units, etc.) upon which the flex fuel technology has been developed and competitive capabilities both in the automakers and its suppliers. The paper than analyze the implications for the development of flex fuel technologies in Brazil as technology dominance on the motor control electronics and software.

**Keywords:** Buyer-Supplier Relationship; Supply Chain; Flex Fuel Vehicle; Innovation; New Product Development.

## 1 INTRODUÇÃO

Os veículos equipados com a tecnologia *flex fuel*, dominam, atualmente, o mercado automobilístico brasileiro. Do seu lançamento comercial em 2003, até 2009, foram comercializadas mais de seis milhões de unidades. Em 2004, 22% dos automóveis novos comercializados já estavam equipados com a nova tecnologia. Cinco anos depois, esse percentual subiu para 95% (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA, 2010). O GRÁF. 1 demonstra a rápida expansão do produto no país.

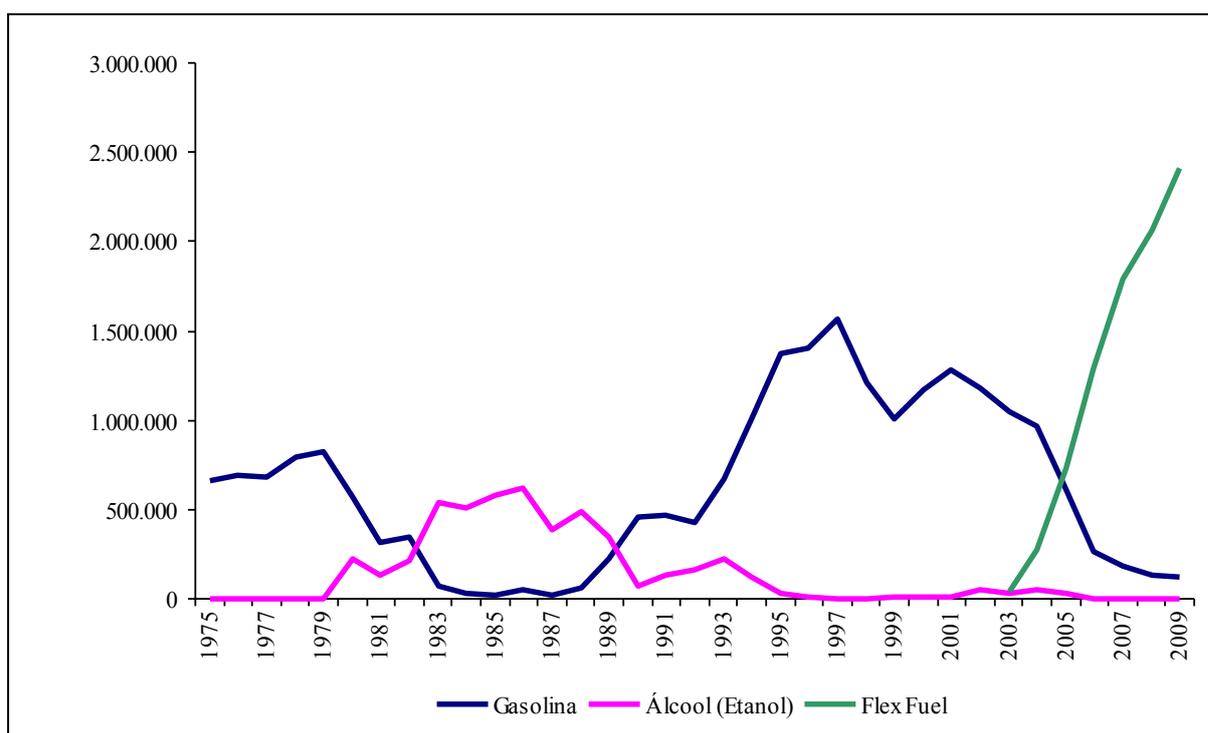


GRÁFICO 1 - Vendas internas no atacado (automóveis) de 1975 a 2009

Fonte: ANFAVEA (2010).

A tecnologia *flex fuel*, que surgiu no Brasil, pode ser enquadrada como resultado de um projeto, definido por Clark e Wheelwright (1993), como derivado ou incremental, pois se baseou em desenvolvimentos já existentes, como o carro a álcool e a injeção eletrônica. Entretanto, outros fatores podem ser citados para o desenvolvimento da tecnologia no país, como a rede de distribuição de álcool estabelecida, as pressões ambientais e governamentais pela utilização de combustíveis menos poluentes, obtidos a partir de fontes renováveis, a abertura do mercado brasileiro e o desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* nos EUA.

### 1.1 Antecedentes

O envolvimento do Brasil com veículos movidos a combustíveis alternativos remonta à década de 1930, com experiências conduzidas pela Poli-USP, com um Ford-T movido à cachaça (DUNHAM, 2007), porém os estudos sobre a viabilidade de utilização do álcool como combustível só vieram a ocorrer em 1953, com o engenheiro Urbano Ernesto Stumpf, que iniciou, nos laboratórios do Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA), em São José dos

Campos, a adaptação de um motor a quatro tempos para funcionar com álcool (DAHAB; MÜLLER, 1986).

O álcool combustível só seria, de fato, desenvolvido no Brasil, após o primeiro choque do petróleo em 1973, com o lançamento, em novembro de 1975, do Programa Nacional do Álcool (PNA) ou Proálcool. Esse programa governamental culminou com o lançamento de um veículo movido 100% a álcool, exigindo o desenvolvimento de um novo motor, com taxa de compressão maior do que o motor a gasolina e, ainda, exigiu o desenvolvimento de novos materiais resistentes à corrosão, aplicados em diversos componentes do carro. Em seu início, o álcool de cana-de-açúcar se impôs, como alternativa viável à gasolina, embora os carros a álcool fossem convertidos, pois não existiam veículos originais de fábrica e, assim, os consumidores procuravam as oficinas de retífica para efetuar a conversão.

Em 1978, através da assinatura de um protocolo entre a ANFAVEA e o Governo, criaram-se os mecanismos para estimular a venda de carros a álcool. O Governo criou um Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) específico para carro a álcool, e as montadoras desenvolveram carros movidos à gasolina, com adição de um percentual de álcool anidro. Entre as ações conjuntas também se destacam financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), juros subsidiados, etc. Na época, as principais montadoras presentes no Brasil eram: Volkswagen, Fiat, GM, Ford e Chrysler (SOBRAL *et al.*, 2005).

