

## 3 Método de pesquisa

Este capítulo apresenta um panorama da indústria automobilística e sua importância econômica e descreve como a cadeia automobilística está organizada. Em seguida, são apresentadas as variáveis envolvidas na variedade de produtos dentro da indústria automobilística. A estas, segue o *survey* que foi realizado com a respectiva metodologia para a coleta e processamento de dados. Por último, é abordado o estudo de caso realizado na montadora Ford e a metodologia utilizada para a coleta e processamento de dados.

### 3.1 Importância da indústria automobilística e seus sistemas produtivos

Segundo Pine (1993), a indústria automobilística possui produtos e processos inovadores, o que a torna um excelente laboratório de desenvolvimento de novos conceitos. Para Womack *et al* (2007), alguns dos sistemas desenvolvidos por empresas do setor automotivo, além de as conduzirem à liderança deste setor, as tornam referência para diversas outras indústrias. Como exemplo, a Ford criou um paradigma de produção ao desenvolver o sistema de produção em massa, o que a tornou líder de mercado no início do século XX, e seu sistema foi incorporado por inúmeras outras indústrias. Nos anos 20 do século passado, a GM aperfeiçoou o modelo de produção em massa, ofertando uma maior variedade de produtos, mas mantendo as vantagens da economia de escala alcançada pela produção em massa. A GM além de ultrapassar a Ford, líder de mercado na época, tornou seu sistema de produção um paradigma de produção, por aproximadamente 75 anos. Recentemente, o sistema de produção enxuta desenvolvido pela Toyota, após a segunda Grande Guerra, está sendo rapidamente difundido e aplicado em outros setores industriais por todo o mundo (Womack *et al*, 2007). Em 2007, a Toyota se tornou líder na produção de veículos automotores, quebrando a hegemonia de mais de 70 anos da GM.

Além de sua importância para os sistemas produtivos, a grandeza da indústria automobilística pode ser percebida pelos seus números. Segundo a

*Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles* (OICA, 2008), a indústria automobilística produziu mais de 60 milhões de veículos em 2007 e empregou diretamente 9 milhões de trabalhadores. Estimando-se que para cada emprego direto haja 5 indiretos, a produção e venda de serviços neste ramo industrial emprega mais de 50 milhões de trabalhadores no mundo. No Brasil os seus números também são expressivos. Em 2007, a produção da indústria automobilística representou 18% do PIB industrial brasileiro e sua estrutura conta atualmente com 52 plantas industriais que produzem automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus, colheitadeiras, tratores e retro escavadeiras, que juntas empregam diretamente, somente na produção, 120.614 pessoas. Além de plantas industriais, a cadeia de suprimentos da indústria automotiva do país conta com 4.147 concessionárias e inúmeros fabricantes de autopeças e de fornecedores de insumos básicos (ANFAVEA, 2008). O setor de autopeças no Brasil faturou em 2007, US\$ 36 bilhões, empregando cerca de 232 mil trabalhadores. Do total de produtos e serviços produzidos pelo setor de autopeças, 83,7% foram destinados a montadoras e ao mercado de reposição nacional (SINDIPEÇAS, 2008).

Segundo Scavarda e Hamacher (2001), a cadeia automotiva pode ser dividida em cinco grandes elos, a saber:

- Os fornecedores de insumos básicos referem-se ao grupo de empresas que vendem *commodities* ou produtos com baixo valor agregado. Este grupo é o primeiro elo da cadeia. Dentro deste incluem-se empresas siderúrgicas, de vidros, de tintas, de resinas, de polímeros. Seus principais clientes são a indústria de autopeças e as montadoras.
- O segundo elo da cadeia é a indústria de autopeças. Esta indústria é caracterizada pela transformação das matérias-primas em partes ou módulos que irão compor o veículo. Entre os principais produtos desta indústria estão os motores e complementos, peças para câmbio, suspensão e sistemas elétricos.
- A jusante deste elo encontra-se a indústria montadora de veículos, que dependendo do seu sistema produtivo, pode ter como fornecedor um ou os dois elos anteriores. Neste elo encontram-se as empresas estudadas nesta dissertação. Os produtos fabricados neste terceiro elo são os automóveis de passeio, comerciais leves, ônibus,

