

# **INTERPRETANDO A VARIEDADE DE PRODUTOS SOB A PERSPECTIVA DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS: O CASO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

**Aluno: Tiago Carneiro Fernandes**

**Orientador: Luiz Felipe Scavarda**

## **Introdução**

A pesquisa de Iniciação Científica (I.C.) foi desenvolvida dentro do escopo do Projeto “Intelligent Logistics for Innovative Product Technologies”, patrocinado pela Comunidade Européia e pelo CNPq, e agora segue dentro do escopo do projeto BRAGECRIM, projeto patrocinado pela CAPES e pelo DFG (agência de fomento à pesquisa da Alemanha) que conta com o apoio do CNPq.

De acordo com Fisher *et al* (1999), a variedade de produtos pode ser definida em duas dimensões: a gama de produtos que uma firma oferece em um determinado tempo e a taxa com que a firma substitui os produtos existentes por novos produtos. Neste contexto, dando continuidade ao trabalho de I.C. desenvolvido pelo aluno em 2007, o presente estudo analisa a evolução da variedade de produtos no mercado automotivo mundial sob a perspectiva de um confronto estático. A pesquisa buscou confrontar o retrato do mercado automobilístico mundial encontrado em 2007 com aquele encontrado em 2010.

A pesquisa é exploratória em sua natureza e inclui uma comparação empírica que considera a oferta de automóveis das cinco maiores produtoras a nível global. Foram consideradas como variáveis de pesquisa as marcas de carros de passageiros de cada montadora, seus respectivos modelos de automóveis, que por sua vez foram classificados pelo tipo de carroceria, segmento de mercado e finalmente foram definidas suas plataformas, variáveis utilizadas pela literatura especializada. A pesquisa valeu-se de uma análise envoltória de dados (DEA) delimitada ao mercado Brasileiro.

## **Objetivos**

Neste contexto, buscou-se na iniciação científica continuar o trabalho desenvolvido nos anos anteriores relacionado à variedade de produtos na indústria automotiva. O presente trabalho objetiva encontrar o atual retrato da oferta automotiva mundial, confrontá-lo com o retrato estático de 2007 e identificar fatores característicos de mercado contando com o auxílio de uma análise envoltória de dados.

## **Análise Envoltória de Dados (DEA)**

A Análise Envoltória de Dados (DEA), (Charnes, Cooper e Rhodes; 1978) e (Banker, Charnes e Cooper; 1984) é uma técnica de programação matemática que permite avaliar o grau de eficiência produtiva entre várias empresas, denominadas unidades tomadoras de decisão (DMUs), considerando os recursos de que se dispõe (inputs) com os resultados alcançados (outputs).

O princípio básico é medir e comparar o desempenho das unidades tomadoras de decisão, que realizam tarefas similares, considerando a relação entre insumos (inputs) e produtos (output). As DMU's devem ser auto-suficientes na tomada de decisão, para que possam ser implementadas as sugestões propostas pelo método (Guedes,2002).

Diferentemente dos métodos paramétricos, cujo objetivo é otimizar um plano de regressão simples, a DEA permite otimizar individualmente cada uma das observações, uma em relação

as demais, formando assim uma fronteira de eficiência. Essa fronteira de eficiência é definida segundo o conceito de Pareto-Koopmans, pelo nível máximo de produção para um dado nível de insumo. O conceito de Pareto-Koopmans para a eficiência é caracterizado por um vetor input-output, onde uma DMU é eficiente se somente se nenhum dos outputs possa ser aumentado sem que algum input necessite ser aumentado, ou que algum outro output seja reduzido e nenhum dos inputs possa ser reduzido sem que algum input necessite ser aumentado, ou que algum outro output seja reduzido.

O modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) é o modelo que se originou da técnica DEA, com base no trabalho de M.J.Farrel, também conhecido como modelo CRS (Constant Returns to Scale), que trabalha com retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação nos insumos leva a uma variação proporcional nos produtos. Define-se a eficiência como sendo a razão entre a soma ponderada dos produtos (output) e a soma ponderada dos insumos (inputs).