Com o segundo choque do petróleo, resultante da revolução islâmica, que eclodiu em novembro de 1978, teve início o investimento no desenvolvimento e comercialização de automóveis movidos somente a álcool hidratado. Em 1979, a Fiat lança o primeiro veículo movido a álcool, seguida por outras montadoras. Nessa época, há a criação de divisões de P&D dentro das montadoras, com áreas de veículos alternativos. Em decorrência de pesquisas sobre veículos alternativos, muito se desenvolveu sobre motores alimentados por álcool, compatibilidade de materiais, utilização de plásticos, borrachas, equipamento para medir o pH do álcool, partida a frio etc.

Em 1981, foram efetuadas vendas efetivas de carros a álcool. Entre 1985 e 1986, chega ao auge a produção de veículos movidos a álcool, que, então, passou a ser responsável por 90% dos veículos novos comercializados no país (TEIXEIRA, 2005). Depois de 1986, a participação dos veículos a álcool caiu gradativamente, em relação ao total produzido anualmente. O baixo preço do álcool e os preços atrativos, no mercado internacional de açúcar, incentivaram a produção e exportação de açúcar, desabastecendo o mercado interno de cana, voltada para a produção de álcool.

A falta do produto, nas bombas dos postos de abastecimento, reverteu a imagem positiva gerada pelo combustível alternativo, o que provocou uma queda acentuada na procura e, conseqüentemente, na produção de veículos a álcool, que chegaram a apenas 13% da produção total de veículos no país (ANFAVEA, 2010). Os subsídios foram reduzidos e o álcool hidratado perdeu competitividade perante a gasolina.

Em 6 de maio de 1986, por meio da Resolução n.º 18, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), criou-se o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve). Essa resolução fixou as diretrizes básicas do programa e estipulou os primeiros limites de emissão. Em 28 de outubro de 1993, a Lei n.º 8.723 endossou a obrigatoriedade de se tomarem as providências necessárias, para reduzir os níveis de emissão dos poluentes de origem veicular.

O principal objetivo do programa é reduzir a contaminação atmosférica, por meio da fixação de limites máximos de emissão, induzindo o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e determinando que os veículos e motores atendam àqueles limites máximos. A introdução dos catalisadores e da injeção eletrônica contribuiu para o cumprimento das metas estabelecidas pelo governo.

O desenvolvimento da injeção eletrônica, iniciada nos anos 1970, e apresentada no final dos anos 1980, substituiu totalmente os antigos carburadores de tecnologia mecânica e elétrica, passando a usar tecnologia eletrônica avançada e uso de um computador - *Electronic Control Unit* (ECU) - e software específico. Em essência, a injeção eletrônica faz um controle da combustão em ciclo fechado, permitindo ajustes de diversos parâmetros de funcionamento do motor, em frações de segundo e, com isso, melhora o desempenho dos motores e reduz as emissões poluentes. Em seu início, porém, o sistema de injeção era analógico e não digital. A tecnologia digital para este sistema ainda não estava disponível no país, e não poderia ser importada, devido à lei de informática vigente, que garantia reserva de mercado para as empresas de capital nacional. Desse modo, o desenvolvimento de componentes apoiava-se em uma política de proteção aos similares nacionais (GARCIA; ROSELINO, 2004), na época, tecnologicamente muito atrasados, em relação aos produzidos em países desenvolvidos.

Os anos 1990 foram marcantes para a indústria automobilística brasileira. Defasada tecnologicamente, a indústria brasileira foi exposta à concorrência mundial, com a abertura do mercado promovida pelo então Presidente Fernando Collor de Mello, por meio da liberação da importação de veículos. Acordos que se basearam no entendimento entre trabalhadores, governo e montadoras resultaram na redução de carga tributária e redução dos lucros das montadoras, com o objetivo de baratear os custos e preços para promover a venda de veículos (SANTOS; BURITY, 2002). Um regime especial para veículos com motores até 1000 cilindradas, fez surgir, em 1993, uma categoria de sucesso de vendas no mercado. Paralelamente às mudanças do setor automotivo, o fim da reserva para o setor de informática, em outubro de 1992, pôde promover avanços significativos na eletrônica embarcada nos veículos.

Enquanto o Brasil lançava o seu programa do álcool em 1975, os EUA introduziam sua regulamentação referente ao consumo de combustível de automóveis e comerciais leves, o *Corporate Average Fuel Economy* (CAFE). Seu objetivo era reduzir a excessiva dependência americana do petróleo árabe. Em 1988, o Governo Federal Norte-Americano aprovou o *Alternative Motor Fuel Act* (AMFA), introduzindo incentivos para a produção de veículos movidos a combustíveis alternativos, como o metanol e o etanol (COLLANTES, 2008). Embora, em 1980, já se discutisse um sistema de injeção capaz de operar com uma mistura de álcool e gasolina (PEFLEY *et al.*, 1980), apenas em 1993, é que, comercialmente, os veículos denominados *flexible fuel vehicle* (FFV) surgiram nos EUA, adaptados para rodar, inicialmente, com um mistura de 85% de metanol e 15% de gasolina (M85) (NICHOLS, 2003) e, mais tarde, substituído pelo chamado E85, composto de 85% de etanol e 15% de gasolina.

## 1.2 O que é a tecnologia *flex fuel* e a solução brasileira

*Flex fuel* é o nome dado à tecnologia que permite que veículos usem como combustível a gasolina, o álcool ou qualquer proporção de mistura dos dois combustíveis. A solução de injeção *flex fuel* tem como princípio de funcionamento o monitoramento eletrônico constante

de diversas variáveis do motor (ar, combustível, temperatura, centelha e diversos outros), que são processadas por um computador central e software específico, que comanda o funcionamento do motor para cada condição de uso.

O grande desafio da injeção *flex fuel*, em comparação à injeção de gasolina (E25) ou álcool puro (E100), é a rápida detecção e ajuste do motor a cada mudança de mistura gasolina-álcool. As primeiras soluções para a injeção *flex fuel*, desenvolvidas pela Bosch, nos EUA, faziam uso de um sensor capacitivo instalado no sistema de alimentação de combustível do motor, que detectava a proporção gasolina-álcool, antes da queima.

