

MODULARIDADE EM MONTADORAS DE AUTOMÓVEIS: UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DA ESTRATÉGIA

MODULARITY IN AUTOMAKERS: A RESEARCH UNDER THE STRATEGY POINT OF VIEW

José Antonio Carnevalli* E-mail: jose.carnevalli@puc-campinas.edu.br
José Eduardo Rodrigues de Souza* E-mail: eduardo.sousa@puc-campinas.edu.br
Samuel Carvalho de Benedicto* E-mail: samuel.benedicto@puc-campinas.edu.br
Mário Sérgio Salerno** E-mail: msalerno@usp.br
Paulo A. Cauchick Miguel** E-mail: cauchick@usp.br

*NUPEX-CEA/PUC-Campinas, (PUC), Campinas, SP

** Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP

Resumo: As relações entre a aplicação da modularidade na indústria automobilística e as estratégias organizacionais correspondem a um campo de estudos que precisa ser compreendido de forma mais aprofundada. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo analisar as estratégias organizacionais e as competências inerentes ao processo de modularidade em empresas automobilísticas, por meio da realização de um estudo multicaso em duas montadoras de veículos. Verificou-se que o processo de modularidade tem sido utilizado para transferir custos fixos para os fornecedores, gerando uma dependência entre as empresas e dificultando a troca de um fornecedor, quando necessário. Também se verificou uma preocupação das montadoras em criar estratégias capazes de impedir a perda de *know how*. Por esta razão, nem todos os projetos de módulos são terceirizados. Verificou-se que as empresas estudadas atingiram parcialmente as competências essenciais e operaram no nível das competências distintivas, o suficiente para dar suporte à estratégia modular. O conjunto de estratégias organizacionais e competências conquistadas ajudaram na construção de vantagem competitiva nessas empresas.

Palavras-chave: Estratégia. Competências. Modularidade. Indústria automobilística.

Abstract: The relationships between the application of modularity in the car industry and the organizational strategies are a study field which needs to be better understood. This study is intended to research the organizational strategies and competencies inherent to the modularity process in the car-making enterprises. Case-based research was conducted in two car-makers. The study shows that the modularity process has been used to transfer fixed costs to the suppliers generating dependence among the enterprises and making the change of supplier difficult whenever necessary. There is concern of the car-makers in creating strategies capable of preventing the loss of know how. For this reason, not all the projects of the modules are outsourced. It was found that the enterprises studied reached partially the essential competencies and operate at the level of the distinctive competencies, but enough to give support to modular strategy. The set of organizational strategies and competencies conquered held in the construction of competitive advantage in those enterprises.

Keywords: Strategy. Competencies. Modularity. Automotive industry.

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno da modularidade envolve uma gama de procedimentos ligados à

denominada “inovação aberta”, onde o conhecimento é gerado não dentro de uma única empresa, mas num conjunto de empresas (MORRIS; DONNELLY, 2006). A modularidade alcançou a indústria de computadores nos anos 1960 com inovação aberta (BALDWIN; CLARCK, 2000; CARVALHO, 2009). Porém, nas últimas décadas tem crescido sua aplicação em vários setores industriais incluindo o setor automobilístico em várias nações e também no Brasil (CARNEVALLI et al., 2013).

No Brasil, a partir da década de 1990, o setor automobilístico tem passado por grandes transformações e adaptações para conseguir atender um mercado consumidor mais exigente e competitivo (SALERNO et al., 2008). Essas transformações se acentuaram com a abertura do mercado e a entrada de novas fábricas e montadoras em adição às já existentes no país, como já reportado pela literatura há alguns anos (e.g. RACHID et al., 2006). Para conseguir sobreviver nesse novo mercado competitivo, as empresas desse setor passaram a adotar um conjunto de estratégias ligadas à modularidade, as quais podem ser aplicadas tanto no projeto quanto na fabricação dos produtos como no aumento nas relações de parceiras entre montadoras com seus fornecedores diretos (PIRES; SACOMANO NETO, 2010; DIAS; SALERNO, 2009; SCAVARDA et al., 2005).

O processo de modularidade envolve (BALDWIN e CLARK, 2000; PERSSON, 2006; MELLO e MARX, 2007; ORSATO e WELLS, 2007;): (i) o desenvolvimento de projetos de forma independente dos demais módulos (subconjuntos); (ii) a fabricação de módulos de forma independente dos demais subconjuntos; (iii) a terceirização do desenvolvimento de módulos por fornecedores; (iv) a montagem e fabricação de módulos por fornecedores; (v) a atuação isolada ou em conjunto com outras empresas do setor em diferentes espaços geográficos, e; (vi) uma gama de outras estratégias que permitem resguardar a empresa diante de seus competidores. Entretanto, o processo de modularidade pode não ser simplificado, pois envolve a necessidade de re-projetar o produto e o processo produtivo, e definir entre vários métodos qual utilizar para subdividir um produto em módulos (ASAN et al., 2004). Alguns autores inclusive combinam diferentes métodos para dividir o produto em módulos, como destaca Wang e Chen (2012).

Outra dificuldade é a criação de forte dependência entre a montadora e o seu fornecedor (FRIGANT; LUNG, 2002). Tal fato é corroborado pelo estudo de Pires e Sacomano Neto (2010). Neste caso, verificou-se que quanto maior o valor do

produto fornecido, maior é a relação de parceria e o seu monitoramento pela montadora, sendo este o caso do fornecimento de módulos.

Diante deste contexto, colocam-se as seguintes questões: o processo de modularidade em si é suficiente para dar sustentação às empresas automobilísticas ao longo do tempo? Paralelamente ao processo de modularidade, existem estratégias organizacionais e/ou competências essenciais que ajudam na construção de vantagem competitiva nessas empresas? Quais seriam as estratégias e competências necessárias? Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as estratégias organizacionais e competências essenciais inerentes ao processo de modularidade e que ajudam na construção de vantagem competitiva em montadoras automobilísticas. Para tanto, foi realizado um estudo multicaso em duas montadoras de veículos que adotam a modularidade.

O presente trabalho é estruturado em seis partes, incluindo esta introdução. A segunda parte apresenta os benefícios e dificuldades inerentes ao processo de modularidade. A terceira parte concentra-se na discussão em torno das estratégias organizacionais e competências essenciais. Na quarta parte é apresentada a abordagem metodológica que orienta a fase empírica do trabalho de pesquisa. A quinta parte concentra-se nos resultados da investigação, enquanto que na sexta e última parte são extraídas as conclusões do estudo.

2 BENEFÍCIOS E DIFICULDADES INERENTES AO PROCESSO DE MODULARIDADE

O processo de modularidade na produção não é algo novo. Já na década de 1960, a modularidade passou a ser utilizada na indústria de computadores. Nessa ocasião, a IBM desenvolveu o projeto do computador IBM *System 360* em módulos (BALDWIN; CLARK, 2000). Nas últimas décadas, o processo de modularização (nesse contexto significando tornar o produto modular) foi estendido vários setores industriais, incluindo o setor automobilístico em várias nações e também no Brasil (CARNEVALLI et al., 2013).