Já o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper, 1984), também conhecido como VRS (Variable Return Scale), pressupõe que as DMU's avaliadas apresentem retornos variáveis de escala. O modelo determina uma fronteira VRS que considera retornos crescentes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente. Considera que um acréscimo no input poderá promover um acréscimo no output, não necessariamente proporcional, ou até mesmo um decréscimo. O modelo BCC surgiu como uma forma de eficiência resultante da divisão do modelo CCR em duas componentes: eficiência técnica e a eficiência de escala. A medida de eficiência técnica, resultante do modelo BCC, identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU. A eficiência de escala é igual ao quociente da eficiência BCC com a eficiência CCR, e dá uma medida da distância da DMU em análise até uma DMU fictícia, que opera com o tamanho da escala mais produtivo. Tanto o modelo CCR quanto o modelo BCC podem ser utilizados para maximização de outputs ou minimização de inputs.

## **Metodologia**

A pesquisa que deu origem a atual proposta de trabalho de iniciação científica teve origem no trabalho de Pil e Holweg (2004). Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia para quantificar a variedade de produtos e calcular a variedade estática de produtos oferecida pelas principais montadoras ao mercado automotivo europeu. A presente pesquisa utiliza como base metodologias desenvolvidas por Pil e Holweg (2004), Barbosa (2006) e Scavarda *et al.* (2009), utilizando específicas variáveis previamente consideradas e incluindo novas variáveis. As variáveis consideradas no atual trabalho são divididas em dois grupos, no primeiro grupo estão presentes as variáveis *marcas*, *modelos* e *segmentos* oferecidas por cada montadora. O segundo grupo é representado pelas variáveis *carrocerias* e *plataformas* que constituem a base de modelos. Nesta pesquisa a variável *marcas* é entendida como o número de subsidiárias distintas produtoras de veículos de passageiros pertencentes a uma montadora controladora. É possível exemplificar esta variável tomando como exemplo o caso da montadora Volkswagen. Esta montadora, sendo controladora das marcas Audi, Seat, Skoda e Volkswagen apresenta a variável *marcas* com valor 4.

Tabela 1 - Marcas das cinco maiores produtoras de automóveis a nível global.

2007	2010	2007	2010	2007	2010	2007	2010	2007	2010
FORD		GM		TOYOTA		HONDA		VOLKSWAGEN	
Ford	Ford	Buick	Buick	Daihatsu	Daihatsu	Honda	Honda	Audi	Audi
Lincoln	Lincoln	Cadillac	Cadillac	Lexus	Lexus	Acura	Acura	Seat	Seat
Mercury	Mercury	Chevrolet	Chevrolet	Toyota	Toyota			Skoda	Skoda
Volvo	Volvo	Daewoo	Daewoo					Volkswagen	Volkswagen
AstonMartin		Holden	Holden						
Jaguar		Opel	Opel						
Mazda		Pontiac	Vauxhall						
		Saab	Matiz						
		Saturn	Pontiac						
		Vauxhall							

Fonte: Elaborado pelo aluno.

De 1994 a 2007 a marca Aston Martin fez parte do grupo Ford. Em março de 2007 ela foi vendida pelo grupo a uma *joint venture* internacional. Já a marca Jaguar foi vendida pelo grupo em Março de 2008 para a montadora indiana Tata Motors. Também em 2008 a marca Mazda deixou de fazer parte do grupo Ford.

Já para o grupo GM as marcas Saab e Saturn foram descontinuadas. O grupo comprou a marca Saab em 1990 e em 2010 a vendeu para a empresa Spyker Cars. A marca Saturn está sendo descontinuada pelo grupo GM que não oferta modelos em 2010. Caso similar pode ser constatado para a marca Pontiac que está atualmente sendo descontinuada pelo grupo tendo apresentado reduzida oferta na amostra de mercados utilizada na pesquisa.

Os grupos Toyota, Honda e Volkswagen apresentaram em 2010 a mesma oferta de marcas de 2007.