caminhões e máquinas agrícolas. Estes produtos são destinados ao próximo elo da cadeia que são os revendedores e distribuidores autorizados de veículos. A função deste elo é realizar a interface e venda dos automóveis produzidos pelas montadoras com o cliente final, o quinto e último elo da cadeia.

A figura 5 representa, de forma resumida, a estrutura da cadeia de suprimentos da indústria automobilística.



Figura 5: Estrutura da cadeia de suprimentos da indústria automobilística.

Fonte: Scavarda e Hamacher (2001)

A figura 5 mostra a estrutura da indústria automobilística, atualmente. Todavia, nem sempre ela esteve organizada de tal forma. No começo do século, a indústria era verticalizada, ou seja, a montadora produzia desde insumos básicos até a distribuição e venda do automóvel. Como exemplo, pode-se citar a *Ford Motors Company*, de Henry Ford.

Foi também de Henry Ford uma das frases mais conhecidas sobre a variedade de produtos: “Todo consumidor pode escolher o carro que quiser, na cor que preferir, desde que seja um modelo T na cor preta.” Mesmo com esta frase, a realidade não era de uma única versão para o Modelo T. Womack *et al* (2007) destacam que, em 1923, ano em que as vendas do modelo T alcançaram o seu pico, totalizando 2,1 milhões de unidades produzidas, o modelo possuía algumas variações fundamentais, tais como nove carrocerias distintas, dentre elas, *coupe*, *hatch*, *sedan*, *convertível* e *caminhonete*, todas derivadas da plataforma T, que é a base para o modelo T. Logo, todos os seus componentes eram compartilhados. Apesar disso, essa oferta era muito limitada, o que criou uma oportunidade de mercado que foi percebida por Alfred P. Sloan da GM. A empresa com a sua estratégia de customização com diferentes marcas, modelos, cores e opcionais, conseguiu ofertar produtos diferentes para consumidores com gosto e renda distintos, o que levou a empresa à liderança no mercado mundial do setor.

O tamanho e a influência da indústria automobilística em relação às demais indústrias e a forma como a variedade de produtos é nela gerida, ao longo da

cadeia de suprimentos automotiva, motivou a sua escolha para ser objeto de estudo da presente pesquisa.

### 3.2 Tipos de variedade de produtos na indústria automotiva

Neste item, tratamos da variedade de produtos na cadeia automotiva, a partir das seguintes variáveis: plataformas (*platforms*), marcas (*brands*), modelos (*models*), carroceria (*body type*), motorização e transmissão (*power-trains*), pintura e acabamento interno (*paint&trim*), opcionais (*factory fitted options*), acessórios (*dealer fitted options*). A seguir, serão abordadas cada uma destas variáveis, com um detalhamento um pouco maior, a fim de que o leitor possa compreender a diferença entre cada uma delas.

A forma mais agregada de produto dentro da indústria automotiva é a plataforma. O conceito de plataforma é amplamente difundido dentro desta indústria (Riesenback *et al*, 2006), e refere-se à variedade a montante e representa o potencial de variedades que podem ser feitas através do compartilhamento de componentes (Watanabe e Ane, 2004). O compartilhamento de plataforma permite à montadora conseguir desconto na compra de materiais devido ao maior volume, o que impacta positivamente no lucro final da empresa. O compartilhamento de plataforma não apenas melhora o resultado na cadeia de suprimento como um todo (redução do custo total), mas também reduz a variabilidade da demanda (Huang *et al*, 2005). Plataformas têm sido adotadas na indústria e, como já vimos, consiste em compartilhar um mesmo projeto, originando diferentes modelos (Muffato, 1999), o que permite que as empresas ofereçam uma maior variedade de produtos a custos baixos (Kim *et al*, 2004).