De acordo com a literatura, ao longo das últimas décadas a estratégia de modularidade adquiriu novas abordagens e procedimentos. Atualmente, o processo de modularização pode envolver: (i) **modularidade de projeto**: são subconjuntos desenvolvidos com funções específicas e com interfaces padronizadas (SAKO;

MURRAY, 1999; BALDWIN; CLARK, 2000); (ii) **modularidade de produção**: consiste em simplificar os processos de fabricação e de montagem definindo módulos para a produção; (iii) **modularidade de uso**: envolve a customização do produto para atender os usuários finais (SAKO; MURRAY, 1999); e (iv) **modularidade organizacional**: envolve as alterações feitas pela empresa em seus procedimentos internos e suas relações externas com seus fornecedores (CAMUFFO, 2000). Segundo a literatura, o processo modular pode trazer para as empresas os benefícios apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Benefícios do processo de modularidade

Benefícios da Modularidade	Autores
Aumenta a variedade de produtos (combinação de diferentes módulos num produto plataforma)	Acaccia et al. (2008); Fredriksson (2006a); Mondragon e Miller (2006); Moeckel et al. (2006); Mondragon et al. (2007); Ranky (2007)
Permite ter flexibilidade da linha de manufatura para variação de demanda e de produto	Spath e Baumeister (2001)
Possibilita a redução do tempo de re-projeto e do tempo de novos projetos, pelo aproveitamento de módulos já existentes	Lau e Yam (2005); Moeckel et al. (2006); Zhang e Xu (2002)
Reduz o tempo de produção pelos módulos poderem ser fabricados e montados de forma independente	Gu e Sosale (1999); Veloso e Fixson (2001)
Possibilita a participação dos fornecedores no projeto do produto com divisão de riscos	Brookfield, Liu e Macduffie (2008)
Transfere em alguns casos a responsabilidade pelo desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos módulos para os fornecedores	Holmes (2004)
Reduz os custos de montagem por os fornecedores fazerem as sub-montagens dos módulos	Fredriksson (2006a); Mondragon, Mondragon e Miller (2006); Orsato e Wells (2007)
Reduz os custos de produção pelos módulos poderem ser montados de forma independente	Gu e Sosale (1999); Veloso e Fixson (2001)
Simplifica a cadeia de suprimentos por reduzir o número de fornecedores	Arnheiter e Harren (2006); Miguel e Pires (2006)
Reduz a complexidade do produto	Pandremenos et al. (2009); Veloso e Fixson (2001)
Aumenta a parceria com a montadora	Arnheiter e Harren (2005); De Mello e Marx (2007); Toledo et al. (2003)
Melhora a qualidade	Fredriksson (2006a); Pires (2002)
Facilita a reciclagem	Gu e Sosale (1999)
Facilita a manutenção e reposição de peças	Arend et al. (2005); Connolly (2008); Moeckel et al. (2006); Takemura et al. (2008)

Fonte: Elaborado pelos autores com base na busca e organização bibliográfica

Entretanto, a modularidade também gera várias dificuldades para as empresas que a aplicam, conforme exposto no quadro 2.

Quadro 2 - Dificuldades do uso da estratégia modular

Dificuldades do uso da Modularidade	Autores
Cria mutua dependência entre a montadora com os fornecedores, devido a transferência de atividades	Frigant e Lung (2002)
Substituição de um fornecedor pode gerar prejuízos como: custos e atrasos para a produção	Frigant e Lung (2002)
Transferência de sub-montagem dos módulos para os fornecedores pode causar a perda de controle e de conhecimento tecnológico	Bernstein e Decroix (2004)
Necessidade de estar localizado próximo da montadora para facilitar a entrega dos módulos	Doran, 2005; Frigant e Lung (2002)
Aumento do custo da mão de obra, o fornecedor tem que montar o módulo	Arnheiter e Harren (2005)
Ter competência para projetar e fabricar os módulos	Morris e Donnelly (2006)
Necessidade de desenvolver metodologia de modularidade	Moore (1999)

Fonte: Elaborado pelos autores com base busca e organização bibliográfica

O conjunto de benefícios exposto no quadro 1, tem despertado o interesse do setor automotivo e se constitui num atrativo para a adoção do processo de modularidade. Este fato ocorre porque os benefícios superam as dificuldades inerentes ao processo (quadro 2). Tal aplicação pode envolver apenas a montadora ou também a cadeia de suprimento da mesma. Por exemplo, tem-se verificado em diversos países que as empresas vêm explorando várias possibilidades ligadas ao processo de modularidade, tais como: consórcio modular, condomínio industrial e parques de fornecedores, a saber:

- Condomínio industrial: Os fornecedores entregam seus módulos na linha de produção da montadora (MARX et al., 1997; PIRES, 2002, PIRES; SACOMANO NETO, 2010). Além disso, é a montadora que fornece o terreno e infraestrutura em volta da sua planta para instalar seus fornecedores chave, sendo que estes estão dentro do condomínio.
- Consórcio modular: Os fornecedores são responsáveis pela montagem dos seus módulos nos veículos, ou seja, os principais fornecedores estão instalados dentro da planta da montadora na linha de produção da montadora (PIRES, 2002; SALERNO et al., 2009).
- Parques de fornecedores: Os fornecedores estão instalados próximos da planta da montadora, devido a necessidade de entregar os módulos em seqüência e sincronizado na planta da montadora (LARSSON, 2002).

Pela descrição do processo de modularidade é possível inferir que o mesmo somente se torna viável se acompanhado de um conjunto de estratégias e competências organizacionais, sem as quais o processo não se sustentaria ao longo

do tempo e nem mesmo permitiria a criação de vantagem competitiva para as empresas do setor.

A seguir são analisados alguns pressupostos ligados às estratégias organizacionais e competências essenciais que, teoricamente, podem auxiliar as empresas automobilísticas na operacionalização da modularidade e na construção de vantagem competitiva.

3 ESTRATÉGIAS ORGANIZACIONAIS, COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS E VANTAGEM COMPETITIVA

Nas últimas décadas, diversos estudos vêm analisando o tema das competências em seus diferentes níveis de entendimento e aplicação ao contexto estratégico organizacional. De acordo com Fleury e Fleury (2004), o conceito de competência organizacional tem suas raízes na abordagem da organização como um portfólio de recursos – *resource based view*. Essa abordagem considera que toda empresa tem um portfólio: infraestrutura, marca, imagem, recursos humanos, sistemas administrativos, estratégias, conhecimentos, etc., sendo que esse portfólio cria vantagens competitivas. Dessa maneira, a definição das estratégias competitivas deve começar com um entendimento das possibilidades estratégicas dadas por tais recursos.

No final da década de 1980, Prahalad e Hamel (1990) deram significativa contribuição ao tema, introduzindo o conceito de “competências essenciais” – *core competence*. Na visão dos autores previamente citados, competência seria a capacidade de misturar, combinar, integrar e aplicar recursos em produtos e serviços. Dessa forma, a competitividade de uma organização seria determinada pela inter-relação dinâmica entre as competências organizacionais e a estratégia competitiva.

De acordo com Fleury e Fleury (2004), a abordagem dos recursos enfatiza a importância de centrar a formulação estratégica em um grupo específico de recursos – aqueles que garantem lucratividade no longo prazo:

a abordagem dos recursos faz o processo de formulação da estratégia e a formação de competências formarem um círculo que se retroalimenta”. Ou seja, significa que “as competências são formadas a partir de recursos, e as estratégias são elaboradas a partir de grupos de recursos – competências

essenciais”. Assim, a implantação da estratégia “torna-se geradora de novas configurações de recursos e novas competências que, por sua vez, irão influenciar novamente a formulação da estratégia (FLEURY; FLEURY, 2004, p. 46).