Para variável *modelos* entende-se o número de veículos de passageiros de uma determinada marca diferenciados por gerações de produção, design externo e pela sua *plataforma*, não sendo considerados como novos modelos veículos com alterações de *face-lift* e com variações de carrocerias. Como exemplo, ao classificar os três veículos Focus *Hatch*, Focus *Sedan* e American Fusion pela variável *modelos* temos como resultado o valor 2 para esta variável. A variável *segmentos* considera os veículos de passageiros que são classificados como *Supermini*, *Subcompact*, *Compact*, *Mid-size*, *Full-size*, *X-Full-size* e *Sports*. Estas classificações são referentes às dimensões de cada veículo. Cada *modelo* pode ser diferenciado pela variável *carrocerias* que nesta pesquisa engloba as seguintes classificações: *Coupe*, *Hatch*, *Sedan*, *Stationwagon*, *MPV* (Multi-Purpose Vehicle). Esta variável está sendo contabilizada através da discriminação da oferta que será apresentada posteriormente. A próxima figura ilustra as *carrocerias* utilizadas nesta pesquisa.

Figura 1 - Carrocerias



Fonte: Elaborado pelo aluno.

Finalmente, a variável *plataformas* constitui a base na qual se desenvolvem todas as variedades de um produto automotivo. As tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam as plataformas encontradas para o ano de 2010 para as cinco maiores produtoras de automóveis.

Tabela 2 - Plataformas 2010 para o grupo Ford.

2010		
FORD GROUP		
Ford Vehicles	Platforms	
Ka	2	1
	B3	B3
Focus	2	1/ North
	C1	C170
Fiesta	6	5
	B-car	B3
American Fusion	CD3	
Fusion (EcoSport)	B3	
Mondeo	EUCD	
Mustang	D2C	
Taurus	D3	
Crown Victoria	Panther	
Focus C-Max	C1	
Ikon	B3	
Figo	B-car	
Falcon	E8	
Volvo Vehicles	Platfomrs	
V70 (XC70)	EUCD	
V50	C1	
S40	C1	
S80	EUCD	
C30	C1	
C70	C1	
S 60	EUCD	
Lincoln Vehicles	Platforms	
Town Car	Panther	
MKZ	CD3	
MKS	D3	
MKT	D4	
Mercury Vehicles	Platforms	
Milan	CD3	
Grand Marquis	Panther	

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 3 - Plataformas 2010 para o grupo General Motors.

2010			
GM GROUP			
Chevrolet Vehicles		Platforms	
Agile	GM4300		
Corsa	C	D	B
	GM4300	SCCS	GM4200
Astra	G/B	H/C	J/D
	GM2700/3000	GMDelta	GMDelta 2
Meriva	A	B	
	GM4300	SCCS	
Omega	C (Commodore 4)		B (Commodore 3)
	GMZeta		GMV
Zafira	A	B	
	GM2700/3000	GMDelta	
Aveo	1		
	Daewoo T		
Corvette	Y		
Spark	1	2	
	Daewoo M	GMM300	
Camaro	GMZeta		
Cruze	GMDelta 2		
Celta	GM4200		
Optra (Lacetti)	Daewoo J		
Epica	Daewoo V		
Malibu	Epsilon		
Cobalt	GMDelta		
Impala	GMW		
Vectra	C		
	Epsilon		
Cadillac Vehicles		Platforms	
CTS	Sigma 2		
STS	Sigma		
DTS	GMK		
BLS	Epsilon		
XLR	Y		
Buick Vehicles		Platforms	
La Crosse	1	2	
	GMW	Epsilon 2	
Lucerne	H-Body		
Regal (Opel Insignia)	Epsilon 2		
Park Avenue (Holden Commodore)	GMZeta		
Excelle (Chevrolet Astra J/D)	GMDelta 2		
Excelle (Chevrolet Optra)	Daewoo J		
Matiz Vehicles (USA)		Platforms	
G2 (Spark 1)	Daewoo M		
Pontiac Vehicles (Canada)		Platforms	
Pontiac Vibe	Corolla E		
G3 (Aveo 1)	Daewoo T		
G5 (Cobalt)	GMDelta		
Opel Vehicles (in addition to chevrolet vehicles )		Platforms	
Agila	Suzuki		
Insignia (Regal)	Epsilon 2		
GT	GMKappa		
Tigra	GM4300		
Holden Vehicles		Platforms	
Commodore 4(Chevrolet Omega C, Buick Park Avenue, Daewoo Veritas)			GMZeta
Viva (Optra)	Daewoo J		
Barina (Aveo)	Daewoo T		
Daewoo Vehicles		Platforms	
Veritas (Commodore 4)	GMZeta		
Tosca (Epica)	Daewoo V		
Lancetti Premire (Cruze)	GMDelta 2		
Gentra (Aveo)	Daewoo T		
Matiz (Spark)	Daewoo M/GMM300		

