



Revista Eletrônica de Negócios
Internacionais (Internext)

E-ISSN: 1980-4865

revistainternext@gmail.com

Escola Superior de Propaganda e
Marketing
Brasil

Gatti Junior, Wilian; Franco Paes Leme Barbosa, Ana Paula
A FORMAÇÃO DE CENTROS DE EXCELÊNCIA NAS SUBSIDIÁRIAS DE
SISTEMISTAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DO CONHECIMENTO
ORGANIZACIONAL

Revista Eletrônica de Negócios Internacionais (Internext), vol. 8, núm. 3, septiembre-
diciembre, 2013, pp. 38-62

Escola Superior de Propaganda e Marketing
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=557557881004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



REVISTA ELETRÔNICA DE
NEGÓCIOS INTERNACIONAIS
v.8, n.3, Art.3, p.38-62, 2013
<http://internext.espm.br>
ISSN 1980-4865

Artigo

A FORMAÇÃO DE CENTROS DE EXCELÊNCIA NAS SUBSIDIÁRIAS DE SISTEMISTAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DO CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL

*Wiliam Gatti Junior*¹

*Ana Paula Franco Paes Leme Barbosa*²

Resumo: No Brasil, o veículo *flex fuel* protagonizou uma alteração no papel das subsidiárias de sistemistas que não só desenvolveram a nova tecnologia, como se tornaram centros de excelência para aplicações envolvendo combustíveis alternativos. Muitas pesquisas estudaram os mecanismos que levam a constituição desses centros em países emergentes, com foco no papel da matriz ou nas condições dos países que hospedam a subsidiária. Este artigo se propôs a identificar a criação do conhecimento organizacional que habilitaram subsidiárias a se tornar centros de excelência. Para isso, foi adotada uma abordagem de múltiplos estudos de caso com as três empresas pioneiras no desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* no Brasil: Bosch, Delphi e Magneti Marelli. A pesquisa constatou que o conhecimento organizacional foi construído a partir de duas fontes (interna e externa) com evidências nos modos de conversão do conhecimento propostos no modelo SECI: o conhecimento explícito, divulgado nos registros da companhia, relatórios de desenvolvimento, banco de dados, *inputs* do mercado e a relação com as matrizes e montadoras (externalização e combinação) e pelo conhecimento tácito com o estudo de soluções técnicas (internalização) e com a troca de experiências entre diferentes gerações de engenheiros (socialização).

Palavras-chave: centros de excelência; conhecimento organizacional; combustíveis alternativos

¹ Doutorando em Administração de Empresas pela FEAC/USP. Professor da Universidade Anhembi Morumbi. E-mail: gatti.wilian@gmail.com

² Mestre em Administração de Empresas FEAC-USP. Professora da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado - FECAP. E-mail: afleme@gmail.com

Introdução

A manutenção da competitividade de uma empresa passa por sua capacidade de converter a necessidade e a preferência dos consumidores em novos produtos e serviços. O aumento da competição global, verificado nas últimas duas décadas, trouxe para as empresas multinacionais ainda mais complexidade a essa atividade e duas tendências relacionadas à pesquisa e desenvolvimento (P&D) puderam ser verificadas (DIAS; SALERNO, 2009). A primeira caracterizou-se pela (re)centralização de tais atividades nas matrizes ou centros de pesquisa localizados em países desenvolvidos. A segunda seguiu em sentido oposto, as atividades de inovação foram transferidas para algumas subsidiárias, com a formação de uma rede em que se combinam as competências apresentadas por cada uma das unidades.

Segundo Dias e Salerno (2009) a literatura descreve dois motivos fundamentais para que as atividades de inovação sejam descentralizadas em direção às subsidiárias: (1) as atividades de P&D próximas ao mercado das subsidiárias possibilitariam a ampliação da participação nestes mercados mediante um melhor atendimento às preferências locais; (2) as empresas inaugurariam centros de inovação em suas subsidiárias para ter acesso a um conhecimento não disponível no centro de desenvolvimento principal.

No caso específico do Brasil, a tendência verificada é a consolidação de competências locais para adaptar produtos ao mercado local e regional (por exemplo, o Mercosul) e/ou a participação de projetos mundiais, em que se assume a responsabilidade por etapas do desenvolvimento ou do fornecimento global do produto, em razão da capacidade de manufatura local (ROZENFELD *et al.*, 2006). Em resumo, embora as subsidiárias brasileiras tenham reunido certa competência e experiência em atividades de inovação, as matrizes ainda concentram o conhecimento e a tecnologia nas atividades de P&D (CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2007).

Alguns setores industriais brasileiros se esforçam para alterar essa tendência e, entre eles, o automobilístico apresenta casos interessantes. Cerra, Maia e Alves Filho (2007) relatam lançamentos de sucesso como o EcoSport da Ford, o Celta e a Meriva da General Motors (GM), o Fox da Volkswagen (VW) e o Palio (parcialmente desenvolvido no país) da Fiat, mas foi com o desenvolvimento do veículo *flex fuel* ou bicomcombustível (capaz de funcionar com álcool, gasolina ou qualquer mistura entre ambos) que as subsidiárias brasileiras ganharam destaque. Diferentemente de outros desenvolvimentos de sucesso, esse projeto não foi liderado pelas montadoras, mas por uma nova e emergente base de fornecedores conhecida como sistemistas. Os sistemistas, constituídos a partir da experiência japonesa de hierarquização de fornecedores (LAMMING, 1993), são empresas que respondem pelo fornecimento de módulos ou sistemas completos às montadoras, gerenciando para isso sua própria rede de fornecedores (TOLEDO *et al.*, 2008). As montadoras passaram, então, a concentrar suas competências na integração desses sistemas.

O desenvolvimento do sistema *flex*, a despeito de seu sucesso comercial, foi muito significativo para a indústria automobilística brasileira por ser a experiência, talvez pioneira, que subsidiárias de sistemistas instaladas no país tiveram ao integrarem competências direcionadas a um desenvolvimento de elevado grau de complexidade, o que não representava simplesmente a adaptação de um projeto existente. O resultado dessa inovação levou essas subsidiárias a serem consideradas centros de excelência para combustíveis alternativos.

Diversos trabalhos se ocuparam em entender a constituição desses centros (ex.: BIRKINSHAW; HOOD, 1998; FROST, BIRKINSHAW; ENSIGN, 2002), inclusive investigando subsidiárias estrangeiras no Brasil (AMATUCCI; BERNARDES, 2007 e 2009; CONSONI; CARVALHO, 2002; OLIVEIRA JUNIOR; BOEHE; BORINI, 2009;

ZOROVICH, 2012), mas sem um foco muito claro sobre a formação do conhecimento na subsidiária. Surgiu assim a oportunidade explorada nesse artigo, de discutir como esses sistemistas construíram o conhecimento organizacional, para se tornarem centros de referência em P&D para combustíveis alternativos. Para perseguir este objetivo, foram analisados os projetos de desenvolvimento do sistema *flex fuel* conduzidos pelos três sistemistas instalados no Brasil e que se tornaram centros de referência: Magneti Marelli (MM), Bosch e Delphi.

Este artigo se estrutura da seguinte forma: após essa introdução, a seção seguinte se divide em duas partes. A primeira se dedica a revisar os estudos que descrevem o papel das subsidiárias até sua formação como centros de excelência e a segunda, o conceito de conhecimento organizacional. A terceira seção apresenta a metodologia empregada por essa pesquisa. A quarta seção descreve a formação dos centros de excelência nas empresas estudadas caracterizando os antecedentes do desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*, em seguida o desenvolvimento da tecnologia nas subsidiárias brasileiras e por fim a construção do conhecimento que culminou com a formação dos centros de excelência. A quinta seção discute os resultados da pesquisa e a sexta e última seção apresenta as considerações finais delineando pesquisas futuras e as limitações desse estudo.

Revisão da literatura

O papel das subsidiárias

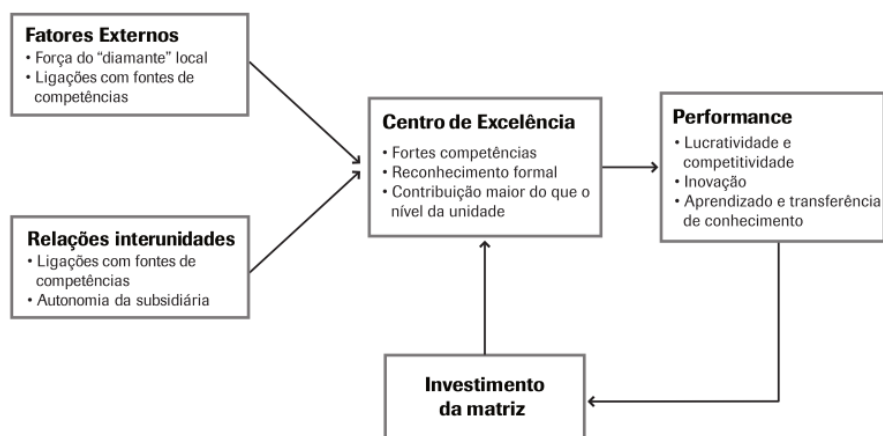
Nos estudos relacionados à gestão das subsidiárias, quatro grandes linhas de pesquisa se destacam (BORINI; FLEURY; FLEURY, 2011). A primeira linha apresenta um modelo conceitual a respeito da evolução das subsidiárias, sendo essa evolução apontada como resultante de uma extensão da sua competência e de seu papel, e esse movimento é resultado de ações da subsidiária e da matriz (BIRKINSHAW; HOOD, 1998). Uma segunda linha se preocupa em olhar a rede interna da multinacional (BJORKMAN; FORSGREN, 2000) e sua ligação com a rede externa (ANDERSSON; FORSGREN; HOLM, 2002). A terceira linha discute a respeito do reconhecimento da subsidiária pela matriz e o quanto ela pode ser importante para a matriz para alavancar uma vantagem competitiva global da companhia (TAGGART, 2007). Por fim, a quarta e última linha (onde se insere o presente artigo) apresenta um conceito mais estruturado a respeito de centros de excelência e discute a formação destes nas subsidiárias (FROST; BIRKINSHAW; ENSIGN, 2002). O conceito de Centros de Excelência apresentado por Frost, Birkinshaw e Ensign (2002) e que se utiliza nesse trabalho, apresenta dois fatores-chave: reconhecimento da matriz e contribuição superior ao âmbito local.