Prahalad e Hamel (1990) diferenciam competências organizacionais e competências essenciais. Segundo os autores previamente citados as competências essenciais seriam aquelas que obedecem a três critérios:

- Capacidade de expansão para novos mercados: Devem abrir as portas para a empresa em busca de novas oportunidades por meio do acesso a diferentes mercados;
- Percepção do valor pelos clientes: Devem permitir à empresa agregar valor de maneira concisa e diferenciada a seus clientes de modo a oferecer-lhes reais benefícios;
- Serem de difícil imitação: Devem diferenciar a empresa de seus concorrentes. Dessa forma, precisam ser percebidas pelo mercado como específico da marca, do produto ou da própria empresa e, portanto, serem extremamente difíceis de imitar.

Hitt et al. (2008) apresentam quatro fatores de competência essencial sustentáveis: capacitações valiosas, raras, custosas de imitar, insubstituíveis, coerente com a análise de Prahalad e Hamel (1990). Ao definir sua estratégia competitiva, a organização identifica as competências essenciais do negócio e as competências necessárias a cada função, ou seja, as competências organizacionais. Assim, segundo Prahalad e Hamel (1990), pode-se dizer que a organização possui várias competências organizacionais, localizadas em áreas diversas. Do total de “competências organizacionais”, apenas algumas são consideradas “competências essenciais” - aquelas que a diferenciam e que lhe garantem uma vantagem competitiva sustentável perante as demais organizações.

Segundo esta vertente, Fleury e Fleury (2004) afirmam que a vantagem competitiva vai depender, no longo prazo, da administração do processo de aprendizagem organizacional, que vai reforçar e promover as competências organizacionais e vai dar foco e reposicionar as estratégias competitivas.

Para melhor compreender as diferenças entre as diversas competências, Mills et al. (2002) estabeleceram alguns níveis, ilustrados no quadro 3.

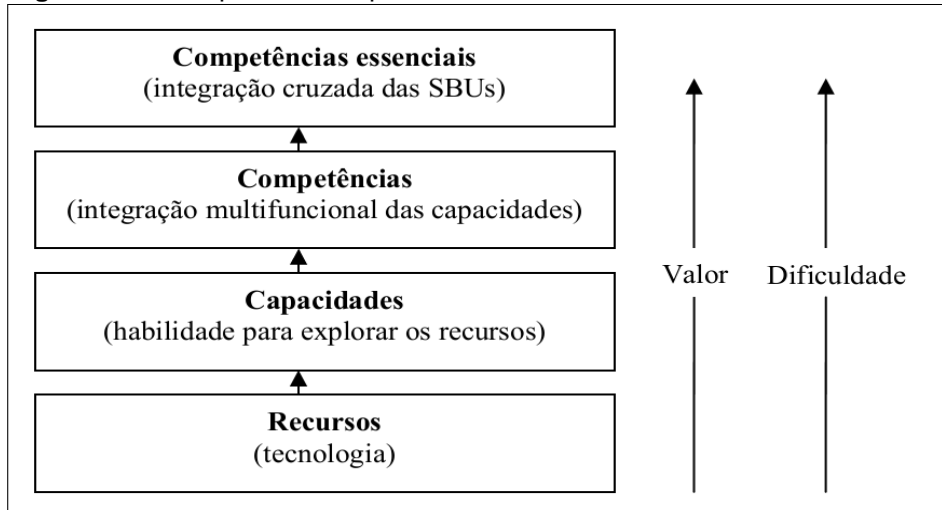
Quadro 3- Níveis de competências presentes nas organizações

Fluxo	Nível de competência	Descrição da competência
↑	Competências essenciais	Competências e atividades mais elevadas, no nível corporativo, que são chave para a sobrevivência da empresa e centrais para sua estratégia.
	Competências distintivas	Competências e atividades que os clientes reconhecem como diferenciadoras de seus concorrentes e que provêm vantagens competitivas.
	Competências organizacionais ou das unidades de negócios	Competências e atividades-chave, esperadas de cada unidade de negócios da empresa.
	Competências de suporte	Atividade que é valiosa para apoiar um leque de competências.
	Capacidades dinâmicas	Capacidade de uma empresa de adaptar suas competências pelo tempo. É diretamente relacionada aos recursos importantes para a mudança.

Fonte: Adaptado de Mills et al. (2002)

Além da diferenciação entre as competências distintivas, reconhecidas pelos clientes, e as competências organizacionais, conforme visto no quadro 3, torna-se importante também destacar a hierarquia das competências, apresentada na figura 1.

Figura 1 - Hierarquia das competências



Fonte: Javidan (1998)

De acordo com Torkkeli e Tuominen (2001), os recursos são os alicerces das competências e dos “inputs” (entrada) da cadeia de valor da organização. Cada organização possui um conjunto de recursos e uma diversidade de modos como alavancam os mesmos. Ainda segundo os autores citados, as capacidades se referem à habilidade organizacional de explorar os recursos. Estas envolvem uma série de processos de negócio e rotinas que gerenciam a interação entre os

recursos da organização. Por sua vez, as competências estão ligadas à integração e coordenação das capacidades organizacionais. As competências geralmente resultam das interfaces e integrações entre as capacidades funcionais das SBU's (Unidades estratégicas de negócio). As competências essenciais resultam da interação entre as diferentes competências das SBU's. Desse modo, pode-se dizer que as competências essenciais são um conjunto de competências disseminadas pela empresa, obedecendo aos três critérios já descritos: dão acesso a diferentes mercados, oferecem reais benefícios aos consumidores e são difíceis de imitar.

Zarifian (2003) distingue, dentro das competências organizacionais, diferentes áreas de desenvolvimento de competências: competências sobre processos; competências técnicas; competências sobre a organização; competências de serviço; competências sociais. O desenvolvimento das competências supracitadas está intimamente relacionado às competências individuais e as condições contextuais em que elas ocorrem. Desse modo, pode-se dizer que as competências essenciais não correspondem a uma tecnologia específica. Elas resultam, conforme Prahalad e Hamel (1990): (i) da excelência em qualquer função do negócio; (ii) do aprendizado coletivo na organização; (iii) da coordenação das diversas habilidades de produção, e; (iv) da integração de múltiplas correntes de tecnologia.

Para atender a este desafio, este estudo coloca um conjunto de perguntas pautadas em Javidan (1998) e que podem ser direcionado às empresas do setor automobilístico, objeto deste estudo, com foco na aplicação da modularidade: quais são as capacidades e competências essenciais da empresa?; as capacidades e competências da empresa são mais fortes que as das outras companhias no seu setor industrial?; as competências das empresas estão levando a uma vantagem competitiva durável?; quais competências ou capacidades devem ser sustentadas e aperfeiçoadas?

Na visão deste estudo, estas questões certamente não estão desvinculadas do processo de modularidade e auxiliam na construção de vantagem competitiva sustentável nas empresas automobilísticas.

4 MÉTODOS DE PESQUISA ADOTADOS

Conforme apresentado na parte introdutória desse texto, este é um trabalho que lida com dados de natureza qualitativa que, segundo Merriam (1998), é

apropriada quando se busca estudar as estratégias, os modelos de gestão e as mudanças ocorridas no contexto organizacional.

Foi realizado um estudo multicaso em duas importantes empresas montadoras de veículos de passeio instaladas no Brasil. De acordo com Hartley (1994), os estudos de caso possibilitam a análise e interpretação de várias atitudes organizacionais com relação às suas estratégias e tomadas de decisões ao longo do tempo. A amostragem foi não probabilística por conveniência, conforme a classificação de Oliveira (2001), em função da facilidade de acesso e da importância das duas empresas no mercado automobilístico (estão entre as maiores instaladas no Brasil) e na literatura sobre as pesquisas na área de cadeia de suprimentos. A pedido das empresas, seus nomes foram preservados. As empresas estudadas serão doravante identificadas como “estudo de caso A” e “estudo de caso B”.