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 4 - Plataformas 2010 para o grupo Toyota.

2010		
TOYOTA GROUP		
Toyota Vehicles	Platforms	
Corolla 10 (Auris, Axio, Verso) and Corolla (9th Gen.)	10 E	9 E
Camry		XV (ACV/GSV)
Prius		XW3
Avensis		XW3
Yaris		XP2
Avalon		AL (GGL)
Matrix		E
iQ		iQ
Aygo		JOINT VENTURE PSA
Urban Cruiser		Urban Cruiser
Rumion		DBA
Crown		S-Series
Sai		XW3
Sienta		XP2
Century		Celsior
Passo		Storia
bB		Storia
Premio		XW
Porte		XP2
Ractis		XP2
Raum		XP2
Mark X	X S-Series	2 CHASER
Daihatsu Vehicles	Platforms	
Mira (Cuore, Charade)		Mira
Sirion		Storia
Copen		Copen
Materia		Storia
Esse		Esse
Cocoa		Mira
Mira Gino		Mira
Move		Mira
Conte		Mira
Tanto Exe		Mira
Lexus Vehicles	Platforms	
HS		XW3
ES		CAMRY (300N)
LS		S-Series
GS		S-Series
IS		S-Series
SC		S-Series
LFA		LFA

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 5 - Plataformas 2010 para o grupo Honda.

2010	
HONDA GROUP	
Honda Vehicles	Platform
Fit	GE
Civic	HC
City	GE
Accord	HM
American Accord	HM
Legend	HF
FCX	FCX
Insight	Insight
CRZ	CRZ
Freed	GE
Zest	Hsuper
Life	Hsuper
Acura Vehicles	Platform
TSX	HM
TL	HM
RL	HF
CSX	HC

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 6 - Plataformas 2010 para o grupo Volkswagen.

2010			
VOLKSWAGEN GROUP			
Volkswagen Vehicles		Platform	
Fox			PQ24
Gol	4		5
		BX	PQ24
Polo	4		5
		PQ24	PQ25
Golf	4	5	6
	PQ34	PQ35	PQ35
Passat		5	6
		B5	PQ46
Santana		Santana B2	Santana 3 B2
Beetle			PQ34
Eos			PQ35
Scirocco			PQ35
Phaeton			D3
Lavida			PQ34
Audi Vehicles		Platform	
A1			PQ25
A3			PQ35
A4			MLB
A5			MLB
A6			C6
A8			MLB
TT			PQ35
R8			Lamborghini Gallardo
Seat Vehicles		Platform	
Ibiza 4			PQ25
Leon			PQ35
Altea			PQ35
Exeo			B7
Skoda Vehicles		Platform	
Octavia		1	2
		PQ34	PQ35
Fabia 2			PQ24
Superb B6			PQ35
Roomster			PQ34
Yeti			PQ35

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Como objeto de estudo foram utilizados os veículos das 5 maiores produtoras globais de automóveis classificadas pela OICA, Toyota, General Motors, Volkswagen, Ford e Honda. A pesquisa incorporou os principais mercados mundiais, contabilizando a oferta presente em 28 países. De forma a poder obter algumas peculiaridades, buscou-se incluir na amostra exceções que de forma geral foram escolhidas de maneira aleatória. A coleta de dados foi realizada nos sites oficiais de cada montadora disponíveis em cada país de estudo.