“Unidade organizacional que envolve um conjunto de competências que foram explicitamente reconhecidas pela empresa como uma importante fonte de criação de valor com a intenção que essas competências sejam disseminadas para outras partes da empresa” (FROST; BIRKINSHAW; ENSIGN, 2002, p. 997).

O conceito de competência está ligado a verbos como saber, agir, mobilizar recursos, integrar saberes múltiplos e complexos, saber aprender, saber engajar-se, assumir responsabilidades, ter visão estratégica agregando por um lado valor a organização e por outro valor social ao indivíduo (FLEURY; FLEURY, 2001). Para Fleury e Fleury (2001) conhecimento e *know how* não se transformam em competência quando não comunicados e utilizados. Assume-se então aqui a premissa, que em um Centro de Excelência, o conhecimento é utilizado (na forma de produtos e projetos) e, portanto é fator constituinte de competência.

Frost, Birkinshaw e Ensign (2002) apresentam em seu trabalho um modelo conceitual, também reproduzido por Amatucci e Bernardes (2009), para a formação de centros de excelência em subsidiárias de empresas multinacionais e destacam fatores externos, fatores interunidades e investimento da matriz como fatores que levam à formação dos centros de excelência (figura 1). A partir do modelo conceitual, desenvolveram uma pesquisa empírica com 99 companhias (questionários válidos) e, baseados em seus resultados, argumentam que um centro de excelência pode ser visto como o resultado da combinação de fatores internos a multinacional (interunidades e matriz) e externos sendo os mais importantes o investimento da matriz e a interface com as fontes de competências. O grau de importância da fonte de competência, se externa ou interna, pode variar dependendo da área funcional da subsidiária, sendo que as fontes interunidades tem maior relevância nas subsidiárias com foco em manufatura e aquelas fontes externas tem maior valor para as subsidiárias atuantes em P&D.

Figura 1: Modelo conceitual de formação de centros de excelência em empresas multinacionais



Fonte: Frost, Birkinshaw e Ensign (2002) e Amatucci e Bernardes (2009).

A discussão a respeito da influência do contexto no comportamento e desempenho das empresas é amplamente abordada na literatura de estratégia e teoria das organizações (ALMEIDA; PHENE, 2004). As subsidiárias de multinacionais possuem a vantagem de estarem ligadas a diferentes contextos e poderem assim acessar conhecimento no país em que está instalada (fatores externos), e através dessa rede formada pelas demais unidades e pela matriz (fatores internos).

Diferentemente da visão inicial, de que o conhecimento era gerado na matriz e posteriormente transferido, as pesquisas em multinacionais demonstraram uma evolução dessa percepção com apresentação de novos conceitos. Um deles é o apresentado por Moore e Birkinshaw (1998), que caracteriza o desenvolvimento do conhecimento no contexto das organizações multinacionais em quatro tipos. No primeiro, o conhecimento migra da matriz para as subsidiárias (*center-driven*), no segundo, as subsidiárias criam o conhecimento a partir das necessidades do mercado onde estão operando (*country-focused*), no terceiro o conhecimento flui por meio de uma rede informal interunidades (*informal network*) e no quarto modelo, uma unidade (diferente da matriz) que apresenta um destacado conjunto de conhecimentos, passa a produzi-lo internamente e depois replicá-lo em outras unidades, incluindo a matriz (*centers of excellence*). Esse "estágio evolutivo", porém para alguns autores não seria o último. Na visão de Amatucci e Bernardes (2007), um "quinto passo" poderia ser incluído a essa caracterização proposta por Moore e Birkinshaw

(1998). Nesse “quinto passo” a subsidiária concentraria competências ligadas a design e projetos para determinadas linhas de produtos que são ofertados em múltiplos mercados. A manufatura seria então deslocada para outros países que concentram competências ou vantagens (ex.: custos menores) nessa área. Embora essa visão possa contribuir para uma nova caracterização de subsidiária, o “quinto passo” proposto por Amatucci e Bernardes (2007), embute em sua estrutura o conhecimento organizacional como fonte de vantagem para a subsidiária, pois se pode especular que competências ligadas a atividades como design e projeto são resultados do acúmulo de conhecimento da subsidiária nessas áreas.

Caracteriza-se desse modo, o centro de excelência como a unidade detentora de competências que são construídas pelo o conhecimento gerado/integrado pela unidade e que depois são disseminados na organização. Para a compreensão desse fenômeno com mais detalhes, a próxima seção se dedica a discutir a natureza do conhecimento e de sua criação no contexto organizacional.

Conhecimento organizacional

Para os objetivos propostos neste artigo assume-se que o conhecimento é o resultado de um processo de aprendizagem (FLEURY; OLIVEIRA JR, 2001) podendo ser classificado a partir de duas dimensões: a ontológica e a epistemológica (NONAKA; TAKEUCHI, 2008).

A dimensão ontológica do conhecimento define os diferentes níveis onde o conhecimento se manifesta. Não há dúvida que novos conhecimentos se originam nas pessoas (NONAKA, 1991), mas embora as pessoas entrem e saiam das empresas, não necessariamente o que elas aprendem é levado (DAFT; WEICK, 1984). Parte desse aprendizado fica impregnado e incorporado aos sistemas físicos da organização como banco de dados, máquinas, sistemas, estruturas, estratégias, rotinas e práticas organizacionais (CROSSAN; LANE; WHITE, 1999; LEONARD-BARTON, 1998). Assim, o conhecimento originado no indivíduo é difundido para o grupo e depois para a organização.

A dimensão epistemológica contém uma das mais populares classificações do conhecimento (NAKANO; FLEURY, 2005) construída a partir do trabalho de Polanyi (1966 *apud* NONAKA; TAKEUCHI, 2008) que separa o conhecimento em duas entidades complementares que se relacionam: tácito e explícito.

O conhecimento tácito é o conhecimento subjetivo, possui uma dimensão cognitiva que consiste em modelos mentais, crenças, perspectivas, que de tão internalizadas, passam a ser percebidas como naturais (NONAKA, 1991). Esse conhecimento é construído pela experiência, pertence ao indivíduo e não está registrado e por esse motivo não é divulgado de modo sistematizado e é difícil articulação em palavras (LYNN; AKGÜN, 2000). Von Krogh, Ichijo e Nonaka (2001) destacam a importância do conhecimento tácito no processo de inovação, alertando, porém que com relativa frequência ele é subutilizada pelas empresas.

O conhecimento explícito é o conhecimento materializado, isto é, registrado em manuais, vídeos, gravações, etc., podendo, desse modo, ser compartilhado com relativa facilidade. É representado por objetivos, regras, sentimentos e palavras (LYNN; AKGÜN, 2000).

O entendimento do conhecimento como tácito e explícito entre os diversos níveis organizacionais, encontrou respaldo em autores como Crossan, Lane e White (1999), Hedlund (1994) e Nonaka e Takeuchi (2008). Para eles, o conhecimento é criado pela contínua transformação entre esse dois tipos de conhecimentos, partindo do indivíduo,

percorrendo os grupos de trabalho até atingir a organização. Para Nonaka e Takeuchi (2008) a troca entre os conhecimentos se dá por meio de quatro dimensões (socialização, externalização, combinação e internalização – SECI).

Para Silva (2002) a socialização ocorre com frequente diálogo, conversas livres e comunicação pessoal (face-a-face). Também são utilizadas ações como *brainstorms*, *insights*, relações do tipo mestre e aprendiz envolvendo observação, imitação e prática, compartilhamento de experiências, observações, modelos via trabalho em equipe.

A externalização surge com a utilização da linguagem figurada convertendo conceitos subjetivos em representações simbólicas com a utilização de metáforas, analogias, deduções e induções. Relatos orais e filmes, além da descrição do conhecimento tácito em planilhas, textos, imagens, figuras, etc. A produção de livros, relatórios e portais na internet são estratégias para essa conversão do conhecimento.

A combinação ocorre com o agrupamento e processamento de diferentes conhecimentos explícitos. A tecnologia da informação é muito empregada nesse processo com o uso/criação de banco de dados, redes como intranet e *softwares* como CRM (*customer relationship management*). Outros mecanismos empregados são a padronização por meio de documentos, conversas telefônicas, reuniões e educação (formais), troca de relatórios e documentos.

Já a internalização acontece quando indivíduos se dedicam à leitura, estudo e a reinterpretação e re-experimentação de vivências e práticas (*learning by doing*), além de experiências com simulações, jogos e representações de papéis.