Com seu *know how* na utilização de álcool combustível, o Brasil emergiu, como potencial mercado para a utilização do novo sistema. Em 1992, a Bosch tentou introduzir esta tecnologia no país, porém sem sucesso. Mesmo com alguns resultados positivos identificados (CASTRO; KOSTER; FRANIECK, 1994), o custo do sensor inviabilizou comercialmente o desenvolvimento do sistema no país. Entretanto, o aprendizado com o álcool, a questão ambiental alimentada pela Eco 92, realizada no Rio de Janeiro, e as novas metas de emissões determinadas pelo governo, fizeram com que as pesquisas para a solução *flex fuel* não terminassem.

Com sua experiência acumulada no desenvolvimento da injeção eletrônica no país, em 1998, a filial brasileira da Magneti Marelli vislumbrou uma solução para o sistema *flex fuel*, que dispensava o sensor capacitivo e a detecção da proporção gasolina-álcool ocorreria após a queima do combustível, através do sensor de oxigênio (também chamado de sonda lambda), posicionado no tubo de escape. Para isso, foi necessário desenvolver significativamente a inteligência do software inserido na memória da ECU.

Em 2001, a tecnologia já era apresentada para as principais montadoras no país. Consolidou-se, assim, o modelo de sistema com a utilização de software e a competência, em seu desenvolvimento, se transformou no principal fator de diferenciação tecnológica dos sistemas de injeção *flex fuel*. Em 3 de maio de 2002, a Ford apresentou o seu modelo Fiesta, equipado com a tecnologia. O veículo, porém, não entrou em produção, mas acelerou a corrida para o lançamento de motores bicombustíveis. A cadeia produtiva de automóveis iniciou, então, uma pressão sobre os órgãos competentes, para a elaboração de um regulamento específico de emissões para esses motores. A Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb) liderou a elaboração desse regulamento, com a participação de montadoras e de fornecedores do sistema. Em novembro de 2002, o governo federal promulgou um regulamento de emissão para motores equipados com a tecnologia bicombustível. Paralelamente, as negociações entre as montadoras e o governo federal evoluíam, no sentido de ampliar a extensão dos benefícios fiscais do carro a álcool para os carros bicombustível, até que um acordo foi finalmente concluído: o novo veículo passou a ser taxado com o mesmo IPI do carro a álcool (alíquota inferior a do carro à gasolina). Porém, uma solução técnica apresentada pela Magneti Marelli, que dispensou o uso do sensor para reconhecimento do combustível (a solução empregou o reconhecimento por meio de *software*), viabilizou comercialmente o produto.

Apenas após o acordo entre montadoras e o governo federal, é que o sistema foi adotado e lançado no mercado. Em 24 de março de 2003, a Volkswagen apresenta o primeiro carro equipado com a tecnologia *flex fuel* no Brasil.

O papel ativo dos fornecedores no desenvolvimento dessa tecnologia, no Brasil, foi o motivador deste estudo. A partir do desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*, realizado em duas das mais importantes montadoras instaladas no país, pode-se analisar e discutir formas e as possíveis consequências estratégicas decorrentes do envolvimento de fornecedores no desenvolvimento de produtos. Segue-se, após esta seção introdutória, uma seção dedicada à metodologia empregada no trabalho. Em seguida, uma seção apresenta uma discussão sobre estudos anteriores, tratando do desenvolvimento de produtos e a participação de fornecedores nesse processo. A seção seguinte é dedicada aos estudos de caso. As considerações finais desta pesquisa estão na última seção.

## 2 METODOLOGIA DE PESQUISA

O programa de pós-graduação em administração da Universidade de São Paulo promove a disciplina Inovação e Desenvolvimento de Produtos. Em sua última versão (2º semestre de 2008), a disciplina foi construída didaticamente para ser conduzida em dois blocos, reunindo a teoria e a prática, para a formação de pesquisadores. Na primeira parte, com base na literatura sobre o tema, discutiam-se os conceitos teóricos da inovação e desenvolvimento de produtos. O segundo bloco era reservado para a apresentação dos resultados, a discussão dos dados coletados e o delineamento de ações futuras de uma pesquisa empírica, conduzida por alunos e professores. O tema escolhido para esta pesquisa foi o desenvolvimento do veículo *flex fuel* no Brasil. Uma simples questão, como se desenvolveu a tecnologia *flex fuel* no Brasil, foi o ponto de partida da pesquisa. Conjuntamente com o desenvolvimento dos estudos de casos identificados, surgiram diversas temas de pesquisa (GATTI JR, 2009; NASCIMENTO *et al.* 2009a; 2009b), uma delas, resultando neste artigo. Os trabalhos tiveram início em agosto de 2008, e prosseguiram até dezembro do mesmo ano.

Foram cinco, as empresas alvo da pesquisa - três fornecedores: Bosch, Delphi e Magneti Marelli e duas montadoras: General Motors e Volkswagen. Entidades de classe envolvidas com o desenvolvimento da tecnologia também foram consultadas. Um grupo de alunos participava das entrevistas juntamente com os professores. As entrevistas foram conduzidas de modo informal (como uma conversa estruturada), apoiadas por um questionário previamente formulado pelo grupo de pesquisa. Devido à dificuldade de obter autorizações, elas não foram gravadas, mas eram anotadas em blocos de papel por dois pesquisadores (em algumas oportunidades três) e, depois de reunidas, eram transcritas em arquivo eletrônico. Os resultados colhidos eram, então, discutidos com todo o grupo. Os entrevistados contatados, em cada uma das empresas e entidades estudadas, ocupam cargos de execução ou comando, ativamente envolvidos no desenvolvimento da tecnologia no Brasil.

O QUADRO 1, abaixo, sintetiza a distribuição das entrevistas realizadas.

### QUADRO 1 - Entrevistas realizadas

Data	Empresa	Duração da Entrevista	Posição do Entrevistado
12/09/08	Magneti Marelli	3h	Diretor Comercial Diretor de P&D Chefe Laboratório Experimental
15/09/08	União da Indústria de Cana-de-açúcar	2h	Ex-executivo
03/10/08	Bosch	2h	Vice-Presidente Executivo
16/10/08	Volkswagen	3h	Gerente de Engenharia
16/10/08	Associação Brasileira de Engenharia Automotiva	2h	Presidente
04/11/08	Delphi	3h30	Engenheiro Chefe Supervisor de Engenharia
26/11/08	General Motors	2h30	Gerente de Engenharia de Produto
01/12/08	Magneti Marelli	2h	Diretor de P&D Gerente de Sistemas Chefe Laboratório Experimental Engenheiro de Desenvolvimento
15/12/08	General Motors	1h	Gerente de Engenharia de Produto

Fonte: Dados da pesquisa.