Para o planejamento e condução de estudos de casos múltiplos foram realizadas as seguintes etapas:

- Desenvolver as questões com os resultados da análise da literatura e da análise de um levantamento de campo tipo *survey* realizado numa etapa anterior a esta fase do projeto de pesquisa.
- Desenvolver o protocolo de coleta de dados. Segundo Yin (2001) e Voss et al. (2002), um protocolo contém os procedimentos e instrumentos que serão seguidos durante a coleta de dados.

Para realizar o “estudo de caso A” e “estudo de caso B”, optou-se pelo uso de um formulário, para servir de guia durante as entrevistas. Este formulário apresentava características de semiestruturado, ou seja, continha as características de um formulário estruturado e de um não estruturado, segundo a classificação de Marconi e Lakatos (2007). Com o objetivo de ampliar a coleta de dados utilizou, principalmente, questões abertas. Neste caso, as questões desse formulário foram rastreadas na literatura sobre a modularidade.

Durante a elaboração dos formulários dos múltiplos casos, foram consideradas informações da literatura de pesquisas já realizadas nestas empresas, dados disponíveis no site de cada empresa relacionados às famílias de produtos fabricados no local da entrevista. Além disso, como no estudo de caso A, a empresa respondeu a pesquisa realizada anteriormente (*survey*), o formulário também foi focado no aprofundamento dos dados em relação às respostas dadas e no o tempo

disponível para a entrevista. Na definição das pessoas que foram entrevistadas, consideraram-se as que tinham o conhecimento pesquisado.

Neste trabalho foram utilizadas as seguintes fontes de coleta de dados sugeridas por Yin (2010): (i) entrevista com o gerente de P&D e engenheiros de P&D e de produção (uso de formulário); (ii) observação direta (em um caso quando foi autorizada uma visita na linha de produção); e (iii) questionário para um levantamento tipo *survey* sendo este respondido por uma empresa numa etapa anterior ao estudo de caso.

Quadro 4- Perguntas específicas sobre o uso da modularidade

Caso A	Caso B
Porque a empresa adotou a abordagem modular?	
A definição dos requisitos dos usuários finais (qualidade exigida) para o projeto do veículo é realizado em conjunto com os fornecedores?	
Como são definidas as especificações do produto (características da qualidade) para satisfazer o usuário final? Os fornecedores participam dessa definição?	
Quais estratégias são utilizadas para realizar a modularização do produto? (Por exemplo: da cadeia de suprimentos, ciclo de vida e ou de mercado).	
Se o veículo é formado por módulos fabricados por fornecedores, isto afeta o processo de fabricação da montadora? Se sim como?	
A divisão do veículo em módulos fabricados por fornecedor, gera algum benefício para a empresa?	Quais foram os benefícios que a aplicação da modularidade realmente trouxe para a empresa?
A divisão do veículo em módulos fabricados por fornecedor, gera alguma dificuldade para a empresa?	Existe algum ponto negativo no uso da abordagem modular?
O projeto de produto modular foi desenvolvido com a participação dos fornecedores da empresa? Se sim, como foi esta participação?	
Existe o fornecimento de <i>Know How</i> da montadora para a autopeças desenvolver e ou produzir os módulos?	
Existe o fornecimento de apoio financeiro da montadora para a autopeça desenvolver e ou produzir os módulos?	
Com o uso da modularidade ocorreu transferência de atividades e ou responsabilidades da empresa para seus fornecedores? (Por exemplo: montagens de módulos; administrar subfornecedores).	
No caso de ter ocorrido transferência de atividades e ou responsabilidades da empresa para seus fornecedores, a empresa pode foca mais em outras atividades? Se sim quais e como?	
Com o uso da modularidade a empresa fez alguma recomendação para que os fornecedores se localizassem geograficamente próximos à montadora?	

A estratégia utilizada para a análise dos dados na investigação foi a *explanation building*, ou seja, a construção da explanação. Esta é uma estratégia apropriada para estudos de caso qualitativos e tem como objetivo construir um repertório analítico utilizando-se a forma de narrativa. Assim, as explanações foram construídas de forma a refletir as proposições teóricas significativas, dando ênfase àquilo que realmente é importante, ou seja, confrontando os elementos teóricos com aqueles encontrados na pesquisa (YIN, 2010). O quadro 4 apresenta algumas das

principais questões sobre a aplicação da modularidade realizadas nas entrevistas.

5 RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO

Neste tópico são inicialmente descritos os resultados individuais de cada um dos casos para, posteriormente, apresentar uma análise comparativa das duas empresas verificando quais são os aspectos comuns entre elas.

5.1 Resultados caso A

O estudo de caso A foi realizado numa importante montadora de veículos de passeio, que aplica o conceito do condomínio industrial numa de suas plantas conforme a classificação de Pires e Sacomano Neto, (2010), Salerno et al. (2009) e Pires (2002). Nesta montadora foi entrevistado o gerente de P&D de veículos de passeio da montadora.

Verificou-se nesta investigação que a empresa considera e aplica a modularidade de projeto e produção. Os motivos que levaram a empresa a aplicar a modularidade estão relacionados à redução de custos fixos pela terceirização da fabricação e montagens de parte dos módulos para os fornecedores, o que reduziria a necessidade de mão de obra direta na linha de montagem da montadora (ARNHEITER; HARREN, 2005). Isto porque os módulos podem ser fabricados de forma independente (VELOSO; FIXSON, 2001), ou seja, cada módulo é fabricado em fornecedores diferentes. Hitt et al. (2008) também consideram importante que as empresas terceirizem as atividades não estratégicas, desde que seja para empresas confiáveis, que tenham mais tecnologia, competência e menos custos em realizar tais atividades. Mas os autores anteriormente citados advertem que sempre existe o risco, como, por exemplo, o fornecedor se tornar um futuro concorrente da empresa.

Além disso, com a aplicação do condomínio industrial a empresa poderá criar inovação organizacional, de modo a ter vários benefícios que a literatura indica que a modularidade traz: ter produção mais flexível (FREDRIKSSON, 2006b); melhor produtividade (ARHEITER; HARREN, 2005); facilitar a customização em massa do produto (HOEK; WEKEN, 1998), o que pode aumentar a sua capacidade de atender novos mercados devido à facilidade de customização. Outros benefícios são: reduzir a complexidade do produto (VELOSO; FIXSON, 2001) e reduzir o número de

fornecedores (ARHEITER; HARREN, 2006). Deste modo, a montadora pode buscar ter uma produção mais flexível e num custo mais reduzido, para atender melhor as características dinâmicas do mercado atual focando em suas competências distintivas e a sua capacidade dinâmica, aumentando a sua vantagem competitiva.