Como se observou, o processo de criação de conhecimento, em uma companhia multinacional, era identificado como um processo linear, definido como transferência de tecnologia, quando o conhecimento era gerado pela matriz (transmissor) e depois difundido para as subsidiárias (receptor) ao redor do mundo na forma de novos produtos e processos (LEONARD-BARTON, 1998). Com a emergente importância do conhecimento e da globalização, a aprendizagem organizacional, nesse contexto, passou a ser abordada de modo mais holístico resultante em diferentes formas de como o conhecimento era gerado e distribuído entre as unidades e a matriz (MOORE; BIRKINSHAW, 1998). O aprendizado resulta de diferentes fluxos de conhecimento originados na rede da organização (matriz e demais subsidiárias) e nas parcerias acertadas (clientes, fornecedores, universidades, etc.) no país receptor (ALMEIDA; PHENE, 2004) influenciado por diversos fatores como, por exemplo, culturais, econômicos e governamentais (DUNNING, 1994). Tem-se, portanto caracterizado o papel dos fatores externos e internos para a constituição do centro de excelência e a importância das fontes de competência/conhecimento (FROST; BIRKINSHAW; ENSIGN, 2002).

As próximas seções se dedicam a delinear a pesquisa que investiga esses fatores (formação de centros de excelência e conhecimento organizacional) onde se pretende demonstrar a criação do conhecimento em centros de excelência no Brasil, constituídos a partir do desenvolvimento do sistema *flex fuel*.

Metodologia

Este trabalho foi construído com base em duas fontes. A primeira foi constituída por uma ampla pesquisa exploratória que possibilitou o entendimento de grande parte do contexto político, tecnológico e institucional que envolveu o lançamento do primeiro carro bicomcombustível do país. A pesquisa teve início em agosto de 2008 e prosseguiu até março de 2009 e envolveu, ao todo, 16 pesquisadores. A investigação percorreu a literatura sobre o

tema e reuniu mais de 25 horas de depoimentos de executivos ligados a três fornecedores (Bosch, Delphi e MM), duas montadoras (GM e VW) e entidades de classe envolvidas (União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) e Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA)) traçando um amplo panorama sobre os motivadores e a trajetória de desenvolvimento do sistema *flex*.

A segunda é formada pelos três estudos de caso pesquisados para este artigo, que apresentam a evolução do desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* nas três empresas que se dedicaram ao desenvolvimento da solução no país: Bosch, Delphi e MM. Para controle foram entrevistadas três montadoras: VW, GM e Ford. A estratégia de múltiplos casos foi escolhida, pois as comparações entre os diferentes projetos possibilitariam construir uma base mais sólida para as evidências coletadas (YIN, 2005).

Antes dos contatos para agendamento das entrevistas, cada uma das empresas recebeu uma carta descrevendo os objetivos da pesquisa, como modo de reafirmar o compromisso com resultados de qualidade e criar um vínculo de confiança com o entrevistado (FIGUEIREDO, 2003). As entrevistas foram então agendadas por telefone e/ou e-mail.

Devido à dificuldade em obter autorização para a gravação das entrevistas, optou-se por transcrevê-las em blocos de papel. A estratégia básica para a realização das entrevistas foi inspirada em Figueiredo (2003), isto é, foram conduzidas de modo informal como uma conversa estruturada. As anotações com os registros das entrevistas foram transformadas em um texto (arquivo eletrônico) que foi submetido aos informantes por e-mail no prazo máximo de 72h (a maior parte em 24h) para revisão e autorização do que poderia ou não ser divulgado.

Nas entrevistas realizadas com as montadoras não se utilizou nenhum questionário estruturado. Os dados coletados serviram para a triangulação das informações levantadas posteriormente nas unidades de análise. Considerou-se como unidade de análise, o projeto de desenvolvimento dos sistemas *flex fuel* na Bosch, Delphi e MM.

Nas empresas pesquisadas foram utilizadas entrevistas semiestruturadas e fontes secundárias (artigos acadêmicos e matérias publicadas em revistas de negócio e especializadas em automóveis). Além das entrevistas realizadas (quadro 1), dezenas de telefonemas rápidos e e-mails foram utilizados para a resolução de dúvidas e/ou busca de novas informações. Os dados coletados durante a pesquisa exploratória de 2008/2009 também foram utilizados.

Quadro 1 - Relação das entrevistas

Data	Empresa	Duração da Entrevista	Posição do Entrevistado
28/04/10	General Motors	1h	Gerente de Engenharia de Produto
28/04/10	Volkswagen	1h30	Gerente de Engenharia
03/05/10	Bosch	1h30	Gerentes de Engenharia (3)
18/05/10	Ford	1h	Supervisor de Engenharia Avançada
31/05/10	Magneti Marelli	1h30	Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento
29/06/10	Delphi	1h (por telefone)	Supervisor de Engenharia
14/07/10	Bosch	0h45 (por telefone)	Gerente de Engenharia
26/08/10	Bosch	1h30	Gerente de Engenharia
03/09/10	Magneti Marelli	1h	Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento
20/10/10	Delphi	1h (por telefone)	Supervisor de Engenharia

Fonte: Autores

A análise dos dados envolveu o exame, categorização, classificação de dados em tabelas e a recombinação das evidências (YIN, 2005). Primeiro as entrevistas foram reconstruídas em formato de narrativa considerando as evidências que tiveram estreita ligação com os objetivos e constructos da pesquisa (MIGUEL, 2007). Depois, foi feita a análise individual dos casos, onde de posse da narrativa teve início a codificação dos dados com base nos constructos principais do trabalho. Em seguida, houve um refinamento desta codificação, quando o conteúdo de cada categoria foi confrontado com citações extraídas da literatura. A narrativa de cada uma das fontes de coleta de dados forneceu as evidências associadas com a formação dos centros de excelência. O resultado desta fase foi exibido em quadros demonstrativos capazes de representar de maneira sistemática e visual, as informações e dados coletados (MIGUEL, 2007). Por fim, procedeu-se a análise comparativa dos casos com o objetivo de encontrar pontos em comum e diferenças que pudessem ser observadas (EISENHARDT, 1989).

A formação dos centros de excelência

Antecedentes

Na fase que antecede o desenvolvimento do sistema bicomcombustível, as três empresas estudadas apresentaram trajetórias distintas quanto à constituição de sua infraestrutura. A Bosch começou um pouco antes das demais (meados dos anos 1980), se estruturando a partir da ajuda de engenheiros da matriz que vieram trabalhar no Brasil e trouxeram o *know-how* em injeção eletrônica que havia sido desenvolvida pela empresa na Europa e EUA. Junto com isso, a empresa construiu e inaugurou laboratórios e contratou engenheiros que posteriormente seriam enviados à Alemanha para treinamento. O resultado do esforço para estruturar a área de P&D foi o lançamento da primeira injeção eletrônica, em sua versão analógica *multi point*, no final dos anos 1980, motivada, sobretudo, pela introdução em 1986 do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), que passou a regular os limites de emissões de poluentes de origem veicular.

No início da década de 1990 foi a vez da MM, ligada a Fiat, fazer seus primeiros movimentos. Com a aquisição mundial dos tradicionais fabricantes de carburadores Solex e Weber e de uma empresa que desenvolvia sistemas aplicados a motores, a ABC Autronica, todos com filiais no Brasil, a empresa formou seu time de P&D. Embora a MM também contasse com o apoio e a experiência de desenvolvimentos na Europa, inclusive técnicos vieram trabalhar no Brasil, o período que antecede o desenvolvimento do seu sistema *flex* pode ter sido conturbado, devido aos processos de fusões e aquisições, que reconhecidamente, são difíceis de serem gerenciados.

Já Delphi se organizava a partir da GM, de quem era uma divisão de negócios. Sofria, com isso, da dependência da montadora e com a centralização da matriz americana, além da falta de uma estrutura para P&D no Brasil. Em 1999, porém a empresa se desvinculou da GM e inaugurou seu centro tecnológico (CT) para apoiar suas atividades de desenvolvimento de novos produtos.

Embora a formação da infraestrutura (mesmo construída de maneira diversa) tenha alcançado seu objetivo de suporte à P&D, o caso da Bosch é mais significativo para ilustrar a formação de mão de obra qualificada. A MM e a Delphi optaram pela contratação de pessoal mais experiente do mercado. A MM, por meio da aquisição de empresas e a Delphi, recrutando dos concorrentes. Inversamente, a Bosch apostou em profissionais mais jovens e com pouca ou nenhuma experiência prévia. Recrutados principalmente da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), esses engenheiros, após dois ou três anos, estavam prontos para serem enviados para a Alemanha. Este intercâmbio, que durou aproximadamente seis anos, propiciou a multiplicação de mão de obra especializada.

Atualmente, esses engenheiros com experiência internacional, ocupam posições gerenciais na filial brasileira e são requisitados para projetos em outras unidades como Coréia e Japão.

O desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*: as fontes do conhecimento

A tecnologia bicomcombustível funciona com base no monitoramento eletrônico constante de diversas variáveis do motor como ar, combustível, temperatura e centelha, que são processadas por um computador central (ECU - *Electronic Control Unit*) equipado com um *software* específico, que comanda o funcionamento do motor para cada condição de uso. Esse *software* tem suas origens no desenvolvimento da injeção eletrônica para veículos a gasolina e álcool.