A marca é um dos ativos intangíveis e, por isso, dos mais valiosos para uma empresa. Possui diferentes e valiosas funções. No nível mais básico, é útil aos profissionais da empresa quando apresentam os produtos da companhia ao mercado. Para o consumidor, a marca simplesmente pode ser uma promessa de um determinado nível de qualidade, com baixo risco de dissonância cognitiva, ao mesmo tempo que transmite confiança no produto ou serviço que está sendo adquirido. A marca é construída no produto em si e beneficia-se da experiência anterior de consumo que o consumidor teve com algum produto da marca. Assim, possui uma importância crucial para as atividades da área de marketing e no

composto de marketing (4P's). Por último, a marca é um ativo financeiro da companhia (Keller e Lehmann, 2006).

De acordo com Watanabe e Ane (2004), um modelo de automóvel representa um produto técnico particular, dotado de um nome e que reflete o posicionamento estratégico da empresa dentro do mercado. As montadoras têm trabalhado muito com este tipo de variedade, o que pode ser observado quando da introdução de novos modelos em diferentes nichos de mercado, visando atender melhor as particularidades do mercado, na tentativa de aumentar a sua linha de produtos (Watanabe e Ane, 2004; Pil e Holweg, 2004, Scavarda *et al*, 2005). Esses modelos são normalmente classificados nos seguintes segmentos de mercado: *supermini* (exemplo Ford Ka), *subcompact* (Ford Fiesta), *compact* (Ford Focus), *mid-size* (Ford Fusion), *full-size* (Ford Crown Victoria), *X full-size* (Lincoln Town Car) e *sports* (Ford Mustang). Existem outros segmentos de mercado como os “*concept cars*”, que não foram incluídos no escopo deste estudo por representarem uma particularidade muito específica da indústria, com vendas pouco representativas.

É possível aumentar a variedade de um único modelo de veículo criando diferentes variantes. Watanabe e Ane (2004) separam as variantes de um modelo em duas categorias: carroceria (ex. *sedan/saloon*, *hatchback*, *convertible*, *coupe* e *station wagon*) e seu respectivo número de portas (2,3,4,5 portas), e a variante motorização com diferentes motorizações (potência) ou tamanho do cilindro do automóvel. Pil e Holweg (2004) desenvolvem a classificação de um modelo, de um modo um pouco mais amplo, que compreende quatro categorias: carroceria (*body-type*), com seu respectivo número de portas; motorização (*power-train*), que descreve a combinação entre motorização (tamanho dos cilindros e combustível requerido) e tipo de transmissão (automática, semi-automática ou manual); combinação entre pintura e estofamento (*paint&trim*), que consiste na cor da carroceria e tipo de estofamento interno utilizado, variável esta que, em geral, muda com a versão do modelo e pode incluir o material que é utilizado no estofamento (Ex.: couro, tecido, etc.); finalmente, os opcionais de fábrica (*factory fitted options*), que consiste em uma opção adicional montada na fábrica e que é oferecida para uma determinada versão ou modelo, tal como ABS, *airbag*, ar-condicionado, vidros e travas elétricas.

Além das variantes mencionadas acima, existem os acessórios (*dealer-*

*fitted-options*), que são opções adicionais montadas nas concessionárias e que não impactam na produção da montadora e completam a variedade de produtos dentro da cadeia automotiva.

Com relação à variante carroceria (*body type*), esta é distinguida, neste trabalho, em cinco categorias, que são: *hatch*, *sedan*, *station wagon*, *coupe* e *MPV* (*Multi-Propose-Vehicle*). Com relação à carroceria MPV, nosso escopo de pesquisa limitou-se apenas à miniMPV, à *subcompact* MPV e à *Compact* MPV, ficando de fora as demais classificações (*mid-size* MPV e *full-size* MPV, e as também chamadas VANS, onde o número de passageiros a ser transportados passa de 7).