No caso desta montadora (caso A), para aplicar a modularidade, a empresa desenvolveu uma nova planta produtiva. É importante ressaltar que também é possível aplicar a modularidade numa planta produtiva já existente conforme destacado por diversos autores, dentre outros, por Salerno (2001) e Pires e Sacomano Neto (2010). Também foi necessário reprojeter produtos e novos processos modulares, desenvolver meios de gerenciamento de uma linha de montagem, que envolve produtos com diferentes opções de módulos, ou seja, a empresa desenvolveu uma estratégia de imitação mais difícil (PRAHALAD; HAMEL, 1990). Isto ocorre porque diferentes módulos têm tempo de montagens e instalações diferentes, conforme apontado por Fredrikson (2006a), o que dificulta o planejamento. Assim, a aplicação da modularidade foi uma atividade complexa no caso desta montadora, devido a necessidade de criar um portfólio de recursos que, segundo Fleury e Fleury (2004), é o que gera a vantagem competitiva da empresa. Entretanto, não é possível afirmar, neste caso, que a modularidade é uma fonte de competências essenciais, pois, segundo Hitt et al. (2008), as competências essenciais devem atender quatro fatores: capacidades valiosas, raras, custosas de imitar e insubstituíveis. No caso da modularidade, a sua aplicação tem sido verificada em mais de uma montadora, o que geraria apenas uma vantagem competitiva temporária.

Sobre a divisão de atividades entre a montadora e o fornecedor, o módulo relacionado com o motor e transmissão e o módulo relacionado com a carroceria estampada são realizados pela montadora. Estas são competências distintivas para garantir a qualidade do veículo conforme a classificação de Mills et al. (2002). Os demais módulos que formam o veículo foram terceirizados para os fornecedores: bancos, painel de instrumentos, montagens do interior do veículo; rodas com pneus; chassi; suspensão dianteira e traseira; e o sistema de escapamento do veículo. Isto indica uma terceirização de grande parte do veículo para o fornecedor de 1º nível. De acordo com Fleury e Fleury (2004), a parceria da montadora com seus fornecedores busca integrar as competências individuais de cada empresa, para ganhar vantagem competitiva.

Na aplicação da modularidade, a empresa tem considerado as funções (conforme CONNOLLY, 2007), a estrutura (de acordo com ASAN et al., 2004) e os materiais do produto na definição dos módulos e na estratégia de cadeia de suprimento (como destaca SAKO; MURRAY, 1999), estratégia referente à possibilidade de terceirizar atividades para o fornecedor.

Devido ao uso da modularidade e do condomínio industrial, tem-se verificado que ocorreu a transferência de outras atividades da montadora para os seus fornecedores desenvolver alguns dos projetos dos módulos, seja projeto “caixa preta” (ver definição em MORRIS; DONNELLY, 2006) ou coprojeto. Estes fornecedores ficaram responsáveis pela gestão dos fornecedores de peças, para montar os módulos que eles fabricam. A literatura não é unânime sobre esse ponto, provavelmente refletido diferentes experiências empresariais. Lau e Yam (2005) confirmam que o primeiro nível (*first tier*) fica responsável pela gestão dos fornecedores, mas Salerno (2001) e Salerno et al. (2009), analisando casos no Brasil, apontam que, se a ideia inicial era que os sistemistas assumissem toda a gestão dos fornecedores, a experiência mostrou que as montadoras têm maior poder de barganha ao fechar contratos, e melhor estrutura para a gestão cotidiana. De qualquer forma, os fornecedores de módulos têm exclusividade no fornecimento. Houve um aumento na parceria entre as empresas de modo que os fornecedores de módulos são privilegiados nos novos contratos, desde que sejam competitivos. O aumento da parceria é um benefício citado por Arnheiter e Harren (2005) e Mello e Marx (2007). O estudo mostra ainda que as competências organizacionais, conforme descritas por Zarifian (2003), devem também ser desenvolvidas pelos fornecedores de primeiro nível. Isto é similar ao que ocorreu no caso do consórcio modular analisado no trabalho de Marx et al. (1997), apesar de ser um trabalho desenvolvido há algum tempo. Entretanto, no caso do condomínio industrial, a linha de montagem final é de responsabilidade da montadora e não dos fornecedores, como no consórcio modular. A montadora também transferiu os seus estoques para os fornecedores, que entregam os módulos diretamente na linha de produção da montadora. Deste modo, ocorreu uma redução dos custos de produção e estoques dentro da planta da montadora, o que também ocorreu em outras aplicações sobre a modularidade (e.g. FRIGANT; LUNG, 2002). Além disso, uma maior participação do fornecedor no projeto dos módulos, seja coprojeto ou projeto caixa preta, permitiu uma redução no tempo de desenvolvimento e nos custos de projetos, o que está de

acordo com a literatura (SANCHEZ; COLLINS, 2001; PERSSON, 2006). Isto aumenta a capacidade dinâmica da montadora e as competências técnicas da cadeia de suprimentos.

Por esta razão, a montadora pode focar mais em aspectos de conforto dos produtos nos seus projetos, o que está de acordo com as competências distintivas de Mills et al. (2002). Como consequência destes benefícios, tem aumentado a importância e a parceria dos fornecedores de primeiro nível da cadeia de suprimentos com a montadora estudada. Além disso, o uso de módulos facilita a sua inspeção (CHEN et al., 2006), pois a montadora testa o módulo inteiro e não cada componente. Deste modo, de maneira geral, os objetivos que levaram a empresa a aplicar a modularidade têm sido atingidos em relação à redução de custos fixos e possivelmente para focar nas suas competências distintivas e até mesmo essenciais.

Entretanto, esta transferência de atividades da montadora para os seus fornecedores também gerou algumas dificuldades, como o aumento da dependência da montadora em relação aos fornecedores de primeiro nível da cadeia de suprimentos, por ter terceirizado parte das atividades de projeto e de fabricação dos módulos, dificultando eventual troca de um fornecedor. Esta dependência é reforçada pelo fato destes fornecedores de módulos serem exclusivos. Tal dificuldade não é exclusiva do condomínio industrial, ocorrendo também no consórcio modular como revelam os estudos de Collins, Bechler e Pires (1997). Segundo o entrevistado, os projetos “caixa preta” realizados pelos fornecedores geram uma perda de conhecimento para a montadora em relação ao detalhamento dos mesmos, o que é previsto na literatura sobre modularidade (ver BERNSTEIN; DECROIX, 2004). Entretanto, diferentemente do que Mello e Marx (2007) indicaram que ocorreu no caso da IBM, não houve nesta aplicação perda da capacidade de inovação. Isto se deve aos seguintes motivos:

- A matriz da empresa foca em P&D, sempre buscando aumentar a satisfação dos clientes em requisitos de desempenho e conforto do produto, podendo gerar o desenvolvimento de competências distintivas e essenciais;
- Os módulos-chave são projetos caixa preta da montadora ou coprojeto com o fornecedor, preservando as competências da empresa, como já

apresentado;

- Os custos dos projetos caixa preta, realizados pelos fornecedores são pagos pela montadora de modo que esta tem a propriedade intelectual destes projetos, o que reduz os riscos citados por Hitt et al. (2008);
- Todos os requisitos veiculares são definidos pela montadora.

Deste modo, esta empresa adota uma série de estratégias para que ela não perca o seu *know how* para seus fornecedores de primeiro nível da cadeia de suprimentos ou favoreça o surgimento de novos concorrentes. De modo diferente, mas com os mesmos objetivos, outra montadora de veículos de passeio estudada por Mello e Marx (2007), protege o seu *know how* repassando como projeto caixa preta, para seus fornecedores, apenas parte do projeto dos módulos, ou seja, o projeto de componentes, ou processo de fabricação, ou de ferramental, sendo que partes deste projeto são sempre feitos com a montadora de modo que não existe uma terceirização que envolva todo projeto de um módulo específico.

5.2 Resultado do caso B

O estudo de caso B foi realizado numa das maiores montadoras de veículos do Brasil, que tem uma planta com característica de parque de fornecedores. Foi realizada uma visita na planta de automóveis desta empresa e uma entrevista com dois engenheiros de produção.