A ideia de um veículo que pudesse ser abastecido por outro combustível, além da gasolina, não é recente. As crises do Petróleo de 1973 e 1979 alertaram governos de todo o mundo quanto à necessidade de reduzirem a sua dependência com relação a essa fonte de energia. No Brasil, os estudos nesse sentido evoluíram para a criação do Programa Nacional do Álcool (PNA) ou Proálcool, em 1975, e culminaram com o desenvolvimento do carro movido 100% por etanol (E100) em 1979.

O conceito de um veículo *flex fuel* brasileiro nasceu na Bosch em 1992. O projeto desde o seu início contou com a aprovação da diretoria, mesmo não havendo montadoras interessadas em desenvolvê-lo. Os concorrentes da MM e Delphi começaram seus projetos no final da década de 1990 de modo informal, isto é sem aprovação da companhia. Apenas com os contratados das montadoras (VW e GM respectivamente) é que ambas formalizaram seus projetos (2002). Especula-se que a formalização desses projetos tenha sido acelerada pelo anúncio da Ford, em maio de 2002, de um Fiesta equipado com a tecnologia *flex fuel*. O veículo não entrou em produção, mas acelerou a corrida para o lançamento de motores bicomcombustíveis. 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 *flex fuel*. Paralelamente, as negociações entre as montadoras e o governo federal evoluíram no sentido de ampliar a extensão dos benefícios fiscais do carro a álcool para os carros *flex*, até que um acordo foi finalmente concluído, com a redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) para veículos equipados com essa tecnologia.

A MM foi a primeira a lançar seu sistema (SFS® - *Software Flexfuel Sensor*) em um Gol da VW em março de 2003. Em seguida, foi a vez da Delphi equipar um Corsa 1.8 litros da GM em junho de 2003. Ironicamente, a pioneira Bosch foi a última a ter seu sistema lançado, isto ocorreu em setembro de 2003 em um Polo da VW.

Embora ocorresse em momentos distintos, a ideia do veículo bicomcombustível, dentro das empresas pesquisadas, se fundamentou nos mesmos conceitos técnicos: o carro a álcool, a injeção eletrônica e a tecnologia americana para os *flexfuel vehicles* (FFV) desenvolvida pela Ford em 1982 (NICHOLS, 2003). Além dos conceitos técnicos serem os mesmos, as ideias emergiram a partir de sinalizações negativas do mercado com relação ao álcool combustível. A Bosch, por exemplo, visualizou a possibilidade desse novo desenvolvimento, após perder um contrato na Autolatina envolvendo aplicações para motores a álcool.

A dificuldade inicial do sistema bicomcombustível era a viabilidade de se misturar o álcool hidratado, anidro e gasolina. A Bosch, a primeira a se deparar com o problema, foi buscar a resposta na pesquisa e em estudos sobre a miscibilidade destes combustíveis:

A mistura de álcool etílico hidratado (4% de água), álcool anidro e gasolina era, entretanto, desacreditada, mas a partir de um estudo publicado pelo físico, matemático e químico Josiah W. Gibbs, a equipe da Bosch mostrou a viabilidade da mistura, graças à miscibilidade de álcool etílico, gasolina e água em temperaturas superiores a -12°C (BOSCH).

A Delphi absorveu este *know how* com a contratação de ex-funcionários dos concorrentes, mas destaca que a ideia também teve respaldo na literatura técnica:

Neste sentido, foi consultada a norma da *American Society for Testing and Material* (ASTM D 6422-99) – *Standard Test Method for Water Tolerance (Phase Separation) of Gasoline-Alcohol Blends* – que apresenta um diagrama ternário de Gibbs para misturas gasolina, água e etanol (DELPHI).

A MM não frisou a pesquisa teórica para justificar a mistura dos combustíveis, preferiu reforçar seu lado prático para a resolução de problemas que passou pelo teste de diferentes misturas para verificar a viabilidade da ideia, embora uma norma e um artigo técnico (BORTOLOZZO; ALARCÓN; NETO, 1993) já a demonstrasse:

A solução foi testar diversas quantidades até se encontrar a ideal. A mesma metodologia foi empregada para verificar a viabilidade técnica da mistura álcool (hidratado e anidro) e gasolina que foi obtido pela análise empírica promovida nos protótipos (improvisados) construídos, além dos testes conduzidos com um motor no dinamômetro de bancada (MM).

A participação das matrizes foi apontada por todos como relevante, porém não decisiva para o desenvolvimento da solução como ilustra a MM:

[...] e alguns poucos contatos com especialistas da matriz, que resultaram mais em sugestões do que soluções para os problemas (MM).

Na ocasião, a grande fonte de conhecimento estava centralizada nas matrizes, exceto pelo *know how* adquirido pela engenharia brasileira com o álcool. A experiência com a injeção eletrônica, a construção de algoritmos e principalmente o contato com a solução FFV desenvolvida para o mercado norte-americano fizeram os engenheiros brasileiros consultarem seus pares na Alemanha, Itália e EUA para desenvolver a solução aqui no país, como demonstrado pelo exemplo da Bosch:

A reunião de *kick-off* do projeto ocorreu na matriz e contou com a participação dos engenheiros que desenvolveram a solução para a BMW, entretanto, na avaliação da equipe brasileira, o conhecimento disponível na matriz sobre o tema, era ainda superficial e que muita coisa precisaria ser desenvolvida para viabilizar o sistema *flex fuel* brasileiro (BOSCH).

...[em 2000] a equipe do desenvolvimento do Ômega, em conjunto com técnicos da Alemanha, retomou o projeto e passou a trabalhar em um novo sistema (BOSCH).

O *know how* brasileiro com álcool combustível envolvia os componentes utilizados no motor e mais tarde, desenvolvimento e calibração de sistemas de injeção eletrônica. Diferentemente dos países que sediavam as matrizes, a composição e a qualidade do combustível no Brasil variava muito de uma região para outra, agravando-se com as adulterações. Estas constatações forçaram os sistemistas a criarem mecanismos de controle nos algoritmos da ECU, para ajustar o motor, que mais tarde, aperfeiçoados, se converterem nos algoritmos do sistema bicomcombustível.

Os engenheiros começaram pelo estudo comparativo entre as características da injeção para álcool e gasolina, identificando os pontos em comum e as diferenças que poderiam ser superadas e/ou complementadas. Esse estudo envolveu a busca de soluções específicas junto a engenheiros da matriz com competências desenvolvidas para alguns componentes (BOSCH).

A análise do algoritmo do motor *flex* integrou o conhecimento dos sistemas utilizados nos motores a álcool e gasolina adicionando a parte de reconhecimento do combustível e a ponderação entre os dois (percentuais de álcool e gasolina) (MM).

Talvez, o grande mérito do desenvolvimento do sistema *flex fuel* seja exatamente esse. A matriz foi “mais uma” das fontes de conhecimento disponíveis utilizada pelos três sistemistas brasileiros. Não houve relação de dependência. O sucesso do projeto reside na capacidade demonstrada pelos sistemistas de integrar diversas fontes de conhecimento, para formatar o conceito básico e adicionar algo novo ao sistema, para que ele funcionasse nas condições de uso locais.

O primeiro fator preponderante que distingue as empresas é o grau de formalização do projeto. A formalização diz respeito à aprovação do projeto pela diretoria e principalmente, a alocação de recursos como pessoas e principalmente dinheiro para financiá-lo. Apenas a Bosch teve seu projeto formalizado desde o início, o que a permitiu ter mais recursos. Foram oito os engenheiros destacados em seu projeto (o dobro das demais empresas pesquisadas), embora, em todas as empresas pesquisadas constatarem-se a presença de uma geração de engenheiros que vivenciou a transição dos carburadores para a injeção eletrônica, como exemplificado pela MM:

A equipe foi formada com quatro pessoas entre dois a vinte anos de experiência com formação em engenharia mecânica e eletrônica. Não havia propriamente uma área de P&D, mas a equipe contava com conhecimentos na área de hardware, software, sistemas, calibração e construção de algoritmos (MM).

A formalização do projeto da Bosch também possibilitou à empresa comprar um veículo de testes, o GM Ômega, e extrair dessa experiência uma série de informações. Esse protótipo permitiu, entre outras coisas, testar duas soluções para a tecnologia (sensor capacitivo e sonda lambda) e examinar em detalhes os diversos componentes do motor, após longa quilometragem de uso. Entre os resultados colhidos dessa experiência está o desenvolvimento da bomba de combustível, hoje empregada nos carros *flex fuel*.

O grande laboratório da empresa foi o protótipo *flex fuel* utilizando o Ômega. O carro equipado com uma ECU e algoritmo para ajuste do motor (conforme o tipo de combustível) e um sensor capacitivo (que fazia o reconhecimento do combustível) incorporava como backup o sensor de oxigênio (sonda lambda). Os primeiros resultados foram publicados em 1994 (BOSCH).

A possibilidade de construir um protótipo e testá-lo por um longo período de tempo, permitiu a Bosch alcançar níveis de diferenciação no aprendizado do projeto, levando-a a propor uma solução técnica robusta para o sistema *flex fuel*: a identificação do combustível antes da alimentação do motor, por meio de um sensor capacitivo e um sistema de *backup*, constituído pela sonda lambda localizada no escapamento. Este cuidado na construção de sua solução revelou-se, no entanto o ponto fraco da empresa. Sua proposta, centrada na utilização do sensor capacitivo e defendida em suas interações com o mercado, possibilitou a ascensão dos concorrentes que adquiriram competências no desenvolvimento do *software*, oferecendo assim a tecnologia a um menor custo, apenas com a sonda lambda. As condições do mercado nacional caracterizado pela falta de rigidez com relação aos limites

de emissões de poluentes e sensibilidade ao preço fizeram a alternativa inferior tecnicamente emergir como design dominante (ANDERSON; TUSHMAN, 1990). Especula-se que esse seja a razão para a Bosch, pioneira no desenvolvimento da tecnologia, ser a última a lançá-la.