Além das entrevistas, o grupo realizou um amplo levantamento bibliográfico sobre a tecnologia *flex fuel*, que contribuiu para a construção desta pesquisa.

Diversos estudos se mostram favoráveis à utilização de estudos de casos, em situações como a proposta neste trabalho (EISENHARDT, 1989; EISENHARDT; GRAEBNER, 2007; VOSS; TSIKRITSIS; FROHLICH, 2002; YIN, 2005). Soma-se aos argumentos dos estudos citados, a especificidade do histórico, o contexto brasileiro de combustíveis alternativos, a regulamentação de emissões e legislação tributária, diferente da maior parte da literatura sobre o assunto.

### 3 ESTUDOS ANTERIORES

Dentre os diversos fatores descritos no modelo de Brown e Eisenhardt (1995), que afetam o sucesso no desenvolvimento de produtos, o envolvimento dos fornecedores não apresenta, segundo as autoras, fortes evidências na literatura de como ou quando é apropriado ser integrado ao processo. Mesmo não respondendo a essas questões, trabalhos sobre a indústria automobilística (CAPUTO; ZIRPOLI, 2002; CLARK, 1989; CLARK; FUJIMOTO, 1991; MELO; MARX, 2007; SOBRAL; NASCIMENTO; OLIVA, 2003) apontam a importância da utilização de fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos, seja por uma decisão estratégica da montadora ou pelas restrições impostas pelo novo ambiente de negócios. Em seu artigo, Clark (1989) aponta que as montadoras japonesas conduzem mais projetos e os introduzem mais rapidamente no mercado, graças à utilização de fornecedores no desenvolvimento de produtos, em níveis superiores às montadoras europeias e norte-americanas. A atual aderência a uma postura *lean*, passa, não só pela terceirização de alguns processos de produção, mas pela terceirização de atividades de desenvolvimento de produtos, reduzindo a complexidade e o tempo de desenvolvimento (CAPUTO; ZIRPOLI, 2002).

Este artigo trata de duas formas de interação entre montadoras e fornecedores: *black box* e *co-design*. O sistema *black box* permite à montadora utilizar-se do conhecimento de engenharia e da mão-de-obra do seu fornecedor, enquanto mantém o controle sobre o projeto integral do veículo. Recorrendo à sua base homologada de fornecedores de primeiro nível, a

montadora pode dispor da mais alta tecnologia a um custo relativamente baixo (CLARK; FUJIMOTO, 1991). A montadora apresenta as especificações, que são atendidas no desenvolvimento feito pelo fornecedor. No *co-design*, os fornecedores participam do projeto, responsabilizando-se por somente algumas funções de processo de desenvolvimento, apresentando as soluções técnicas para a aprovação da montadora, que interage constantemente com a equipe de engenheiros dos fornecedores (MELLO; MARX, 2007). O atendimento as especificações é conduzido em conjunto.

Embora os fornecedores tenham papel importante no processo de desenvolvimento de produtos, o relacionamento entre fornecedores e montadoras não é obviamente uma tarefa simples de ser gerenciada. Martin, Mitchell e Swaminathan (1995) descrevem que muitos estrategistas enxergam o antagonismo nas posições de fornecedores e compradores, por disputarem a mesma fatia do lucro disponível na cadeia. Mello e Marx (2007) apontam que, na cadeia automobilística, as relações comerciais se caracterizam por serem de curto prazo, pela existência da competição entre fornecedores e pela redução progressiva no custo dos contratos ou a “manutenção de competitividade”, descrita por Salerno *et al.* (2002). O trabalho de Alves Filho *et al.* (2004) sobre a gestão da cadeia de suprimento, na indústria automobilística, resume estudos empíricos conduzidos na Europa, EUA e Brasil, e constatou a limitada possibilidade de um alinhamento estratégico e de repartição de ganhos mútuos entre as montadoras e os fornecedores, principalmente os multinacionais. Caputo e Zirpoli (2002) apresentam os resultados de uma pesquisa conduzida na Fiat, demonstrando o controle exercido pela montadora e a clara motivação para promover uma competição entre seus fornecedores. Deste modo, a montadora italiana pode controlar os preços praticados, bem como ter acesso à última palavra em tecnologia, sem a necessidade de desenvolvê-la. Os fornecedores envolvidos nestas competições, por contratos, acabam por atender a outros clientes-montadoras. Neste processo, há uma tendência claramente identificada por Takeishi (2001) de transferência de tecnologia e informações gerenciais de uma montadora para outra, reduzindo-se, assim, o diferencial entre elas. Entende-se que, desta maneira, como a tecnologia pode estar disponível a todos os *players* do mercado, rapidamente.

O advento da chamada “modularidade”, na segunda metade dos anos 1990, transformou as relações entre montadoras e fornecedores (SALERNO *et al.*, 2002). Ao transferirem aos fornecedores a função de fornecer módulos ou sistemas inteiros e não mais apenas peças, as montadoras passaram a se preocupar com a gestão da integração dos sistemas, em outras palavras, o conhecimento sobre a arquitetura do produto. Surge, assim, um novo nível na cadeia de suprimentos, definido como modulista ou sistemista, para *designar* esta nova configuração de fornecimento.

Discute-se, porém, se este processo de terceirização, relacionado às atividades de desenvolvimento de produtos, poderia levar as montadoras a uma relação de dependência com relação aos seus fornecedores. Chanaron (1998) demonstra que os sistemistas investem mais em pesquisa e desenvolvimento do que as montadoras, apontando uma concentração de conhecimento nestes fornecedores e sugerindo, assim, o surgimento da dependência das montadoras. Esta situação poderia levar ao que Fine (1999) define como “síndrome *Intel-inside*”. Este raciocínio lança um novo olhar sobre as decisões *make or buy*, relacionadas aos processos de pesquisa e desenvolvimento de produtos. As montadoras poderiam se tornar dependentes, por capacidade ou por conhecimento (FINE; WHITNEY 1996).