Por restrição dos sites, modelos conversíveis (*convertible*) e modelos coupé (*coupe*) foram considerados como sendo *coupe*, pois em muitos sites não é possível fazer uma diferenciação, ou seja, se um modelo *hatch* possui uma carroceria conversível; esta versão foi classificada como *coupe*. Variações esportivas e *off-road* de um mesmo veículo não foram contabilizadas (ex: S40 - versão “família” e XC70 - versão *off-road*). Um modelo que possua nomes diferentes para variações em sua carroceria é contabilizado como sendo um único modelo e não como vários (ex: o modelo Pálio da Fiat inclui as carrocerias *sedan* - *Siena* e *SW* - *Weekend*). A exceção fica por conta dos MPV: se um modelo tiver a variação MPV, esta será considerada como sendo um modelo distinto (ex: Zafira e Astra; Focus e Focus C-Max, Corsa e Meriva, Fiesta e Ecosport). Carrocerias *station wagon*, *sedan*, *coupe* e *hatch*, de um mesmo modelo, possuem o mesmo nome global.

### 3.3 Indústria automotiva (*survey*)

Em um cenário de crise, em que montadoras tradicionais estão pedindo ajuda aos governos para não falir, é importante analisar a variedade de produtos que é oferecida pelas principais empresas deste setor industrial. Para isso, utilizou-se como critério para a seleção da amostra o de representatividade, definindo-se como indivíduos representativos aquelas empresas que mais produziram e a soma total de tais empresas totalizasse pelo menos cinquenta por cento do número total de veículos fabricados no mundo. Verificou-se que os cinco maiores grupos de montadoras atendiam a este critério. Este grupo é composto

por: Toyota, General Motors (GM), Ford, Volkswagen e Honda. Dentro do grupo de montadoras estão todas as marcas que produzem veículos e que possuem 100% de seu capital sob o domínio destas empresas. A exceção fica por conta de Daihatsu e Mazda, das quais Toyota e Ford possuem, respectivamente, a maioria acionária destas empresas. Por isso, estas foram consideradas na amostra do estudo.

A amostra de empresas produziu, em 2007, 50,50% (36.454.620 / 72.178.476) do total de veículos produzidos no mundo e 51,05% (28.746.425 / 56.301.121) do total de veículos de passageiros (OICA, 2008).

A figura 6 apresenta o volume total de veículos automotores produzidos pelos cinco maiores grupos de montadoras, assim como o número total de automóveis de passeio produzidos por tais empresas, no ano de 2007.

<b>WORLD MOTOR VEHICLE PRODUCTION</b>			
<b>WORLD RANKING OF MANUFACTURERS (Year 2007)</b>			
<b>Ranking</b>	<b>Group</b>	<b>Total *</b>	<b>Cars</b>
1°	<b>TOYOTA</b>	<b>9.390.861</b>	<b>7.923.069</b>
2°	<b>GM</b>	<b>9.349.818</b>	<b>6.259.520</b>
3°	<b>FORD</b>	<b>7.534.236</b>	<b>4.731.286</b>
4°	<b>VOLKSWAGEN</b>	<b>6.267.891</b>	<b>5.964.004</b>
5°	<b>HONDA</b>	<b>3.911.814</b>	<b>3.868.546</b>

*The total \* include cars, lcv, hcv and heavy buses produced on the following period by the manufacturers.*

Figura 6: Produção dos cinco maiores grupos de montadoras do mundo.  
Fonte: OICA, (2008)

### 3.3.1 Coleta e processamento de dados (*survey*)

O objeto da coleta foram quatro categorias de variedade: Plataforma, Marca do grupo (*brand*), Modelo e Carroceria.