O fator cultural, relacionado com a disposição da organização em investir em P&D, pesou na avaliação da viabilidade comercial do sistema *flex fuel*. Enquanto MM e Delphi só formalizaram seu projeto após os contratos de VW e GM, respectivamente, na Bosch não houve esta preocupação. O projeto integrou os chamados “projetos plataforma” e deste modo, as pesquisas puderam seguir sem a necessidade de um programa negociado com alguma montadora para financiá-lo. Embora possa se argumentar que a capacidade de investimento é definida, principalmente, pelos números da empresa no país (a Bosch apresenta o maior faturamento), não restam dúvidas, que uma cultura voltada para a inovação, direciona expressivas parcelas de recursos para esta atividade. Fica também evidente, pelo número de patentes registradas, que a Bosch exibe uma atividade de inovação superior ao dos concorrentes.

Sem um cliente interessado na tecnologia *flex fuel*, MM e Delphi iniciaram de modo informal seus projetos, dependentes, deste modo, da dedicação dos engenheiros em viabilizar a solução. Esta prática reduziu a possibilidade de amplos testes e estudos, como a construção de protótipos em uma escala maior, restringindo a busca por melhores soluções técnicas para os problemas enfrentados. Após a conquista dos primeiros clientes, a situação se alterou, o projeto foi formalizado, recebeu recursos e avançou rapidamente. Não se pode desprezar, porém a fase informal do projeto, pois deste modo foi possível antecipar o desenvolvimento. Quando as montadoras compraram o novo sistema, ambos os sistemistas já tinham acumulado grande parte do conhecimento necessário para o desenvolvimento da solução. Uma prática, de certo modo, comum no setor.

Na indústria automobilística, os projetos formalmente se iniciam com a aprovação da montadora mediante a “Carta de Nomeação”, mas informalmente os departamentos de engenharia se antecipam como foi o caso do sistema *flex fuel* da MM (MM).

Com relação às fontes de conhecimento externo, não foram identificadas contribuições significativas dadas por fornecedores no processo, do mesmo modo, nenhuma das empresas admite qualquer contato com concorrentes para troca de informações durante o desenvolvimento. Pode se especular, no entanto, que alguma forma de interação possa ter existido. Durante as entrevistas alguns contatos entre os engenheiros puderam ser percebidos, o que de algum modo também pode ser justificado, pelo fato de todos pertencerem a uma mesma geração de profissionais e pelo pequeno número de empresas do setor.

Outra importante fonte de conhecimento tem sido negligenciada pelas empresas pesquisadas: o contato com universidades e outras instituições. A Bosch aproveitou-se um pouco mais desta relação com reflexos positivos na construção do seu conhecimento.

Alguns grupos de trabalhos foram formados entre as engenharias da Bosch e de algumas montadoras, além da UNICA e Petrobrás, utilizando das especialidades de cada um para viabilizar um resultado mais rápido na detecção de contaminações do combustível, como minimizá-las e como tornar os produtos mais robustos (a linha de combustível como um todo: bomba, filtro de combustível, etc.) (BOSCH).

Uma fonte externa relevante para o projeto foi sem dúvida as montadoras (clientes). Com elas, os sistemistas puderam aprender como o seu sistema se integra com os demais componentes do veículo e até mesmo como gerenciar projetos.

Com seus clientes aprende muito sobre tecnologia de motores, seja no momento da calibração, em reuniões de projeto e nos feedbacks recebidos após análise crítica de seus relatórios técnicos (BOSCH).

A MM tem se caracterizado por implantar projetos com grande rapidez, julga o seu processo de desenvolvimento flexível, embora reconheça que tem aprendido muito com as montadoras com relação à estruturação e documentação do processo de desenvolvimento, deste modo normas e procedimentos estão sendo aprimorados (MM).

As montadoras mantêm a governança na cadeia de suprimento, por meio do seu poder econômico e seu conhecimento sobre a arquitetura do produto. Para gerenciar esta rede de fornecedores, as montadoras reconhecidamente promovem disputas entre seus fornecedores para acessar a melhor tecnologia ao melhor custo (CAPUTO; ZIRPOLI, 2002). São dois os mecanismos básicos empregados por elas: manutenção de mais de um fornecedor para cada sistema e transferência deliberada de conhecimento entre os sistemistas, como o exemplo dado pela Delphi:

Casos de problemas vivenciados pelo produto da Delphi e de concorrentes no campo, comentários de montadoras sobre sistemas dos concorrentes (para a Delphi essa é a maior fonte de informações e de uniformização de conhecimento entre os fornecedores) [...] (DELPHI).

O quadro 2 reúne os principais marcos da trajetória da tecnologia *flex fuel* no país.

Quadro 2 - Trajetória da tecnologia *flex fuel* entre os sistemistas brasileiros

Ano	Bosch	Magneti Marelli	Delphi
1983	Início da estruturação do P&D		
1986	Criação dos limites de emissão veiculares		
1989	Lançamento da injeção eletrônica em um Gol (VW)		
1990		Aquisição Weber, Solex e ABC Autronica	Desenvolvimento da injeção eletrônica para o Monza da GM
1991		Injeção eletrônica com algoritmo francês para Fiat	
1992	Reunião de <i>kick off</i> na matriz Início projeto <i>flex fuel</i>		
1994	Publicação do <i>paper</i> apresentando o protótipo Ômega <i>flex</i>	Desenvolvimento da injeção eletrônica (tropicalizada) para o Fiat Uno	
1996	Intensiva troca de engenheiros com a matriz Projeto <i>flex</i> é arquivado		Início da construção do Centro Técnico (CT)
1997			Contratação de engenheiros da concorrência
1998	Início do desenvolvimento da bomba de combustível		
1999		Início projeto <i>flex fuel</i> (informal)	Inauguração do CT Início projeto <i>flex fuel</i>

			(informal)
2000	Seminário no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) sobre motores		
	Retomada do projeto <i>flex</i>		
2001	Lançamento da bomba de combustível		
2002	Ford apresenta Fiesta <i>Flex</i>		
		Contrato com a VW para o fornecimento do sistema <i>flex</i> Início projeto formal	Solicitação GM para fornecimento do sistema <i>flex</i> Início projeto formal
2003	Setembro Lançamento Polo (VW)	Março Lançamento Gol (VW)	Junho Lançamento Corsa (GM)

Fonte: Autores

A construção do conhecimento

Mesmo com o contato com a tecnologia americana dos FFV mais intensa na Bosch e Delphi, pois tiveram suas matrizes envolvidas com soluções para esses veículos, em todas as empresas observou-se a conversão de fatos do mercado brasileiro e americano (conhecimento explícito) em *insights* incorporados pelos membros das equipes de projetos (conhecimento tácito), como o que ocorreu na Bosch:

Reforçou o conceito, a crise de abastecimento do álcool e as dificuldades enfrentadas por consumidores de veículos movidos com o combustível, sendo marcante a reportagem de um taxista, revoltado pela falta de combustível, que em protesto, incendiou seu carro em frente ao congresso nacional em Brasília (BOSCH).

A internalização está estreitamente ligada com a formação do conhecimento individual (a condução de estudos, como nos exemplos da Bosch e Delphi), além da possibilidade de construção do conhecimento do grupo, por meio da compreensão coletiva do resultado dos testes (como no exemplo da MM):

O aprendizado foi acrescido com o estudo de diversos *papers* relacionados com o projeto e com a condução de experimentos realizados nas bancadas de testes (BOSCH).

Papers de congressos nesse campo de conhecimento também são constantemente pesquisados (DELPHI).

O processo de desenvolvimento do conceito foi muito interativo, principalmente entre os membros da equipe. Quando implantavam uma mudança, observavam o resultado, ajustavam e melhoravam as funcionalidades (MM).

A utilização de engenheiros experientes, com o conhecimento sobre sistemas de injeção internalizados, também foi importante para o desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* como ilustrado pela Delphi:

Com relação à injeção, percebeu-se que ela guardava uma memória de variação do combustível de 10% a 20% (de álcool na gasolina). Imaginou-se se o sistema não poderia ser ajustado para suportar variações maiores, na ordem de 80%, por exemplo. Houve um período em que se desenvolveu um sistema de injeção que continha mecanismos de memória e ajuste para trabalhar com variações significativas, ou seja, mudanças na composição do combustível do Brasil. A ideia de um carro bicomcombustível foi praticamente uma extensão desse conceito (DELPHI).

Já a socialização mantém características que são sugestivas de sua participação na formação do conhecimento do grupo.

O fechamento deste trabalho na matriz envolveu todos os especialistas e a equipe brasileira em uma reunião para validação geral do design do *software* (BOSCH).

Ele (Fernando Damasceno) conseguiu vender a ideia para Vagner Gavioli, que era responsável pela área de *software* e *hardware*, e ao restante da equipe, apesar de resistências internas à ideia (MM).