Para o enfrentamento dessa situação, parece haver três tendências básicas, atuando de modo combinado. A primeira relacionada ao poder de barganha da montadora. Ao representar um

grande volume, decorrente da produção em larga escala, em nível mundial, e oferecer aos fornecedores contratos com duração semelhante a do ciclo de vida do veículo no mercado, as montadoras garantem o acesso à tecnologia que não dominam e a manutenção de custos competitivos, graças à competição entre os fornecedores que elas podem promover (ZIRPOLI; CAPUTO, 2002). A segunda, relacionada com a mudança da competência das montadoras, antes centrada no desenvolvimento e produção de componentes, agora voltada ao gerenciamento da arquitetura do produto. Para Mello e Marx (2007), o controle sobre o conhecimento da arquitetura do produto pode ser a competência da montadora e sua fonte de vantagem competitiva. Este conhecimento possibilita às montadoras, identificar as necessidades dos consumidores e traduzi-las em especificações de produtos. Assim, a inovação desenvolvida por cada sistemista e contida em cada componente, passaria a ter um peso menor sob a inovação potencialmente construída pela arquitetura. Os atributos de valor reconhecidos pelos clientes são construídos a partir de mais de um módulo, não deixando, assim, condições para o domínio de um único fornecedor (MELLO; MARX, 2007). O conceito de arquitetura, estudada por Henderson e Clark (1990), em sua pesquisa na indústria fotolitográfica, exige da empresa conhecimentos dos componentes ou o conhecimento sobre cada conceito de *design* e como eles podem ser aplicados a cada um dos componentes e, ainda, o conhecimento sobre a arquitetura ou o conhecimento sobre como cada um dos componentes são integrados, de modo a formar um produto funcional. Por fim, a terceira tendência, que pode ser considerada para a redução da dependência dos fornecedores, está relacionada à internalização de alguns desenvolvimentos. Alguns sistemas que se tornam mais críticos na composição do veículo, expressos pelo valor percentual, que representam em relação a todo o projeto. Para Fine e Whitney (1996), a Toyota já teria identificado esta necessidade para os sistemas eletrônicos.

#### 4 ESTUDOS DE CASO

Esta seção aborda o desenvolvimento das duas montadoras, pioneiras no desenvolvimento da tecnologia *flex*, no Brasil: a Volkswagen e a General Motors.

##### 4.1 O desenvolvimento na Volkswagen

A Volkswagen (VW) se instalou no Brasil em 23 de março de 1953, na cidade de São Paulo, porém, o final da década de 1970 e o início da década de 1980, foram decisivos para a história do desenvolvimento e da pesquisa da VW, no país. Neste período, o programa brasileiro do álcool e o desenvolvimento da família BX, resultando entre outros lançamentos, no Gol, impulsionaram o desenvolvimento de produtos da montadora, no país. Estes desenvolvimentos levaram à criação de divisões de pesquisa e desenvolvimento (P&D) dentro da montadora, com áreas de pesquisa sobre veículos alternativos, alimentados por energia solar, álcool, etc. O desenvolvimento do veículo Gol, genuinamente brasileiro e a condição de lançar um veículo movido a álcool são, para a empresa, exemplos da prova da independência da montadora em relação a sua matriz, além de constituírem o que viria a ser a base do desenvolvimento do veículo *flex fuel*, no Brasil.

Embora a VW tenha tido contado com a tecnologia *flex fuel*, no início da década de 90, graças à tecnologia trazida dos EUA, pela Bosch, a crise do álcool e o incentivo dado pelo governo, em forma de redução de IPI, aos carros abaixo de 1.000 cilindradas, impediram economicamente e comercialmente qualquer tentativa de desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*. Mesmo com o advento da Eco 92, no Rio de Janeiro, a possibilidade de utilização de

combustíveis alternativos ainda não era viável, devido ao custo da tecnologia oferecida pela Bosch.

Por volta do início dos anos 2000, o apelo ambiental no país, com o combustível 100% renovável e a estabilização do preço do álcool em níveis mais competitivos, em relação ao preço da gasolina, impulsionaram a procura por carros a álcool. A queda do preço do açúcar no mercado internacional contribuiu para este cenário. Com o preço do álcool baixo, retomase a discussão de colocar, no mercado, o carro a álcool com versões mais baratas – motor de 1000 cilindradas.

Neste período, a Bosch volta a ofertar tecnologia *Flex* (com sensor capacitivo), porém o custo ainda era muito alto. A VW sofre pressões internas para aumentar a oferta de carros a álcool. A Bosch lança, sem sucesso, a ideia de uma parceria Bosch e VW, para repartir os custos de desenvolvimento de um carro *Flex*, no Brasil.

A pressão na VW aumenta com base nos resultados colhidos por suas clínicas de marketing, que identificam que os clientes gostavam de carros a álcool, reconheciam como positivo o fato de ser um produto brasileiro, mas, ainda, temiam o desabastecimento. A ideia do motor *flex* começa a ganhar força.

A VW consulta, então, o mercado, em busca de tecnologias mais baratas. As alterações no motor, para a adoção da nova tecnologia, exigiram da montadora uma coordenação com outros fornecedores, para o complemento das adaptações. Deste modo, por volta de 2001 e 2002, para o projeto do carro *flex*, outros fornecedores foram convocados para participar, entre eles a Magneti Marelli (MM). Trata-se, segundo o entrevistado, de uma política de cadeia de suprimentos comum na empresa, com o objetivo de diluir a dependência dos fornecedores.

Segundo Mello, Vasconcellos e Marx (2005), todo o processo de desenvolvimento de produto da VW segue um procedimento conhecido como *Produkt Entwicklung Prozesse* (PEP), resumido no QUADRO 2, abaixo.

QUADRO 2 – Processo de desenvolvimento na Volkswagen

Fases	Áreas envolvidas	Ações
Delineamento do conceito do produto	Planejamento do Produto Marketing Engenharia de Produto Plantas VW	Sugestões com maior potencial mercadológico são selecionadas.
Investigação	Engenharia de Produto Engenharia Avançada	Traduzem proposta de produto em especificações. São realizados testes de viabilidade técnica. É gerada uma <i>tecnise produkt beschreibung</i> (TPB), que basicamente é uma lista de peças do produto que se deseja desenvolver.
Detalhamento da proposta	Finanças Suprimentos Manufatura Engenharia Qualidade	Define-se o que será desenvolvido internamente ou em fornecedores, com base nos investimentos necessários em processo e ferramental, custo de desenvolvimento e teste e custo do produto.
Aprovação pela Diretoria	Diretoria	Informações técnicas e de custos são consolidadas e levadas à apreciação da diretoria. Se o projeto for aprovado, inicia-se o desenvolvimento técnico do produto.

Fonte: MELLO; VASCONCELLOS; MARX (2005).