Os modelos foram classificados de acordo com o segmento de mercado em que atuam. Montou-se uma metodologia única, juntando as classificações americanas e européias. Os segmentos de mercado foram os seguintes: *supermini*, *subcompact*, *compact*, *mid-size*, *full-size*, *X full-size* e *sports*. As carrocerias por sua vez, são: *hatchback*, *sedan*, *station wagon*, MPV (*multi propose vehicle*) e *coupe*.

A coleta de dados para a condução do *survey* foi realizada nos sites oficiais dos cinco maiores grupos automotivos do mundo, envolvendo todos os países que possuíam esses recursos para todas as marcas dessas montadoras. Os dados puderam também ser obtidos por meio de duas fontes de dados secundárias: *websites* oficiais das montadoras de veículos e de suas marcas nos diversos países do mundo em que estão estabelecidas e - anuários estatísticos - de associações de classe desta indústria. Com relação ao *website*, havia dois recursos disponíveis para a coleta: “*brochures*” e “Monte o Seu”. Enquanto que no recurso “*brochure*” os itens estão disponibilizados em tabelas estáticas, chamadas de especificações do veículo ou de características do veículo, no recurso “Monte o Seu” o cliente tem acesso a uma configuração dinâmica, onde ele pode montar o seu veículo em tempo real. No recurso “Monte o Seu”, novos itens vão aparecendo após cada escolha feita pelo cliente, até que o seu veículo esteja completamente configurado ou montado. Todas as possíveis combinações têm que ser feitas no site para se poder calcular o número total oferecido em relação ao modelo de veículo analisado.

Quando um *website* de uma das montadoras da amostra não estava disponível no momento da coleta, realizavam-se mais duas tentativas, com intervalo de 3 meses. Nos casos em que o site se manteve indisponível, os veículos da marca / montadora não constaram da amostra.

Toda a coleta de dados foi realizada ao longo do ano de 2007 e considerou apenas os modelos 2007.

Em determinados países, o site oficial da montadora direcionava o acesso a distribuidores autorizados, com telefones de empresas e endereços responsáveis pela comercialização da marca nesses países. A fim de garantir a acurácia dos dados, optou-se por coletar apenas em países cujas montadoras fossem a responsáveis pela operação deste canal de venda (*websites*).

Para o tratamento e análise dos dados, optou-se por realizar um corte nos países coletados de acordo com o tamanho do seu mercado. O corte utilizado foi o número de veículos produzidos ou licenciados em cada país e tinha de ser maior ou igual a 1,5 milhão de unidades. Com isso, todos os principais mercados foram atingidos, havendo países de quatro dos cinco continentes representados na amostra. A fim de ter pelo menos um país do continente africano representado, selecionou-se a África do Sul, sendo esta a única exceção. A África do Sul não

alcançou o número definido pelo corte, mas foi incluído devido ao fato de ser o maior mercado do continente africano e ser um país emergente estando entre os países emergentes com maior taxa de crescimento, os denominados BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul).

Para países que possuam uma região autônoma e esta possua um site (ex: China e Hong Kong; USA e Havaí), coletaram-se os veículos do país principal e da região autônoma, excluindo-se as duplicidades e considerando como resultado final o somatório de ambos, exemplo: Hong Kong e China, Havaí e USA.

### 3.4 Estudo de caso (Ford)

Para a realização do estudo de caso, utilizou-se a Ford Motor Company, por sua relevância no mercado automobilístico mundial, pois, em 2007, foi a terceira maior produtora de veículos automotores. Além do fato mencionado anteriormente, a empresa possui planta produtiva em mais de 23 países, que juntas produziram mais de 4,7 milhões de automóveis de passeio e 7,5 milhões de veículos, o que representou 8,4% e 10,44% do total, respectivamente.

Além do seu volume de produção, a Ford detinha um site completo com todas as suas marcas e produtos, com uma interface amigável, o que facilitou a coleta de dados e minimizou a chance de erro.