A externalização também pode ser constatada na construção do conhecimento do grupo, como destacam as três empresas:

Para algumas etapas era necessário produzir um relatório de desenvolvimento que era arquivado para futuras consultas (BOSCH).

Normalmente, os testes necessários para aprovação do produto são efetuados pela engenharia e os relatórios são preparados para a validação pelos responsáveis pela qualidade (MM).

Durante o projeto toda informação foi processada e muito material (apresentações, relatórios, etc.) foi produzido (DELPHI).

Além de estar envolvida com a aprendizagem do grupo, a externalização, ao lado da combinação, passa a ter papel relevante na formação do conhecimento organizacional.

A preocupação quanto à retenção do conhecimento gerado pela empresa não se resume apenas as patentes depositadas. Ela permeia as normas e procedimentos da companhia que assegura que parte do conhecimento tácito de seus engenheiros seja incorporada pela empresa por meio de registros que notificam qualquer especificidade do projeto durante o seu desenvolvimento (Externalização – BOSCH).

Os algoritmos de controle desenvolvidos fazem parte de um *core* de aplicações globais da Delphi (Combinação – DELPHI).

Após a assinatura do contrato de fornecimento, no momento da aplicação do sistema *flex* no motor, teve início uma intensa relação de troca de conhecimentos entre o sistemista e a montadora. Essa interação é a base para a criação do conhecimento por meio da combinação de conhecimentos explícitos: do lado da montadora, o conjunto de informações dos componentes e da arquitetura do motor e do lado do sistemista, as funcionalidades do algoritmo da ECU.

Os projetos, entretanto não são *plug and play*. Os *softwares* são diferentes para cada aplicação. Há funções específicas e requisitos diferentes para cada montadora (DELPHI).

Até esse momento, o conhecimento foi canalizado para a integração de tecnologias, que viabilizaram um algoritmo, capaz de conjugar as características do álcool e da gasolina.

Com o produto (sistema *flex fuel*) no mercado, o conhecimento organizacional continuou sendo construído pela combinação, quando conhecimentos externos (observações das condições de uso no campo) absorvidos e recombinaados com os conhecimentos já existentes na organização, caracterizam este modo de conversão do conhecimento. Esse novo conhecimento explícito é então aplicado em futuros projetos, como ilustrado pelo caso da Delphi:

Após o desenvolvimento e a entrega do produto ao cliente, a Delphi recebe relatórios e reclamações (formais e informais) sobre problemas que ocorrem em campo. Muitas vezes o problema exige uma investigação mais aprofundada em veículos que foram levados às concessionárias com alguma reclamação. Em outras oportunidades, durante essas análises, há o contato com informações sobre problemas registrados em veículos com sistemas de controle de concorrentes. Essas informações também são usadas para se desenvolver e programar melhorias em seus sistemas (DELPHI).

O *feedback* do campo contribuiu desse modo para o desenvolvimento de melhorias incrementais no produto. Como carro no mercado evidenciou-se o relacionamento das organizações estudadas com seus clientes (montadoras), envolvendo conhecimentos técnicos do funcionamento do sistema, onde o conhecimento era formado pela combinação (evidências coletadas no campo e especificações e relatórios de produção/projeto). A Bosch e a Delphi demonstram a ideia:

A Bosch possui um grupo dedicado a investigação do que ocorre em campo. Seu trabalho consiste em analisar não conformidades para que, junto com a montadora, possa oferecer soluções de melhoria para os problemas apresentados (BOSCH).

No caso da aplicação desenvolvida para a Fiat, a Delphi vivenciou alguns problemas em campo relacionados a motoristas que colocavam apenas 1 litro de combustível num tanque quase vazio. A lógica do *body computer* da Fiat estava programado para atualizar o nível do tanque com re-abastecimentos de mais de 5 litros (DELPHI).

Na Bosch, o desenvolvimento do sistema bicomcombustível trouxe credibilidade à equipe de P&D no Brasil e confirma a competência da empresa em projetos de engenharia complexos, a exemplo do sistema *drive by wire* para a Fiat. Seus engenheiros integram times de P&D globais com expressiva participação em projetos na China e Índia. Recentemente, a equipe de P&D brasileira ganhou o prêmio de inovação na Bosch Alemanha pelo projeto Flex Start® (sistema incorporado à tecnologia flex fuel que dispensa o tanque auxiliar de gasolina). Essa foi a primeira vez que o prêmio é concedido a uma equipe fora da Alemanha. Em 2005, conquistaram também o Premio FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) de inovação tecnológica pelo desenvolvimento da tecnologia bicomcombustível.

Por decisão da matriz italiana, a subsidiária brasileira da MM se tornou centro de excelência no desenvolvimento de soluções para combustíveis alternativos. Hoje, ao mesmo tempo em que exporta mais engenheiros para projetos globais, a subsidiária brasileira tem autonomia para desenvolver novos projetos e tem exportado a solução SFS® para Suécia junto com o conceito tetrafuel – sistema para motores que podem funcionar com gasolina E22, gasolina pura (nafta), álcool e gás natural veicular (GNV). A área de P&D também ganhou destaque, graças ao crescimento do mercado brasileiro. O número de funcionários aumentou, em virtude de novos clientes ou novos contratos em clientes já atendidos. A MM esteve presente em várias feiras e eventos internacionais para a propagação da nova tecnologia, por exemplo, o evento promovido pela Michelin (The Michelin Challenge Bidendum), no qual toda a comunidade automotiva está presente discutindo temas ligados ao setor como sustentabilidade e segurança.

Na Delphi, os engenheiros têm trabalhado em times de projeto de vários centros tecnológicos, pois é comum que os atuais projetos envolvam engenheiros do Brasil, Estados Unidos, Japão e Cingapura, simultaneamente. Antes do CT de Piracicaba ser considerado um centro de referência em combustíveis alternativos pela matriz americana, havia trabalhos no exterior que se utilizavam de engenheiros brasileiros, mas isso ocorria

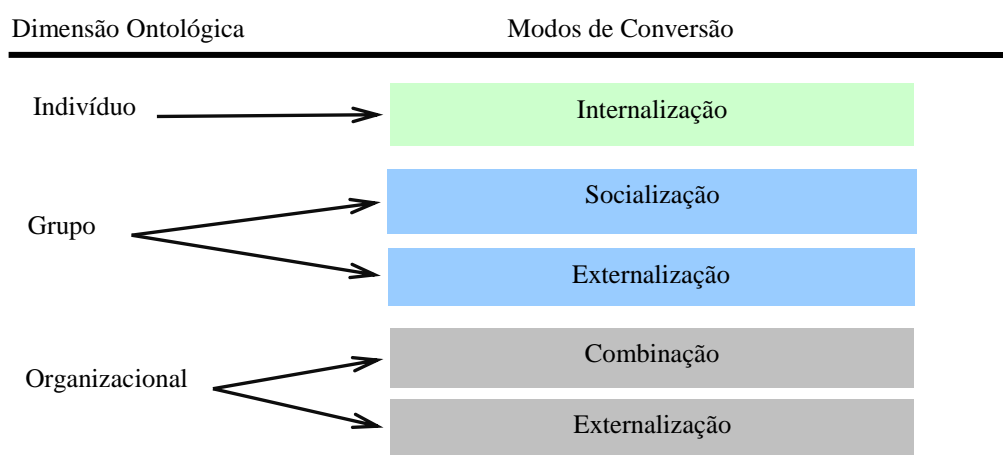
mais como uma forma de usar mão de obra relativamente barata, do que usar conhecimentos específicos da equipe brasileira.

Discussão dos resultados

Foi possível coletar evidências nos modos de conversão do conhecimento propostos no modelo SECI: o conhecimento explícito, divulgado nos registros da companhia, relatórios de desenvolvimento, banco de dados (externalização e combinação) e *inputs* do mercado e pelo conhecimento tácito, com a internalização (estudo de soluções técnicas) e com a troca de experiências entre diferentes gerações de engenheiros, matrizes e com as montadoras (socialização).

No ambiente estudado foram apresentados dados indicativos da internalização como o modo de conversão que mais afeta o aprendizado individual. A socialização está envolvida na formação do conhecimento do grupo, seguido da externalização e a combinação, juntamente com a externalização, no nível do conhecimento organizacional. A figura 2 resume essa conclusão. Uma observação faz-se necessária nesse ponto. Essa pesquisa não ignora o fato que as demais dimensões do modelo SECI possam estar presentes na formação do conhecimento, em cada uma das dimensões ontológicas, mas estão aqui reportadas aquelas que, comprovadamente pelos dados coletados, mais influenciaram cada uma delas.

Figura 2: Transformações das dimensões ontológicas do conhecimento



Fonte: Autores

Com base na pesquisa realizada, duas outras constatações puderam ser observadas. A primeira reforça a literatura de centros de excelência destacando a influência do contexto local (ALMEIDA; PHENE 2004; BIRKINSHAW; HOOD, 1998; FROST, BIRKINSHAW; ENSIGN, 2002) e diz respeito ao ambiente institucional formado após a criação do Proálcool que fomentou uma série de importantes desenvolvimentos, envolvendo o álcool combustível e a tecnologia de motores. Diferentemente de outros mercados, montadoras e sistemistas instalados no Brasil desenvolveram, por exemplo, materiais resistentes a corrosão, motores com novas taxas de compressão e sistemas de injeção com algoritmos adaptados as exigências do novo combustível. Desse modo, os impactos a longo prazo do Proálcool puderam ser notados na relação entre as empresas instaladas no país e suas matrizes no exterior. O país deixou de ser apenas centro de aplicação e passou a ser reconhecido por sua capacidade de, no mínimo, adaptar tecnologias as condições locais.