Em 2001, o gerente de planejamento apresentou a tecnologia *flex*, na reunião do comitê executivo da empresa (Comex). O momento da companhia era delicado. Havia restrições de investimentos e cortes de custos e o assunto acabou sendo discutido na Alemanha, para a obtenção dos investimentos necessários. O projeto foi aprovado com a premissa de que os carros já tinham redução de IPI. Esta redução só ocorreu, de fato, depois da aprovação obtida pela VW do Brasil.

A VW analisava a possibilidade de lançar a tecnologia *Flex* em dois motores: EA827 e EA111. A escolha recaiu no motor EA827, pois era um motor 1.6 litros, utilizado na linha Gol e largamente produzido para álcool, e optou-se pelo fornecimento *black box* com a solução da MM.

O processo de escolha da MM se estendeu até 2002. Inicialmente, a VW preparou um questionário com 15 questões sobre a tecnologia desenvolvida pela MM, pois havia uma diferença muito grande entre os conceitos apresentados pela Bosch (utilização do sensor físico) e pela MM (via software). O contrato entre as empresas foi definitivamente assinado em agosto de 2002, para o processo de produção que se iniciaria em março do ano seguinte. A data de lançamento do veículo *flex* foi marcada para o evento, que reuniu o presidente do Brasil e da montadora, na comemoração dos 50 anos da empresa no país, em março de 2003.

## 4.2 O desenvolvimento na General Motors

A General Motors (GM) se instalou no Brasil em 26 de janeiro de 1925, na cidade de São Paulo, e já, em setembro deste ano, era montado o seu primeiro veículo no país. Neste mesmo mês, 54 anos depois, era vendido o primeiro carro a álcool da empresa. A partir deste desenvolvimento, todos os carros passaram a ter componentes resistentes à corrosão provocada pelo álcool.

A tecnologia com os motores a álcool também habilitou a GM a pensar na tecnologia *flex fuel*. Em 1992, a GM mantinha conversações informais com seus fornecedores de sistemas de injeção eletrônica, Delphi e Bosch. Mas, a crise no abastecimento do álcool neste período, reduzia as expectativas de ações conjuntas imediatas. Mesmo ações mais concretas, como a realizada pela Bosch, em 1994, não puderam convencer a GM a apostar na solução. Neste ano, a Bosch implantou em um veículo GM de sua propriedade, um Ômega 2.0 litros, sua tecnologia com sensor capacitivo. O veículo rodou por volta de 400 mil km e foi desmontado em 1998/1999. Os resultados foram compartilhados com a equipe de engenharia da GM. Embora apresentasse resultados satisfatórios, o custo elevado do sensor físico inviabilizava o projeto.

Por volta de 2000, o Brasil presenciou novamente a queda do preço do álcool e também incentivos do governo para aquisição de veículos a álcool. O interesse da montadora pelo *flex* voltou e, para o entrevistado, um seminário que ocorreu em São Paulo, na sede do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), foi um marco. A GM levou para o seminário um carro a álcool. No evento, perguntado por um dos participantes o porquê da GM não produzir mais veículos a álcool, o entrevistado justificou que o problema era a falta de demanda. A GM chegou a relançar dois modelos movidos a álcool, mas não venderam uma quantidade que justificasse sua continuidade. A Bosch, por sua vez, apresentou seu protótipo de veículo flex.

Ainda em 2000, surgiu a ideia de usar o sensor lambda, para detectar a composição do combustível e, esse insight, na visão do entrevistado, teria ocorrido para todas as empresas envolvidas com este desenvolvimento, ao mesmo tempo.

O fato é que, neste mesmo período, as lideranças estratégicas da GM perceberam que a tecnologia *flex* poderia, enfim, dar resultados. O projeto *flex* na GM iniciou-se oficialmente por volta de 2001, em paralelo com dois fornecedores (Bosch e Delphi) e envolveu praticamente toda a empresa. O processo de desenvolvimento de produtos da GM, denominado *Global Vehicle Deventração Process* (GVDP), inicia-se com o planejamento mundial de lançamento de veículos, em cada um dos mercados onde a GM opera. O planejamento segue para as filiais que “quebram” o projeto em diversas áreas, mas que interagem constantemente. Uma das primeiras áreas a iniciar o projeto é a área de motores. A GM também possui funcionários, reconhecidos como “referências mundiais” em cada área da engenharia de veículos, que são acionados para a resolução de dúvidas e/ou problemas. A mesma arquitetura empregada na gestão do conhecimento da GM (nível mundial) se aplica a sua cadeia de suprimentos, por meio da estratégia de *global sourcing*, adotada pela companhia. No caso específico do veículo *flex fuel* no Brasil, as discussões iniciaram-se no planejamento de produto, mas se estenderam para departamentos, como engenharia de motores, engenharia de veículo, manufatura, marketing, vendas, serviços (documentação, manuais, treinamento das concessionárias), relações governamentais e qualidade. Há um

processo padrão de desenvolvimento de produtos, que mostra as áreas que devem ser envolvidas, as responsabilidades, aprovações, suporte e informações necessárias.

O tempo entre o início do projeto e o lançamento do primeiro veículo (de 2001 a 2003), justifica-se, na visão do entrevistado, pelo próprio processo de desenvolvimento da solução (calibrações, desenho de componentes etc.), a articulação interna necessária entre todos os departamentos descritos e, também, pelas certificações junto à Cetesb, com relação às emissões. O carro deve passar por testes de emissão rodando à gasolina, álcool e com uma mistura dos dois. Este processo, segundo o entrevistado, leva alguns meses.

Para o lançamento, o motor escolhido foi o 1.8 litros, pois estava disponível na maior parte da linha GM e, por questões mercadológicas, o carro escolhido foi o Corsa. Para o motor e modelo escolhidos, o fornecedor era a Delphi. Porém, o entrevistado enfatiza, quando se inicia um desenvolvimento com um fornecedor, outros também são envolvidos, reduzindo, assim, a dependência da empresa. O entrevistado também esclareceu que os fornecedores conversam uns com os outros e os próprios engenheiros das montadoras migram de uma organização para outra e, desta forma, o conhecimento é difundido. Nas palavras do entrevistado:

“Quando eu começo um projeto com um sistemista, na verdade eu começo com todos. As pessoas se falam. Todos sabem o que cada um está fazendo. A única forma de impedir isso é ter contrato de exclusividade, e o que é muito raro”.

A GM defende a ideia de *co-design* no desenvolvimento do projeto *flex*, pois elaborou alguns algoritmos, para serem incorporados ao software dos fornecedores e participou das calibrações. Coube ao fornecedor desenvolver os componentes, bem como o software.