Durante a visita à planta produtiva foi possível verificar que a empresa aplica a modularidade de produção, pois, foram observados os seguintes módulos sendo instalados nos veículos: suspensão da frente com o eixo e freios montados; painel de instrumentos e motor com transmissão. O módulo painel de instrumentos é muito citado na literatura (e.g. SALERNO, 2001; FRIGANT; LUNG, 2002; MELLO; MARX, 2007; DORAN et al., 2007).

Esta empresa se refere aos módulos como “subconjuntos”. Verificou-se que as razões da sua aplicação residiam na redução da linha de montagem da montadora, transferindo as submontagens dos módulos para alguns dos seus fornecedores. Deste modo, a montadora pôde aproveitar o espaço economizado na planta para outras atividades produtivas. Este é um benefício identificado pelo uso da modularidade, citado por Connolly (2007) e Holmes (2004).

Verificou-se, com a observação da linha de montagem, que os módulos foram definidos de modo a facilitar a montagem do veículo e os módulos identificados apresentam características que indicam que as funções do produto foram consideradas nesta divisão. Considerar as funções do produto para definir os módulos é muito citado na literatura (e.g. CHEN; LIU, 2005; CONNOLLY, 2007; SHIBATA; YANO; KODAMA, 2008) e previsível, pois faz parte do conceito de arquitetura de produto.

Sobre como é a participação dos fornecedores no projeto dos veículos, esta vai depender do componente ou subconjunto projetado, existindo casos em que o projeto é desenvolvido pela montadora e o fornecedor apenas recebe os desenhos para fazer os componentes. Estes projetos podem ser: (i) “caixa preta”, onde o fornecedor desenvolve os componentes com a especificação da montadora; ou (ii) caixa preta de desenvolvimento do módulo, onde a especificação do sistema continua de responsabilidade da montadora. Entretanto, o fornecedor tem liberdade de definir as especificações no nível de componentes, os quais serão avaliados posteriormente pela montadora.

Em todos os casos, os custos de projetos são de responsabilidade da montadora B, de modo a garantir os seus direitos de propriedade intelectual em relação a estes projetos. Isto pode ser uma estratégia da empresa para proteger o seu *know how*, como mostrado no caso anterior, de modo que não ocorra perda da capacidade de inovação, como relatado por Mello e Marx (2007). Além disso, boa parte do projeto do veículo é feito pela matriz, cabendo à subsidiária no Brasil fazer a customização do produto em consonância com a realidade do mercado brasileiro, como estilo. Também buscar um diferencial dos veículos para as especificidades do mercado brasileiro, o que gera a necessidade de re-projetar grande partes do veículo, como por exemplo: o chassi, suspensão, etc. Este reprojeto gera a competência distintiva da empresa no mercado brasileiro, conforme relatado por Mills et al. (2002).

A participação do fornecedor em diferentes níveis do projeto, conforme os componentes ou módulos desenvolvidos, também têm sido identificados na literatura (MORRIS; DONNELLY, 2006; MELLO; MARX, 2007). Segundo o entrevistado, os módulos são fabricados e montados pelos fornecedores, mas apesar disso, não existe garantia de que o fornecedor que fez o projeto será o mesmo que vai fabricar os módulos. No caso dos módulos, as entregas são feitas *just in time*. Isso significa

que ocorreu a transferência da montadora para o fornecedor da atividade de montar os módulos, como destacado pela literatura (FREDRIKSSON, 2006a; ORSATO; WELLS, 2007), aumentando as capacidades dinâmicas da montadora (JAVIDAN, 1998). Isto ocorre pois, segundo Hitt et al. (2008), esta terceirização deve ser feita buscando fornecedores confiáveis, mais preparados tecnologicamente, competência e um menor custo.

Verificou-se ainda que a montadora dá preferência para os fornecedores localizados próximos à sua planta. A literatura considera que os custos logísticos e a economia de escala são fatos importantes, que os fornecedores de módulos devem considerar, para verificar se não vale a pena estar localizado perto da montadora (SALERNO, 2001).

A dificuldade identificada nesta empresa é que são poucos os fornecedores que têm capacidade de desenvolver projetos dentro do Brasil, ou seja, que poderiam projetar os módulos. Esta dificuldade também é citada na literatura (ARNHEITER; HARREN, 2005) e revela uma dificuldade crítica para desenvolver as competências essenciais podendo, no caso desta montadora, ficar limitada às competências distintivas (MILLS et al., 2002).

Fica evidente que a empresa faz uso estratégico de um conjunto de recursos e competências organizacionais objetivando alcançar vantagem competitiva e lucratividade no longo prazo, como destaca Fleury e Fleury (2004). Dentre as competências organizacionais vistas na empresa, estão aquelas destacadas por Zarifian (2003): competências técnicas e competências sobre os processos e fluxos de trabalho. A transferência de atividades produtivas, fabricação e montagens de submódulos, são pontos importantes a serem considerados pela montadora no uso destas estratégias.

5.3 Análise cruzada

Realizando uma análise comparativa entre as duas montadoras investigadas, verifica-se que ambas tinham entre os objetivos da aplicação da modularidade transferir custos fixos para os seus fornecedores. Isto ajuda a aumentar as capacidades dinâmicas das montadoras e permite que as mesmas foquem em suas competências distintivas.

Sobre os módulos que formam os veículos, os que são similares nas duas

montadoras são: o módulo do painel de instrumentos; suspensão dianteira; módulos relacionados com a propulsão do veículo, também citados no estudo de Mello e Marx (2007). Deste modo, alguns módulos podem ser comuns no setor automotivo.

Nos dois casos, verifica-se que, conforme o módulo, parte do projeto foi terceirizado das montadoras para os seus fornecedores, junto com a fabricação destes módulos. Entretanto, as duas montadoras mantêm certo controle dos projetos, pois são elas que vão definir os requisitos dos clientes e as especificações que o produto terá que atender, mantendo as competências técnicas, como defende Zarifian (2003). Além disso, alguns módulos não são terceirizados ficando seus desenvolvimentos centralizados nas montadoras, por serem consideradas competências distintivas delas, argumento baseado em Mills (2002).

Também verificou-se que, nos dois casos, existe uma preferência das montadoras para os fornecedores localizados próximos às suas respectivas plantas, sendo que a entrega dos módulos costuma ser *just in time*, o que ajuda no aumento das capacidades dinâmicas da montadora. Um dos benefícios do uso da modularidade é a economia de espaço na planta das duas empresas por ter terceirizado as submontagens dos módulos para o fornecedor. Deste modo, nos estudos de caso A e B, verifica-se que a aplicação de variadas estratégias ligadas ao processo modular e seus benefícios estão relacionados com a transferência de atividades das montadoras para os seus fornecedores.

Em relação à utilização das competências essenciais na modularidade, verificou-se que as montadoras tendem a atender a dois dos quatro critérios estabelecidos por Prahalad e Hamel (1990): (i) possuem capacidade de expansão para novos mercados devido a facilidade de customização do produto; e (ii) difícil imitação devido às alterações na linha de produção e no projeto do produto. Entretanto, o terceiro critério, “ter percepção do valor pelos clientes” não foi confirmado por fugir aos objetivos desta pesquisa. Considerando os quatro fatores de competências essenciais sustentáveis apresentados por Hitt et al. (2008) (capacitações valiosas, raras, custosas de imitar, e insubstituíveis) não foi confirmado o caso de capacitações raras, visto que a modularidade tem sido aplicado em várias montadoras, como demonstrado na literatura (e.g. CARNEVALLI et al., 2013). Em relação aos níveis de competências conforme a escala de Mills et al. (2002), verifica-se que as montadoras atingem parcialmente as competências essenciais e estão no nível das competências distintivas, ou seja, um nível abaixo

das competências essenciais, mas suficiente para dar suporte a todo o processo modular.