A segunda constatação envolve as fontes de conhecimento (quadro 3). Dentre as fontes internas da subsidiária, aquelas que envolvem o contexto da organização multinacional, observou-se a necessidade das subsidiárias importar conhecimento de suas matrizes. A estrutura do setor analisado, constituído de empresas de grande porte que atuam em um mercado extremamente competitivo e globalizado, minimizou o papel de possíveis fontes de conhecimento sediadas no Brasil, como universidades e outras instituições e nesse aspecto reforça o que foi destacado por Frost, Birkinshaw e Ensign (2002), que as fontes internas (incluindo aqui a relação interunidades) têm maior relevância nas subsidiárias com foco em manufatura.

A combinação do conhecimento da matriz, das montadoras clientes e do conhecimento desenvolvido aqui pela subsidiária, constituiu a base para a formação das competências necessárias ao desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* e que levou as filiais a se tornarem centros de referência para combustíveis alternativos. O projeto que empregou soluções técnicas diferenciadas do conceito americano (FFV), com a substituição de uma solução baseada em *hardware* (sensor capacitivo) por outra centrada no algoritmo do *software* (de relativo baixo custo), foi dependente de conhecimentos construídos no Brasil (Proálcool), mas principalmente de tecnologias centrada na matriz como a injeção eletrônica. Além disso, em diversos momentos os engenheiros da Bosch, MM e Delphi recorreram a seus pares da Alemanha, Itália e Estados Unidos respectivamente, para a avaliação de soluções dos problemas vivenciados durante o desenvolvimento do projeto.

A influência da matriz se evidencia, na medida em que não se observaram outras fontes importantes de conhecimento como a participação dos fornecedores das empresas pesquisadas, conhecidas como fornecedores de segunda camada (2nd tier). Essas empresas, em sua grande maioria nacionais, não revelam competências desenvolvidas na área de P&D e não contribuíram para a solução *flex fuel*. Do mesmo modo, houve pouca interação entre outras instituições sediadas no país e as empresas pesquisadas. Apenas a Bosch demonstrou disposição em conduzir alguns testes com empresas nacionais, devido principalmente às características do combustível brasileiro. Essa condição também limitou a participação de outras filiais das empresas pesquisadas, uma vez que nenhuma delas havia tido contato com projetos que envolvessem o álcool combustível.

Dentre as fontes externas de conhecimento, a mais importante interação, que implicou intensa troca, foi a que ocorreu entre os sistematistas e as montadoras (clientes). O fluxo do conhecimento não envolveu a construção do algoritmo, o *core* da tecnologia *flex fuel* comercializado como *black box*, mas auxiliou os sistematistas a integrá-lo com as demais funções do motor. Trata-se de um conhecimento importante na medida em que cresce a importância dos sistemas eletrônicos embarcados nos veículos. Obviamente essa troca de conhecimentos não é isenta de interesses. A montadora os utiliza como forma de controle de sua rede de fornecedores, ao transmitir o conhecimento de um sistematista para outro, minimiza a influência de uma única fonte de suprimentos, e em benefício próprio, como foi o caso da GM no lançamento do seu Agile equipado com tecnologia bicomcombustível com o algoritmo da ECU desenvolvido pela GM brasileira em parceria com a matriz americana.

Quadro 3: Fontes de conhecimento

Origem	Fontes de conhecimento	Bosch	Magneti Marelli	Delphi
Externa	Participação de concorrentes	Não houve.	Não houve.	Não houve.
	Participação de fornecedores	Muito pequena/Inexpressiva	Muito pequena/Inexpressiva	Muito pequena/Inexpressiva
	Participação dos	1º lançamento GM.	1º lançamento VW.	1º lançamento GM.

	clientes (montadoras)	Aprendizado sobre aplicação no motor do cliente.	Aprendizado sobre aplicação no motor do cliente e gestão do projeto (procedimentos e formalização do processo).	Aprendizado sobre aplicação no motor do cliente.
	Participação de outras instituições	Convênios com UNICAMP para utilização de laboratórios	Não houve.	Não houve.
Interna	Participação da matriz	1. Forneceu suporte, principalmente no desenvolvimento de algoritmos. 2. Não foi mais intensa pela falta de conhecimento sobre etanol. 3. Participou do <i>kick off</i> do projeto mostrando experiências com o carro <i>flex fuel</i> do mercado americano.	1. Forneceu suporte, principalmente no desenvolvimento de algoritmos. 2. Não foi mais intensa pela falta de conhecimento sobre etanol. 3. Era consultada para solução de problemas técnicos.	1. Forneceu suporte, principalmente no desenvolvimento de algoritmos. 2. Não foi mais intensa pela falta de conhecimento sobre etanol. 3. Processo de convencimento complicado.
	Participação de outras subsidiárias	Não houve.	Não houve.	Não houve.
	Equipe do projeto	8 pessoas. Na Bosch desde 1985-1988 Engenheiros e analista de sistemas. Conhecimento de motores a álcool e sistemas de injeção.	4 pessoas. Com 4 a 9 anos de MM. Experiências anteriores: Weber, VW, MM italiana, ABC Autronica. Conhecimento de motores a álcool e sistemas de injeção.	4 pessoas Pouco tempo de Delphi (1 a 2 anos). Experiência no mercado de 2 a 20 anos. Conhecimento de motores a álcool e sistemas de injeção.
	Ferramentas de aprendizagem	Laboratórios de combustíveis e materiais. Treinamentos na Alemanha. Intercâmbio intenso de engenheiros (hoje nem tanto). <i>Softwares</i> simuladores. Reuniões de projeto. <i>Papers</i> de congressos. Testes (simulação de condições de uso).	Intercâmbio de engenheiros (pouco). <i>Papers</i> de congressos. <i>Softwares</i> simuladores. Testes (simulação de condições de uso). Reuniões de projeto. Sessões de <i>brainstorm</i> .	Treinamentos nos EUA (subordinados à necessidade). Pesquisa em base de patentes. <i>Papers</i> de congressos. <i>Softwares</i> simuladores. Testes (simulação de condições de uso). Reuniões de projeto. Sessões de <i>brainstorm</i> .

Fonte: Autores

Considerações finais

Este artigo se propôs a contribuir com a literatura sobre a criação de Centros de Excelência, a partir da análise da construção do conhecimento organizacional, que habilita uma subsidiária a construir as competências para atingir esse estágio. Para isso, estudou os

três sistemistas brasileiros (Bosch, MM e Delphi) que se constituíram em centros de excelência para combustíveis alternativos a partir do desenvolvimento do sistema *flex fuel*. Como referencial para essa pesquisa utilizou-se o modelo SECI, proposto por Nonaka e Takeuchi (2008), que tem encontrado respaldo na construção de modelos teóricos e na pesquisa empírica, principalmente no campo da inovação.

Com base no modelo adotado, observou-se que o conhecimento individual dos engenheiros se construiu por meio do estudo e análise (internalização). O conhecimento do grupo do projeto se deu pela interação entre os seus membros, com o contato face a face e a troca de experiências, principalmente com as lições de projetos anteriores com a interação entre a nova geração de engenheiros e a anterior (socialização) e com os relatórios de projeto e apresentações formais reportando os resultados alcançados (externalização). No nível organizacional, o aprendizado ocorreu com a integração de conhecimentos explícitos do mercado e da própria tecnologia (combinação), além de patentes e registros de fechamento do projeto (externalização). Esses conhecimento integrados e desenvolvidos pelos sistemistas tiveram origens internas (equipes de projetos, recursos a disposição e matrizes) e externos (montadoras).

Entre as implicações teóricas oferecidas por este trabalho, na linha de estudos do papel das subsidiárias, esta pesquisa confirma as constatações de Frost, Birkinshaw e Ensign (2002) relacionadas as fontes de conhecimento (internas e externas), destacando o papel da matriz e das montadoras, muito embora o álcool combustível tenha minimizado o conhecimento de outras subsidiárias. Com relação as pesquisas sobre conhecimento organizacional, este trabalho apresenta evidências que confirmam alguns resultados destacados por Sabherwal e Becerra-Fernandez (2003) indicativos da internalização como o modo de conversão que mais afeta o aprendizado individual, a socialização o conhecimento do grupo e a combinação no nível organizacional. Esta pesquisa, porém diferentemente de Sabherwal e Becerra-Fernandez (2003), não encontrou evidências para a influência da externalização no conhecimento individual. A análise dos resultados também confirma uma das principais conclusões de Silva e Rozenfeld (2003, 2007) ao sugerir a socialização como um dos mais importantes modos de conversão do conhecimento no processo de inovação.

Os resultados aqui apresentados podem também ser de interesse gerencial, pois reúnem uma série de informações úteis para a gestão do conhecimento em ambiente de projetos. Por exemplo, em ambiente de projeto deveriam ser criados mecanismos que facilitassem o contato pessoal para fomentar, assim, a socialização. Outra medida que poderia ser incentivada é a criação de métodos eficazes de coleta de informações e de contato com o mercado, para melhorar a integração entre o conhecimento externo (do campo) e interno (da organização).