Na presente pesquisa a DEA desenvolvida para o mercado Brasileiro considera as marcas presentes no mercado nacional como DMUs, ou seja, Ford, Chevrolet, Toyota, Lexus, Honda, Volkswagen e Audi. A marca Volvo não foi considerada devido a falta de dados referentes a essa marca.

Para avaliar a eficiência de cada marca considerou-se a oferta como *input* e a quota de mercado como *output*.

O modelo utilizado foi o CCR orientado para maximização de *output*, pois cada montadora pretende aumentar a sua quota de mercado. A figura 2 ilustra a formulação matemática do modelo básico CCR para maximização de *outputs*.

Figura 2 - CCR-O

<b>Maximização de Outputs – CCR-O</b>
$Min\ Eff_0 = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}$
<p><b>Sujeito a:</b></p> $\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \geq 1, \quad K = 1, 2, \dots, n$
$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall j, i$

Fonte: PUC-Rio, certificação: 0410809/CA.

Onde:

Eff<sub>0</sub> – eficiência da DMU<sub>0</sub>;

u<sub>j</sub>, v<sub>i</sub> – pesos de outputs e inputs respectivamente;

x<sub>ik</sub>, y<sub>jk</sub> – inputs i e outputs j da DMU<sub>k</sub>;

x<sub>i0</sub>, y<sub>j0</sub> – inputs i e outputs j da DMU<sub>0</sub>;

## Resultados

As próximas tabelas demonstram os dados encontrados em 2010 para as cinco maiores montadoras para as variáveis: Oferta, Marcas, Modelos, Plataformas e segmentos considerando 28 países que são descritos na primeira coluna de cada tabela. As tabelas 7, 8, 9, 10 e 11 são referentes às cinco maiores produtoras a nível global.

Tabela 7 - Valores 2010 para as variáveis do grupo Toyota.

2010												
TOYOTA GROUP												
Market	Offer	Brands	Models	Platforms	Model Range							
					Supermini	Subcompact	Compact	Mid-Size	Full-Size	X Full-Size	Sport	
Brazil	4	2	4	4	0	0	1	2	0	1	0	
Argentina	3	1	3	3	0	0	1	2	0	0	0	
Chile	7	1	5	4	0	1	1	3	0	0	0	
Colombia	4	2	4	3	0	2	1	1	0	0	0	
Venezuela	3	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	
Puerto Rico	7	2	6	5	0	1	2	2	1	0	0	
Mexico	5	2	4	3	0	1	2	1	0	0	0	
U.S.A.	15	2	13	9	0	1	3	4	2	1	2	
Canada	15	2	13	9	0	1	3	4	2	1	2	
Germany	19	3	16	11	3	4	1	3	1	1	3	
U.K.	17	3	14	10	2	4	1	3	1	1	2	
France	20	3	17	11	4	4	1	3	1	1	3	
Italy	19	3	16	11	3	4	1	3	1	1	3	
Portugal	19	3	16	11	3	4	1	3	1	1	3	
Luxembourg	15	2	11	7	2	1	1	3	1	1	2	
Russia	14	2	10	6	1	1	1	4	1	1	1	
Turkey	9	2	7	6	0	3	1	3	0	0	0	
Japan	41	3	33	14	9	7	4	6	3	1	3	
China	16	3	14	8	0	3	2	4	2	1	2	
India	3	1	3	3	0	0	1	2	0	0	0	
Korea	5	1	4	2	0	0	0	2	1	1	0	
Malaysia	10	2	8	6	0	2	1	3	1	1	0	
Thailand	8	2	6	4	0	1	1	2	1	1	0	
Australia	11	2	8	6	0	1	2	3	1	1	0	
Indonesia	11	3	9	7	0	3	1	3	1	1	0	
Philippines	12	2	10	8	0	2	1	4	1	1	1	
New Zealand	14	3	9	6	0	2	1	4	1	1	0	
South Africa	16	3	12	9	1	4	1	2	1	1	2	

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 8 - Valores 2010 para as variáveis do grupo GM.