6 CONCLUSÕES

Com relação aos dois estudos de caso, verificou-se que paralelamente ao processo de modularidade existem estratégias organizacionais que auxiliam na construção de vantagem competitiva nessas empresas. Essas estratégias e competências têm sido utilizadas no processo modular para transferir custos fixos para seus fornecedores. A divisão dos veículos em módulos permite que as empresas transfiram parte das atividades de projeto, fabricação e montagens para seus fornecedores que, no caso do condomínio industrial, são exclusivos. Isto gera uma intensa dependência entre as empresas dificultando a troca de um fornecedor quando necessário, o que tem que ser considerado antes da aplicação da modularidade. Por outro lado, gera a possibilidade de aumentar suas competências distintivas e suas capacidades dinâmicas, que são as estratégias que paralelamente à modularidade ajudam na construção de vantagens competitivas.

Também se verificou, neste trabalho, uma forte preocupação das montadoras em criar estratégias capazes de impedir a perda de *know how* para os seus fornecedores. Por esta razão, nem todos os projetos dos módulos são terceirizados e, nos casos de projetos tipos caixa preta dos fornecedores, são as montadoras que os pagam para manterem seus direitos autorais em relação a estes projetos. A análise comparativa entre as duas montadoras analisadas identificou poucas práticas em comum, ficando claro que a ênfase na terceirização de atividades para os seus fornecedores é um aspecto chave considerado no uso da modularidade. No caso das duas subsidiárias instaladas no Brasil, observa-se que, quanto à modularidade, estas atingem parcialmente as competências essenciais e operam no nível das competências distintivas, mas suficiente para dar suporte a estratégia modular. Entretanto, é necessário focar mais esforços para aumentar a diferenciação dos produtos através de uma maior customização a qual é facilitada pelo uso dos módulos. Esta pode ser uma das possibilidades para continuidade da presente investigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio recebido da CAPES e ao CNPq. Os autores também agradecem às empresas que participaram do trabalho, mas este reflete a posição dos autores e não das respectivas montadoras. Um dos autores tem vínculo com a UFSC, e essa instituição também merece agradecimentos. Finalmente, os autores agradecem os revisores pelas contribuições para melhoria do artigo.

REFERÊNCIAS

- ACACCIA, G.; BRUZZONE, L.; RAZZOLI, R. A modular robotic system for industrial applications. **Assembly Automation**, v. 28, n. 2, p. 151-162, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/01445150810863734>
- AREND, L.; FORCELLINI, F.A.; WEISS, A. Desenvolvimento e teste de uma semeadora-adubadora modular para pequenas propriedades rurais. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 801-808, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000300027>
- ARNHEITER, E.D.; HARREN, H. A typology to unleash the potential of modularity. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 16, n. 7, p. 699-711, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380510619923>
- ARNHEITER, E.D.; HARREN, H. Quality management in a modular world. **The TQM Magazine**, v.18, n.1, p.87-96, 2006. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780610637712>
- ASAN, U.; POLAT, S.; SERDAR, S. An integrated method for designing modular products. **Journal of Manufacturing Technology management**, v 15, n. 1, p.29-49, 2004. <http://dx.doi.org/10.1108/09576060410512257>
- BALDWIN, C.Y.; CLARK K.B. Design Rules. Massachusetts: MIT Press, 2000.
- BERNSTEIN, F.; DECROIX, G.A. Decentralized Pricing and Capacity Decisions in a Multitier System with Modular Assembly. **Management Science**, v. 50, n. 9, p. 1293-1308, 2004. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1040.0255>
- BROOKFIELD, J.; LIU, R.J.; MACDUFFIE J.P. Taiwan's bicycle industry A - Team battles Chinese competition with innovation and cooperation. **Strategy & Leadership**, v. 36, n. 1, p. 14-19, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/10878570810840643>
- CAMUFFO, A. **Rolling out a World Car**: Globalization, Outsourcing and Modularity in the Auto Industry. IMVP Working Paper, 2000. Disponível em: <<http://www.imvpnet.org/publications.asp?txtKeywords=camuffo&SelMatchType=AND>>. Acesso em: 20 abr. 2009.
- CARNEVALLI, J.A.; CAUCHICK MIGUEL, P.A.; SALERNO, M.S. Aplicação da modularidade na indústria automobilística: análise a partir de um levantamento tipo survey. **Produção**, v.23, n.2, p. 329-344, abr./jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S010365132012005000040>
- CARVALHO, M.M. **Inovação**: estratégia e comunidades de conhecimentos. São Paulo: Atlas, 2009.

- CAUCHICK MIGUEL, P.A.; PIRES, S.R.I. A case study on modularity in product development and production within the auto industry. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 6, n. 3, p. 315-330, 2006. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2006.012123>
- CHEN, C.H. et al. Tracking a moving object with real-time obstacle avoidance. **Industrial Robot: An International Journal**, v. 33, n. 6, p. 460-468, 2006.
- CHEN, K.M.; LIU, R.J. Interface strategies in modular product innovation. **Technovation**, v. 25, n. 7, p. 771-782, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2004.01.013>
- COLLINS, R.; BECHLER, K.; PIRES, S. Outsourcing in the automotive industry: from JIT to Modular Consortia. **European Management Journal**, v. 15, n. 5, p. 498-508, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373\(97\)00030-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373(97)00030-3)
- CONNOLLY, C. Robots at the heart of Schubert packaging machinery lead to great flexibility. **Industrial Robot: An International Journal**, v. 34, n. 4, p. 277-280, 2007.
- CONNOLLY, C. Prosthetic hands from Touch Bionics. **Industrial Robot: An International Journal**, v. 35; n. 4; p. 290-293; 2008.
- 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, n. 2/3, p. 200-215, 2007. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2007.014975>
- DIAS, A.V.C.; SALERNO, M.S. Descentralização das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia de empresas transnacionais: uma investigação a partir da perspectiva de subsidiárias automotivas. **Gestão e Produção**, v. 16, n. 2, p. 187-199, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000200003>
- DORAN, D. et al. Supply chain modularisation: Cases from the French automobile industry. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 1, p. 2-11, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.04.006>
- DORAN, D. Supplying on a modular basis: an examination of strategic issues. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 35, n. 9, p. 654-663, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/09600030510632023>
- FLEURY, M.T.L.; FLEURY, A.C.C. Alinhando estratégia e competências. **RAE Eletrônica**, v. 44, n. 1, p. 44-57, Jan./Mar. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-75902004000100012>
- FREDRIKSSON, P. Operations and logistics issues in modular assembly processes: cases from the automotive sector. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 2, p. 168-186, 2006a. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380610642250>
- FREDRIKSSON, P. Mechanisms and rationales for the coordination of a modular assembly system: The case of Volvo Cars. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 4, p. 350-370, 2006b. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570610650530>
- FRIGANT, V.; LUNG, Y. Geographical proximity and supplying relationships in modular production. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 26, n. 4, p. 742-755, 2002. <http://dx.doi.org/10.1111/1468-2427.00415>