Pesquisas futuras, conduzidas em outros setores industriais, poderiam identificar a validade dos resultados encontrados. Outros trabalhos poderiam relacionar a construção do conhecimento em diferentes tipos de projeto, envolvendo inovações de maior ou menor complexidade. Outra linha interessante poderia investigar um importante movimento da indústria nacional em direção à internacionalização. Algumas companhias brasileiras estão abrindo subsidiárias em países desenvolvidos e analisar esse fluxo de conhecimento (no sentido contrário do que se estuda até então) e a construção do conhecimento em subsidiárias em países tradicionalmente exportadores de tecnologia, abriria novas perspectivas para esse campo de estudo.

As conclusões desse trabalho devem ser entendidas com base nas limitações da pesquisa, principalmente pelo setor escolhido para a pesquisa. As generalizações ficam restritas pelo foco particular dado à indústria automobilística. Cada indústria possui sua dinâmica e o setor automobilístico tem questões únicas ligadas à gestão e controle sobre seus

fornecedores, porte das empresas envolvidas e nível de internacionalização. Pela influência das montadoras na construção do conhecimento das empresas pesquisadas, esta observação deve ser considerada, visto que, em outros setores as relações verificadas nesta pesquisa podem não ser relevantes.

Referências

- ALMEIDA, P.; PHENE, A. Subsidiaries and knowledge creation: influence of the MNC and host country on innovation. **Strategic Management Journal**, v. 25, p. 847-864, 2004. DOI: 10.1002/smj.388.
- AMATUCCI, M., BERNARDES, R.C. Formação de competências para o desenvolvimento de produtos em subsidiárias brasileiras de montadoras de veículos. **Prod.**, v. 19, n. 2, p. 359 – 375, 2009. DOI:10.1590/S0103-65132009000200011.
- AMATUCCI, M., BERNARDES, R.C. O novo papel das subsidiárias de países emergentes na inovação em empresas multinacionais – o caso da General Motors do Brasil. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, v. 4, n. 3, p. 5–16, 2007.
- 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.
- ANDERSON, U.; FORSGREN, M.; HOLM, U. The strategic impact of external networks: subsidiary performance and competence development in multinational corporation. **Strategic Management Journal**, v. 23, p. 979 – 996, 2002.
- BIRKINSHAW, J., HOOD, N. Multinational Subsidiary Evolution: Capability and Charter Change in Foreign-Owned Subsidiary Companies. **The Academy of Management Review**, v. 23, n. 4, 1998. DOI:10.2307/259062.
- BJORKMAN, I.; FORSGREN, M. Nordic international business research: a review of its development. **International Studies of Management and Organization**, v. 30, n. 1, p. 6 – 25, 2000.
- BORINI, F. M.; FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Corporate Competences in Subsidiaries of Brazilian Multinationals. **Latin American Business Review**, v. 10, n. 2, p. 161 – 185, 2011. DOI:10.1080/10978520903340952.
- BORTOLOZZO, G.; ALARCÓN, O. E. Q.; NETO, M. A.T. Miscibilidade de Álcool Etilico, Gasolina e Água. *In*: Simpósio de Engenharia Automotiva, 7., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Simpósio de Engenharia Automotiva, 1993.
- 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.
- CERRA, A.L.; MAIA, J.L.; ALVES FILHO, A.G. Projetos locais de desenvolvimento no contexto das cadeias de suprimentos de montadoras de motores veteranas e entrantes. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 14, n. 3, dez. 2007.
- CONSONI, F.L.; CARVALHO, R.Q. Desenvolvimento de produtos na indústria automobilística brasileira: perspectivas e obstáculos para a capacitação local. **Rev. adm. contemp.**, Curitiba, v. 6, n. 1, Apr. 2002.

CROSSAN, M.M.; LANE, H.W.; WHITE, R.E. An organizational learning framework: from intuition to institution. **Academy of Management Review**, v. 24, n. 3, p. 522-537, 1999.

DAFT, R.L.; WEICK, K.E. Toward a model of organizations as interpretation systems. The **Academy of Management Review**, v. 9, n. 2, p. 284-295, 1984.

DIAS, A.V.C; SALERNO, M.S. Descentralização das atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia de empresas transacionais: uma investigação a partir da perspectiva das subsidiárias automotivas. **Gest. Prod.**, v. 16, n. 2, p. 187-199, 2009.

DUNNING, J.H. Multinational enterprises and the globalization of innovatory capacity. **Research Policy**, v. 23, p. 67-68, 1994.

EISENHARDT, K.M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v.14, n.4, p.532-550, 1989.

FIGUEIREDO, P.N. **Aprendizagem tecnológica e performance competitiva**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

FLEURY, M.T.L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Rev. adm. contemp.**, Curitiba, v. 5, n. spe, 2001 .

FLEURY; M.T.L; OLIVEIRA JR, M.M. **Gestão estratégica do conhecimento: integrando aprendizagem, conhecimento e competências**. São Paulo: Atlas, 2001.

FROST, S.; BIRKINSHAW, J.; ENSIGN, P. Centers of excellence in multinational corporations. **Strategic Management Journal**, v. 23, n. 11, p. 997-1018, 2002. DOI: 10.1002/smj.273.

HEDLUND, G. A model of knowledge management and the N-form corporation. **Strategic Management Journal**, v. 15, p. 73-90, 1994.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

LAMMING, R. **Beyond partnership: strategies for innovation and lean supply**. United Kingdom: Prentice-Hall, 1993.

LYNN, G.S.; AKGÜN, A.E. A new product development learning model: antecedents and consequences of declarative and procedural knowledge. **Int. J. Technology Management**, v. 20, n. 5/6/7/8, p. 490-510, 2000.

MIGUEL, P.A.C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Prod.**, v. 17, n.1, p. 216-229, 2007.

MOORE, K.; BIRKINSHAW, J. Managing knowledge in global service firms: Centers of excellence. **Academy of Management Executive**, v. 12, n. 4, p. 81-92, 1998.

NAKANO, D.N.; FLEURY, A.C.C. Conhecimento organizacional: uma revisão conceitual de modelos e quadro de referência. **Produto & Produção**, v. 8, n.2, p. 11-23, 2005.

NICHOLS, R.J. The metanol story: a sustainable fuel for the future. **Journal of Scientific**

& **Industrial Research**, v. 62, p. 97-105, 2003.

NONAKA, I. The knowledge-creating company. **Harvard Business Review**, n. 69, p. 96-104, 1991.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica do conhecimento**. 19. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

OLIVEIRA JUNIOR, M.M.; BOEHE, D.M.; BORINI, F.M. **Estratégia e Inovação em Corporações Multinacionais: a transformação das subsidiárias brasileiras**. São Paulo: Saraiva, 2009.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SABHERWAL, R.; BECERRA-FERNANDEZ, I. An empirical study of the effect of knowledge management processes at individual, group and organizational levels. **Decision Science**, v. 34, n. 2, p. 225-260, 2003. DOI: 10.1111/1540-5915.02329.

SILVA, S. L. **Proposição de um modelo para caracterização das conversões do conhecimento no processo de desenvolvimento de produtos**. São Carlos, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos.

SILVA, S.L.; ROZENFELD, H. Model for mapping knowledge management in product development: a case study at a truck and bus manufacturer. **Int. J. Automotive Technology and Management**, v. 7, n. 2/3, 2007.

SILVA, S.L.; ROZENFELD, H. Modelo de avaliação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do produto: aplicação de um estudo de caso. **Prod.**, São Paulo, v. 13, n. 2, 2003. DOI: 10.1590/S0103-65132003000200002.

TAGGART, J. H. Autonomy and Procedural Justice: A Framework for Evaluating Subsidiary Strategy. **Journal of International Business Studies**, v. 28, n. 1, p. 51-76, 1997.

TOLEDO, J. C. *et al.* Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças. **Prod.**, v. 18, n. 2, p. 408 – 422, 2008.

VON KROGH, G.; ICHIJO, K.; NONAKA, I. **Facilitando a criação do conhecimento: reinventando a empresa com o poder da novação contínua**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZOROVICH, M. R. S. A emergência de centros de excelência (COEs) e a transferência de conhecimento a partir das subsidiárias da Pirelli e da Peugeot Citroën do Brasil. **Internext – Revista Eletrônica de Negócios Internacionais da ESPM**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 149-165, jan./jun. 2012.

THE FORMATION OF CENTRES OF EXCELLENCE IN SUBSIDIARIES OF FIRST TIERS IN BRAZIL: AN ANALYSIS OF THE ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE PERSPECTIVE

Abstract: In Brazil, the flex fuel vehicle headlined a change in the role of subsidiaries that not only developed the new technology, as they became centres of excellence for applications involving alternative fuels. Many researches have studied the mechanisms that lead to the establishment of these centres in emerging countries, focusing on the role of the matrix or in the conditions of the countries that host the subsidiary. This article will identify the organizational knowledge creation that enabled subsidiaries to become centres of excellence. For this, we adopted an approach of multiple case studies with three pioneers in the development of this technology in Brazil: Bosch, Delphi and Magneti Marelli. The survey found that organizational knowledge was constructed from two sources (internal and external) with evidence in the way of knowledge conversion proposed in the SECI model: explicit knowledge, reported in company records, reports development, database, market inputs and the relationship with mothers and assemblers (externalization and combination), and tacit knowledge to the study of technical solutions (internalization) and the exchange of experiences between different generations of engineers (socialization).

Keywords: centers of excellence; organizational knowledge; alternative fuels.

Submetido em 19/10/2012

Aceito para publicação em 01/08/2013.