Os objetos de pesquisa utilizados neste estudo de caso foram os modelos apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Modelos utilizados no estudo de caso da Ford

MODELO	CLASSIFICAÇÃO DA ANFAVEA	NOMENCLATURA NO MUNDO	ESTILOS DE CARROCERIA
Ka	Carro de Passeio	Ka	Hatch – 3 portas
Fiesta Mark IV/V <sup>[1]</sup>	Carro de Passeio	Street - Brasil	Hatch – 5 portas
		Ikon - China, México e Índia	Sedan
		Courier - América Latina	Pick-Up
Fiesta Mark VI/VII <sup>[2]</sup>	Carro de Passeio	Fiesta	Hatch – 3 portas Hatch – 5 Portas Sedan Van
Eco-Sport	Comercial Leve / Camioneta de uso misto	Fusion – Europa EcoSport – América Latina	Monovolume – 5 portas
Focus	Carro de Passeio	Focus <sup>[3]</sup>	Hatch – 3 portas Hatch – 5 portas Sedan Perua / Station Wagon
Fusion	Carro de Passeio	Fusion – EUA, Canada e em parte da América Latina	Sedan

Fonte: Autor

Com relação à coleta dos dados, é importante ter em mente as seguintes observações:

[1] Os Mark IV e V representam a quarta e quinta gerações dos Fiestas. A diferença entre elas é muito pequena (Cosmética). Ambas as gerações compartilham a mesma plataforma.

[2] Os Mark VI e VII representam a sexta e sétima gerações dos Fiestas. A diferença entre elas é muito pequena (Cosmética), porém muito relevante quando comparadas com os Mark IV e V, pois utilizam uma nova plataforma.

[3] Existe ainda o Focus C-MAX, que é um monovolume derivado do Focus, mas por não ser comercializado no Brasil, não está contido na amostra da pesquisa. Ele está para o Focus como o Eco-Sport/Fusion está para o Fiesta.

### **3.4.1 Coleta e processamento de dados (caso Ford)**

Com relação à classificação da pesquisa, seguiu-se a metodologia aplicada por Vergara (2005):

Quanto aos fins, pode-se classificar a pesquisa como sendo uma investigação exploratória e uma pesquisa descritiva. Investigação exploratória, quando realizada em uma área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Concomitantemente, pode ser classificada como sendo uma pesquisa descritiva, uma vez que visa estabelecer correlações entre os quatro grandes grupos de variáveis que influenciam a gestão da variedade de produtos, para se entender melhor o fenômeno de proliferação de produtos na indústria automobilística.

Quanto aos meios, é uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo. É uma pesquisa bibliográfica, pois contará com uma extensa revisão na literatura relacionada ao tema e com o levantamento de dados provenientes das montadoras, assim como relatórios disponíveis para a consulta pública em associações de classe, tais como: ANFAVEA (Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores), OICA (Organização Internacional de Construtores de Automóveis), SINDIPEÇAS (Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores). É uma pesquisa de campo já que envolve entrevistas com gerentes da montadora e observações diretas (*in loco*) em concessionárias da cadeia de suprimentos da indústria automotiva.

A seguir, será explicada a evolução histórica do tratamento dos dados e como os dados coletados foram trabalhados e analisados.

A variedade de produtos pode ser mensurada pelo número de diferentes SKU (*Stock Keeping Units*) ou pelo número de configurações finais disponíveis para o consumidor final (Pil e Holweg, 2004). Diferentes autores da literatura acadêmica buscam quantificar essa variedade. Tang e Yam (1996) propõem uma fórmula simples para a mensuração da variedade de produtos da indústria de eletrônicos, utilizando a Equação 1.

$$V = \sum_{i=1}^n m_i \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V => Número total de variedades de produto

i => marcas, variando de 1 a n

$m_i$  => número total de versões de uma categoria de produtos para uma marca i

No mesmo período, Fisher e Ittner (1999) desenvolveram uma fórmula genérica para calcular a variedade de produtos na indústria automobilística, sendo representada pela Equação 2.

$$V = n.o.p.2^a \quad (\text{Equação 2})$$

Onde

V => Número total de variedades de produto

n => Número de tipo de carrocerias

o => Número de combinações entre motorizações e câmbio (*power-train*)

p => Número de combinações entre pintura e estofamento interno (*paint & trim*)

a => Número de opcionais de fábrica

A equação 2 contém um erro prático, uma vez que supõe que todas as carrocerias, motorizações, câmbios, pintura e estofamento internos podem ser configurados entre si, sem nenhuma restrição, quando tal fato não é verificado empiricamente.