2010											
GM GROUP											
Market	Offer	Brands	Models	Platforms	Model Range						
					Supermini	Subcompact	Compact	Mid-Size	Full-Size	X Full-Size	Sport
Brazil	13	1	9	5	1	4	3	0	1	0	0
Argentina	15	1	10	7	1	5	3	0	0	0	1
Chile	11	1	8	7	1	2	4	0	0	0	1
Colombia	7	1	5	5	1	1	2	1	0	0	0
Venezuela	4	1	3	3	1	1	1	0	0	0	0
Puerto Rico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mexico	12	4	11	11	1	2	2	2	1	1	2
U.S.A.	16	3	13	11	0	1	1	5	2	2	2
Canada	15	4	12	12	0	1	2	3	2	2	2
Germany	24	3	16	13	3	3	5	3	1	0	1
U.K.	22	3	16	13	3	4	5	2	1	0	1
France	18	3	13	11	2	3	4	2	1	0	1
Italy	23	3	18	15	3	3	5	3	1	0	3
Portugal	15	2	11	9	2	3	4	2	0	0	0
Luxembourg	16	3	11	9	1	3	3	2	1	0	1
Russia	21	3	13	11	1	2	5	3	1	1	0
Turkey	17	2	11	9	1	3	5	2	0	0	0
Japan	6	2	5	5	0	0	0	0	1	2	2
China	19	4	14	11	0	2	5	3	2	1	1
India	10	2	7	7	2	2	2	1	0	0	0
Korea	11	2	9	9	2	1	1	1	2	2	0
Malaysia	7	2	6	5	0	2	3	1	0	0	0
Thailand	3	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0
Australia	6	1	4	4	0	1	1	2	0	0	0
Indonesia	2	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0
Philippines	4	1	3	3	1	1	1	0	0	0	0
New Zealand	10	1	6	6	0	1	3	2	0	0	0
South Africa	11	2	10	10	1	2	3	2	1	1	0

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 9 - Valores 2010 para as variáveis do grupo Volkswagen.

2010											
VOLKSWAGEN GROUP											
Market	Offer	Brands	Models	Platforms	Model Range						
					Supermini	Subcompact	Compact	Mid-Size	Full-Size	X Full-Size	Sport
Brazil	25	2	15	8	1	3	5	2	1	1	2
Argentina	26	3	19	9	1	5	6	2	1	1	3
Chile	21	4	17	8	1	4	5	2	1	1	3
Colombia	28	4	21	8	1	5	7	3	1	1	3
Venezuela	24	4	19	8	1	5	7	2	1	1	2
Puerto Rico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mexico	22	3	17	8	1	2	8	2	1	0	3
U.S.A.	18	2	12	6	0	0	5	2	1	1	3
Canada	19	2	13	6	0	0	6	2	1	1	3
Germany	40	4	27	10	1	6	10	4	1	2	3
U.K.	40	4	27	10	1	6	10	4	1	2	3
France	42	4	28	10	1	6	11	4	1	2	3
Italy	40	4	27	10	1	6	10	4	1	2	3
Portugal	40	4	27	10	1	6	10	4	1	2	3
Luxembourg	40	4	27	10	1	6	10	4	1	2	3
Russia	36	4	25	10	0	6	9	4	1	2	3
Turkey	24	3	19	7	0	3	8	3	1	1	3
Japan	18	2	14	7	0	1	6	2	1	1	3
China	27	3	23	10	0	2	11	4	1	2	3
India	14	3	14	9	0	2	4	3	1	2	2
Korea	15	2	13	7	0	0	5	2	1	2	3
Malaysia	10	2	10	6	0	0	4	2	1	1	2
Thailand	11	2	10	5	0	0	4	2	1	1	2
Australia	26	3	17	8	0	3	6	3	1	1	3
Indonesia	13	2	11	5	0	0	5	1	1	2	2
Philippines	6	1	6	4	0	0	1	1	1	0	3
New Zealand	27	3	19	8	0	5	6	3	1	1	3
South Africa	21	2	16	8	0	2	7	2	1	1	3

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 10 - Valores 2010 para as variáveis do grupo Ford.