A comunicação entre as equipes de projeto era feita diariamente, por meio de contatos pessoais, bem como por telefone, e-mail e outras formas de comunicação (ex.: MSN). Atualmente, os fornecedores envolvidos ainda possuem engenheiros de aplicação residentes, que interagem com parte da equipe da GM (hoje composta por 180 engenheiros). A GM também programa com seus fornecedores uma reunião mensal, conhecida como “reunião de coordenação”, onde são repassados todos os pontos do projeto, com ênfase, naturalmente, nas questões que merecem atenção dos gerentes das equipes envolvidas.

Durante o projeto *flex*, a GM não interferiu nos fornecedores da Delphi e Bosch. Ambas são responsáveis por desenvolver e fornecer sistemas completos e respondem pelo seu funcionamento e qualidade.

O plano de longo prazo da GM é internalizar o desenvolvimento do software, por meio da utilização de seus centros de pesquisa nesta área, localizados nos EUA, China e principalmente na Índia. Atualmente, o software ainda é adquirido do fornecedor Bosch ou Delphi, dependendo da plataforma do carro, muito em função do preço, que é mais atrativo, quando comparado em fazê-lo internamente. O entrevistado, em muitos pontos da entrevista, enfatizou o caráter global da indústria automobilística. As montadoras, como os fornecedores de primeiro nível, caracterizados por empresas de atuação global, enxergam os recursos de pesquisa e desenvolvimento em termos globais, tanto de recursos como de custos de pesquisa e desenvolvimento. Mesmo no Brasil, os centros de pesquisa participam de projetos, com aplicações globais com desenvolvimentos que jamais (ou dificilmente) serão vistos no país.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até a década de 1990, a indústria automobilística instalada no Brasil, estava totalmente defasada, em relação ao resto do mundo, tanto em termos de qualidade, como produtividade. O contexto político e econômico do país favoreceu o distanciamento tecnológico da indústria brasileira. O consumidor convivia com modelos antiquados, com longos ciclos de vida. Os modelos nacionais possuíam um ciclo de vida médio de 15 anos, contra quatro anos dos países desenvolvidos. Nesse cenário, os fornecedores eram pouco exigidos, em termos de modernização tecnológica (FERRO, 1992).

Os anos que se seguiram, foram marcados pelo aprofundamento da competição no setor em escala mundial. O Brasil experimentou, neste período, a instalação de novas plantas produtivas, tanto de montadoras já instaladas quanto de novas, assim como empresas do setor de autopeças. Observou-se, também, a expansão e/ou modernização das plantas já existentes.

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.

Os casos apresentados mostram o envolvimento dos fornecedores e sua competência técnica, bem como o processo de convencimento junto às montadoras, para o lançamento de veículos *flex fuel*. O desenvolvimento da mesma solução foi apresentado sob duas óticas distintas: um desenvolvimento *black box* e outro *co-design*. A opção da VW, por um fornecimento *black box*, habilitou a empresa a lançar mais rapidamente um produto com a tecnologia *flex fuel* no mercado. O *co-design*, desenvolvido pela GM, embora com um tempo de desenvolvimento maior, manteve a empresa alinhada em sua intenção de atuação, voltada à internalização de competências ligadas ao desenvolvimento de softwares para motores. A empresa aprendeu a desenvolver a tecnologia, que resultou no lançamento do seu Agile. O veículo, equipado com o sistema bicomustível, teve o algoritmo da ECU desenvolvido pela GM brasileira, em parceria com a matriz americana.

O pioneirismo da VW não apareceu nas entrevistas como um fato relevante, mesmo porque ele não se traduziu em números significativos. Nos últimos anos, a empresa vem experimentando sensível queda em sua participação de mercado. Enquanto a GM praticamente se manteve no mesmo patamar, a partir da abertura do mercado, promovida nos anos 1990, a VW viu sua participação cair pela metade. Em 2004, a GM foi líder de vendas no país. Especificamente no mercado de veículo *flex fuel*, a VW leva ligeira vantagem sobre sua rival.

Se o pioneirismo, porém, não é fato relevante entre as montadoras, para os fornecedores Bosch e Magneti Marelli, alegar ser o primeiro parece ser um poderoso instrumento de marketing. A discussão já rendeu diversas matérias em jornais, revistas de negócios, sites e publicações acadêmicas (SOBRAL *et al.*, 2005). O certo é que, de formas distintas, ambas contribuíram para o desenvolvimento da tecnologia no Brasil.

Dois pontos requerem maior aprofundamento com base nos casos apresentados. O primeiro diz respeito à continuidade da competitividade das montadoras, frente às mudanças na

eletrônica embarcada nos veículos, e a *trade off* resultante. O desenvolvimento tecnológico dos fornecedores poderia impor uma relação, como definida por Fine e Whitney (1996), de dependência por conhecimento. O desenvolvimento conduzido pela VW, em conjunto com a Magneti Marelli, sugere o aumento da probabilidade de ocorrência desta tendência. Embora o estudo de Fixson e Sako (2001) tenha concluído que dificilmente a indústria automobilística enfrente um cenário semelhante ao da indústria de computadores, o que levou a origem do chamado efeito “Intel *inside*” (FINE; WHITNEY 1996), em uma menor escala, com efeitos em longo prazo, a possível dependência, gerada pelo sistema *black box*, poderia reduzir o poder de barganha da montadora e o diferencial competitivo baseado no *design*, pois o mesmo poderia ser compartilhado pelos concorrentes, que contrataram o mesmo fornecedor (CLARK; FUJIMOTO, 1991; TAKEISHI, 2001). A aposta futura da GM, no desenvolvimento da tecnologia embarcada, poderia elevar os custos da empresa e levá-la a um patamar de qualidade inferior, ao oferecido pelos fornecedores instalados no mercado. O segundo ponto que poderia ser investigado em pesquisas futuras está atrelado ao próprio surgimento da tecnologia *flex fuel* no Brasil. Essa linha, entretanto, sugere duas abordagens distintas, uma de cunho mais empírico e a outra mais teórica. A primeira investigaria as motivações para a introdução da tecnologia pelos fornecedores e não, como esperado, pelas montadoras e, a segunda linha, considerando que o *design* dominante emergiu antes do lançamento comercial da solução, questionaria a teoria do desenvolvimento de novos produtos sob a ótica das abordagens de Anderson e Tushman (1990) e Suarez (2004).

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, A. G. *et al.* Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 11, n. 3, 2004.