A equação 3 apresenta-se como uma evolução da equação 2, por dois motivos. O primeiro fato a ser considerado é a inclusão das versões que não foram

contempladas na equação 2. O segundo é que esta incluiu somatórios: tal fato permite que em cada versão disponível seja configurado o *mix* de motorização, carroceria, pintura, estofamento, que são passíveis de ser configurados pelo consumidor final.

Este fato pode ser suprido com os somatórios oferecidos na Equação 3 para calcular o número total de variedades que continham as restrições.

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \sum_{l=1}^p .2^{c_{ijkl}} \quad (\text{Equação 3})$$

V => Número total de variedades de produto

i => versões, variando de 1 a m.

j => carroceria, variando de 1 a n

k => combinações entre motorização e câmbio (*power-train*), variando de 1 a 0

L => combinações entre pintura e estofamento interno (*paint & trim*), variando de 1 a p

$c_{ijkl}$  => opcionais de fábrica

A fórmula de Fisher e Ittner (1999), porém, não contempla também as restrições impostas pelas montadoras, tais como um modelo conversível não ter a opção de teto solar ou então os pacotes de opcionais (*option bundling*). Deste modo, o consumidor final terá acesso na prática a um total de variedades menor que o teórico proposto em Fischer e Ittner (1999). Neste sentido, Pil e Holweg (2004), Barbosa *et al* (2005), Scavarda *et al* (2009a) e Scavarda *et al* (2009b) incluíram uma segunda parcela na Equação 3, chegando-se assim à Equação 4.

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \sum_{l=1}^p .2^{a_{ijkl}} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \sum_{l=1}^p pr_{ijkl} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

V => Número total de variedades de produto

i => versões, variando de 1 a m.

j => carroceria, variando de 1 a n

k => combinações entre motorização e câmbio (*power-train*), variando de 1 a 0

l => combinações entre pintura e estofamento interno (*paint & trim*), variando de 1 a p

$a_{ijkl} \Rightarrow$  opcionais de fábrica

$pr_{ijkl} \Rightarrow$  restrição potencial

Este trabalho estendeu a análise de variedade de produtos na indústria automotiva para a junção das fábricas das montadoras de veículos, incluindo os pontos de vendas (concessionários). Estes membros da cadeia de suprimentos também contribuem para a geração de variedade de produto percebida pelo consumidor final. Esta variedade gerada no concessionário (acessórios ou também chamados de *dealer fitted options*) contribui de forma exponencial no total de variedade (V), assim como o faz o número de opcionais de fábrica. Com isso, Reis contribui para a literatura de variedade de produtos com a Equação 5.

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \sum_{l=1}^p .2^{a_{ijkl}} .2^{b_{ijkl}} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^o \sum_{l=1}^p pr_{ijkl} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

V  $\Rightarrow$  Número total de variedades de produto

i  $\Rightarrow$  versões, variando de 1 a m.

j  $\Rightarrow$  carroceria, variando de 1 a n

k  $\Rightarrow$  combinações entre motorização e câmbio (*power-train*), variando de 1 a 0

l  $\Rightarrow$  combinações entre pintura e estofamento interno (*paint & trim*), variando de 1 a p

$a_{ijkl} \Rightarrow$  opcionais de fábrica

$pr_{ijkl} \Rightarrow$  restrição potencial

$b_{ijkl} \Rightarrow$  acessórios (concessionárias)