2010											
FORD GROUP											
Market	Offer	Brands	Models	Platforms	Model Range						
					Supermini	Subcompact	Compact	Mid-Size	Full-Size	X Full-Size	Sport
Brazil	13	2	10	4	1	2	2	2	1	0	2
Argentina	13	2	10	3	1	2	2	2	1	0	2
Chile	12	2	9	4	0	2	2	1	1	0	3
Colombia	2	1	2	2	0	1	0	1	0	0	0
Venezuela	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Puerto Rico	11	3	10	5	0	0	1	3	4	1	1
Mexico	13	4	12	6	0	2	2	3	2	0	3
U.S.A.	20	4	17	9	0	1	2	5	5	1	3
Canada	16	3	13	8	0	1	2	3	4	0	3
Germany	17	2	12	4	1	2	3	3	1	0	2
U.K.	16	2	12	4	1	2	3	3	1	0	2
France	17	2	12	4	1	2	3	3	1	0	2
Italy	16	2	11	4	1	2	3	2	1	0	2
Portugal	17	2	11	4	1	2	3	2	1	0	2
Luxembourg	18	2	12	4	1	2	3	3	1	0	2
Russia	15	2	10	4	0	2	3	2	1	0	2
Turkey	17	2	11	4	1	2	3	2	1	0	2
Japan	7	2	6	3	0	0	1	1	1	0	3
China	9	2	7	3	0	1	2	1	1	0	2
India	9	2	8	4	0	3	1	1	1	0	2
Korea	10	3	9	6	0	0	1	2	3	1	2
Malaysia	8	2	6	2	0	0	2	1	1	0	2
Thailand	6	2	4	2	0	0	2	0	1	0	1
Australia	13	2	9	4	0	1	2	2	2	0	2
Indonesia	8	2	6	2	0	0	2	1	1	0	2
Philippines	8	2	6	2	0	0	2	1	1	0	2
New Zealand	14	2	9	4	0	1	2	2	2	0	2
South Africa	10	2	8	4	0	2	2	1	1	0	2

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Tabela 11 - Valores 2010 para as variáveis do grupo Honda.

2010											
HONDA GROUP											
Market	Offer	Brands	Models	Platforms	Model Range						
					Supermini	Subcompact	Compact	Mid-Size	Full-Size	X Full-Size	Sport
Brazil	4	1	4	3	0	2	1	1	0	0	0
Argentina	5	1	5	4	0	2	1	1	1	0	0
Chile	4	1	4	4	0	1	1	1	1	0	0
Colombia	5	1	4	4	0	1	1	1	1	0	0
Venezuela	5	1	4	4	0	1	1	1	1	0	0
Puerto Rico	9	2	7	5	0	1	2	3	1	0	0
Mexico	9	2	7	4	0	2	1	3	1	0	0
U.S.A.	10	2	8	6	0	1	2	4	1	0	0
Canada	11	2	9	6	0	1	4	3	1	0	0
Germany	8	1	5	6	0	1	2	1	1	0	0
U.K.	7	1	5	5	0	1	3	1	0	0	0
France	7	1	5	5	0	1	3	1	0	0	0
Italy	8	1	6	6	0	1	3	1	1	0	0
Portugal	7	1	5	5	0	1	3	1	0	0	0
Luxembourg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Russia	5	1	4	4	0	1	1	1	1	0	0
Turkey	5	1	4	3	0	2	1	1	0	0	0
Japan	15	1	11	8	2	2	3	3	1	0	0
China	7	2	7	4	0	2	1	3	1	0	0
India	4	1	4	4	0	1	1	1	1	0	0
Korea	3	1	3	3	0	0	1	1	1	0	0
Malaysia	6	1	5	3	0	3	1	1	0	0	0
Thailand	5	1	5	3	0	3	1	1	0	0	0
Australia	7	1	6	4	0	2	1	2	1	0	0
Indonesia	5	1	5	3	0	3	1	1	0	0	0
Philippines	4	1	3	3	0	1	1	1	0	0	0
New Zealand	6	1	5	3	0	2	1	2	0	0	0
South Africa	5	1	3	3	0	1	1	1	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo aluno.