ANDERSON, P.; TUSHMAN, M. L. Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 4, p. 604-633, 1990.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). [Portal] Disponível em: <[www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br)>. Acesso em: 22 ago. 2010.

BRASIL. Lei 8.723, de 28 de outubro de 1993. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 29 out. 1993 .

BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. Product development: past research, present findings, and future directions. *Academy of Management Review*, v. 20, n. 2, p. 344-378, 1995.

CAPUTO, M.; ZIRPOLI, F. Supplier involvement in automotive component design: outsourcing strategies and supply chain management. *International Journal of Technology Management*, v. 23, n. 1/2/3, p. 129–154, 2002.

CASTRO, A. C.; KOSTER, C. H.; FRANIECK, E. K. Flexible ethanol otto engine management system. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE, 3., São Paulo. *Anais...* São Paulo: SAE, 1994.

CHANARON, J. J. Automobiles: a static technology, a ‘wait-and-see’ industry? *International Journal of Technology Management*, v. 17, n. 7, p. 595-634, 1998.

CLARK, K. B. Project scope and project performance: the effect of parts strategy and supplier involvement on product development. *Management Science*, v. 35, n. 10, p. 1247-1263, 1989.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy, organizations and management in the auto industry*. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. *Managing new product development*. New York: Free Press, 1993.

COLLANTES, G. *Biofuels and the corporate average fuel economy program: the statute, policy issues, and alternatives*. Cambridge, Mass.: Belfer Center for Science and International Affairs, 2008. Discussion Paper 2008-05.

DAHAB, S.S.; MÜLLER, H. Difusão de novos produtos: o caso do carro a álcool no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 14., Brasília. *Anais...* Brasília: ANPEC, 1986.

DUNHAM, F. B. A estruturação do sistema de inovação em álcool combustível como base para o Proálcool. In: WORKSHOP INTERNACIONAL BRASIL-JAPÃO EM BICOMBUSTÍVEL, MEIO AMBIENTE E NOVOS PRODUTOS DA BIOMASSA, 5., Campinas. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2007.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, v. 50, n. 1, p. 25-32, 2007.

FERRO, J. R. A produção enxuta no Brasil. In: WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

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

FIXSON, S.; SAKO, M. Modularity in product architecture: will the auto industry follow the computer industry? *IMVP/MIT*, Working Paper, 2001.

FINE, C. H.; WHITNEY, D. Is the make or buy decision a core competence? *IMVP/MIT*, Working Paper, 1996.

GARCIA, R.; ROSELINO, J. E. Uma avaliação da Lei de Informática e de seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial. *Gest. Prod.*, v. 11, n. 2, p. 177-185, 2004.

GATTI JR., W. Aprendizagem organizacional: o caso Bosch no desenvolvimento da tecnologia bicomcombustível. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 2009, Bauru. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2009.

HENDERSON, R. M.; CLARK, K. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, p. 9-30, 1990.

MARTIN, X.; MITCHELL, W.; SWAMINATHAN, A. Recreating and extending Japanese automobile buyer-supplier links in North America. *Strategic Management Journal*, v. 16, n. 8, p. 589-619, 1995.

MELLO, A. M.; MARX, R. Innovative capacity maintenance by automakers in a product development outsourcing scenario the case of VW in Brazil. *International Journal of Automotive Technology and Management*, v. 7, p. 200-215, 2007.

MELLO, A. M.; VASCONCELLOS, L. H. R.; MARX, R. Estariam as montadoras abrindo mão de suas competências essenciais no desenvolvimento de motores?: um estudo de caso do primeiro veículo nacional bicombustível. In: ENCONTRO DA ANPAD, 29., 2005, Brasília. *Anais...* Brasília: ANPAD, 2005.

NASCIMENTO, P. T. S. *et al.* Competência compartilhada na determinação da trajetória tecnológica do sistema flex-fuel: o caso da Delphi. In: SEMINÁRIO LATINO IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 13., 2009, Cartagena de Índias. *Annales...* Cartagena de Índias, Colômbia: ALTEC, 2009a.

NASCIMENTO, P.T.S. *et al.* Exogenous Factors in the Development of Flexible Fuel Cars as a Local Dominant Technology. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 4, p. 110-119, 2009b.

NICHOLS, R. J. The metanol story: a sustainable fuel for the future. *Journal of Scientific & Industrial Research*, v. 62, p. 97-105, 2003.

PEFLEY, R. K.; PULLMAN, J. B.; SUGA, T. P.; ESPÍNOLA, S. A feedback controlled fuel injection system can accommodate any alcohol-gasoline blend. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ALCOHOL FUELS TECHNOLOGY, 4., Guarujá. *Proceedings...* Guarujá: International Symposium on Alcohol Fuels Technology, 1980.

CONAMA. Resolução n.18, de 6 de maio de 1986. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – PROCONVE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

SALERNO, M.S. *et al.* A nova configuração da cadeia automotiva brasileira. 2002. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/pro/cadeia-automotiva/>>. Acesso em: 17 nov. 2008.

SANTOS, A. M. M. M.; BURITY, P. BNDES: 50 anos: histórias setoriais: o complexo automotivo. 2002. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

SOBRAL, M. C.; NASCIMENTO, P. T. S.; OLIVA, F. L. Gestão de projetos de desenvolvimento de produtos com fornecedores em montadoras de veículos no Brasil. In: ASAMBLEA ANUAL CONSEJO LATINOAMERICANO DE ESCUELAS DE ADMINISTRACIÓN, 38., Lima. *Annales...* Lima: Cladea, 2003.

SOBRAL, M. C. *et al.* Flexfuel technology: a Brazilian innovation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 14., Viena. *Proceedings...* Viena: IAMOT, 2005.

SUAREZ, F. F. Battles for technological dominance: an integrative framework. *Research Policy*, v. 33, p. 271-286, 2004.

- TAKEISHI, A. Bridging inter- and intra-firm boundaries: management of supplier involvement in automobile product development. *Strategic Management Journal*, v. 22, n. 5, p. 403–433, 2001.
- TEIXEIRA, E. C. *O desenvolvimento da tecnologia Flex-fuel no Brasil*. São Paulo: Instituto DNA Brasil, 2005
- VOSS, C.; TSIKRITSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZIRPOLI, F.; CAPUTO, M. The nature of buyer-supplier relationships in *co-design* activities: the Italian auto industry case. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 22, n. 12, p. 1389-1410, 2002.