- GU, P.; SOSALE, S. Product modularization for life cycle engineering. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, v. 15, n. 5, p. 387-401, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/S0736-5845\(99\)00049-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0736-5845(99)00049-6)
- HARTLEY, J.F. Case studies in organizational research. In: Cassel, C.; Symon, G. (Ed.). **Qualitative methods in organizational research**. London: Sage, 1994. p. 209-229.
- HITT, M.A.; IRELAND, R.D.; HOSKISSON, R.E. **administração estratégica**. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- HOEK, R.I.V.; WEKEN, H.A.M. The Impact of Modular Production on the Dynamics of Supply Chains. **The International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 35-50, 1998. <http://dx.doi.org/10.1108/09574099810805825>
- HOLMES, J. Re-scaling collective bargaining: union responses to restructuring in the North American auto industry. **Geoforum**, v. 35, n. 1, p. 9-21, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2003.06.001>
- JAVIDAN, M. Core Competence: what does it mean in practice? **International Journal of Strategic Management**, v. 31, n. 1, p. 60-71, February 1998. [http://dx.doi.org/10.1016/s0024-6301\(97\)00091-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0024-6301(97)00091-5)
- LARSSON, A. The development and regional significance of the automotive industry: supplier parks in western Europe. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 26, n. 4, p. 767-784, 2002. <http://dx.doi.org/10.1111/1468-2427.00417>
- LAU, A.K.W.; YAM, R.C.M. A case study of product modularization on supply chain design and coordination in Hong Kong and China. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 16, n. 4, p.432-446, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380510594516>
- MARCONI, M.D.A.; LAKATOS, E.M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 6. ed. 3. São Paulo: Atlas, 2007.
- MARX, R. et al. The modular consortium in a new VW truck plant in Brazil: new forms of assembler and supplier relationship. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 8, n. 5, p. 292-298, 1997. <http://dx.doi.org/10.1108/09576069710179742>
- MERRIAM, S. **Qualitative research and case study applications in education**. San Francisco: Jossey-Bass, 1998.
- MILLS, J. et al. **Strategy and performance: Competing through competences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511754692>
- MOECKEL, R. et al. Exploring adaptive locomotion with YaMoR, a novel autonomous modular robot with Bluetooth interface. **Industrial Robot: An International Journal**, v. 33, n. 4, p. 285-290, 2006.
- MONDRAGON, C.E.C. et al. Modularity, open architecture and innovation. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 6, n. 3, p. 346 – 363, 2006. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2006.012125>
- MOORE, J.F. Civil integrated modular avionics - a longer-term view. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal**, v. 71, n. 6, p. 550-557, 1999. <http://dx.doi.org/10.1108/00022669910303702>

MORRIS, D.; DONNELLY, T. Are there market limits to modularisation? **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 6, n. 3, p. 262-275, 2006. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2006.012120>

OLIVEIRA, T.M.V. Amostragem não probabilística. **Administração On Line**, v. 2, n. 3. Jul./Ago./Set. 2001.

ORSATO, R.J.; WELLS, P. U-turn: the rise and demise of the automobile industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 11-12, p. 994-1006, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.019>

PANDREMENOS, J. et al. Modularity concepts for the automotive industry: A critical review. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 148-152, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirpj.2008.09.012>

PERSSON, M. Effects of changing a module's interface: a case study in an automotive company. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 6, n. 3, p. 331-345, 2006. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2006.012124>

PIRES, S.R.I.; SACOMANO NETO, M. Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística. **Produção**, v. 20, n. 2, p. 172-185, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S010365132010005000032>

PIRES, S.R.I. New productive systems in the automotive industry: the current situation of three innovative plants Brazil. **Internal Journal of Automotive Technology and Management**, v. 2, n. 1, p. 46-62, 2002. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2002.000056>

PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, v. 68, n. 3, p. 79-91, May – June 1990.

RACHID.A. et al. Organização do trabalho na cadeia de suprimento: os casos de uma planta modular e uma tradicional na indústria automobilística. **Produção**, v. 16, n. 2, p. 189-202, 2006.

RANKY, G.N. Mobile robot sensor and networking design to enable cooperative behavior. **Industrial Robot: An International Journal**, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2007.

SAKO, M.; MURRAY, F. Modules in Design, Production and Use: implications for the global automotive industry. In: **International Vehicle Program (IMVP)**, Cambridge Massachusetts, October, 1999.

SALERNO, M.S. The characteristics and the role of modularity in the automotive business. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 1, n. 1, p. 92-107, 2001. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2001.000029>

SALERNO, M.S.; CAMARGO, O. S.; LEMOS, M. B. Modularity ten years after: an evaluation of the Brazilian experience. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 8, n. 4, p. 373-381, 2008. <http://dx.doi.org/10.1504/IJATM.2008.020309>

SALERNO, M.S. et al. The importance of locally commanded design for the consolidation of local supply chain: the concept of design headquarters. **International Journal of Automotive Technology and Management**, v. 16, n. 4, p. 361-376, 2009. <http://dx.doi.org/10.1504/ijmtm.2009.023753>

SANCHEZ, R.; COLLINS, R.P. Competing - and Learning - in Modular Markets. **Long Range Planning**, v. 34, n. 6, p. 645-667, 2001.

[http://dx.doi.org/10.1016/S00246301\(01\)00099-1](http://dx.doi.org/10.1016/S00246301(01)00099-1)

SCAVARDA, L.F; BARBOSA, T.P.W.; HAMACHER, S. Comparação entre as tendências e estratégias da indústria automotiva no Brasil e na Europa. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 3, p. 361-375, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2005000300007>

SHIBATA, T.; YANO, M.; KODAMA, F. Empirical analysis of evolution of product architecture Fanuc numerical controllers from 1962 to 1997. **Research Policy**, v. 34, n. 1, p. 13-31, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2004.09.011>

SPATH, D.; BAUMEISTER M. Synchronisation of material flow and assembly in hybrid and modular systems. **Assembly Automation**, v. 21, n. 2, p. 152-157, 2001.

<http://dx.doi.org/10.1108/01445150110388504>

TAKEMURA, Y. et al. A System Design Concept Based on Omni-Directional Mobility, Safety and Modularity for an Autonomous Mobile Soccer Robot. **Journal of Bionic Engineering Suppl.**, v. 5, n. 1, p. 121-129, 2008. [http://dx.doi.org/10.1016/S1672-6529\(08\)60082-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1672-6529(08)60082-7)

TOLEDO, J.C. et al. Participation of suppliers in product development process: the case of Fiat New Palio. **Product: Management & Development**, v. 2, n. 1, p. 53-67, 2003.

TORKKELI, M.; TUOMINEN, M. The contribution of technology selection to core competencies. **International Journal of Production Economics**, v. 77, p. 271-284, 2001.

[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00227-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00227-4)

VELOSO, F.; FIXSON, S. Make-Buy Decisions in the Auto Industry: New Perspectives on the Role of the Supplier as an Innovator. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 67, n. 2-3, p. 239-257, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00092-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00092-5)

VOSS, C. et al. Case Research in Operations Management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

<http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414329>

WANG, C.H, CHEN, J.N. Using quality function deployment for collaborative product design and optimal selection of module mix. **Computers & Industrial Engineering**, v. 63, n. 4, p. 1030-1037, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2012.06.014>

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZARIFIAN, P. **Objetivo competência: por uma nova lógica**. São Paulo: Atlas, 2003.

ZHANG, G.W.; XU, Y.S. Research on flexible transfer line schematic design using hierarchical process planning. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 129, n. 1-3, p. 629-633, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-0136\(02\)00670-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-0136(02)00670-2)



Artigo recebido em 27/02/2014 e aceito para publicação em 12/02/2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i2.1741>