A análise envoltória de dados desenvolvida para as marcas presentes no mercado Brasileiro indicou que a Ford se configura como a marca mais eficiente ao confrontarmos seu input de oferta e seu output de quota de mercado. A tabela 12 apresenta os *inputs* e *outputs* de cada marca analisada.

Tabela 12 – *Inputs* e *outputs* utilizados na DEA

DMU	Oferta ( <i>input</i> )	Quota de Mercado ( <i>output</i> )
Ford	7	0,119105
Chevrolet	13	0,213910
Toyota	2	0,021243
Lexus	2	0,000004
Honda	4	0,044973
Volkswagen	16	0,227867
Audi	9	0,001016

Fonte: Elaborado pelo aluno.

A tabela 13 apresenta o *ranking* por eficiência (*score*) das marcas analisadas.

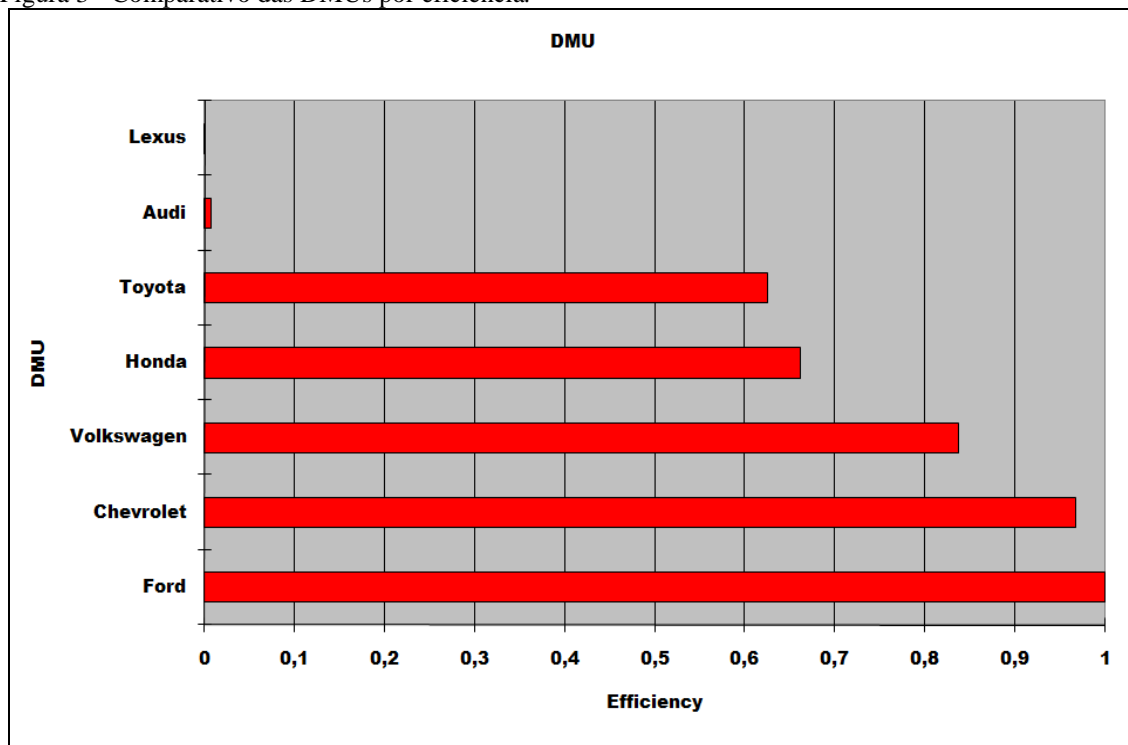
Tabela 13 - *Ranking* por eficiência da DEA desenvolvida no Brasil.

Rank	DMU	Score
1	Ford	1
2	Chevrolet	0,967070978
3	Volkswagen	0,837011969
4	Honda	0,660782529
5	Toyota	0,624240206
6	Audi	6,63E-03
7	Lexus	1,18E-04

Fonte: Elaborado pelo aluno.

A figura 3 ilustra confronta a eficiência das DMUs analisadas na DEA desenvolvida para o mercado Brasileiro.

Figura 3 - Comparativo das DMUs por eficiência.



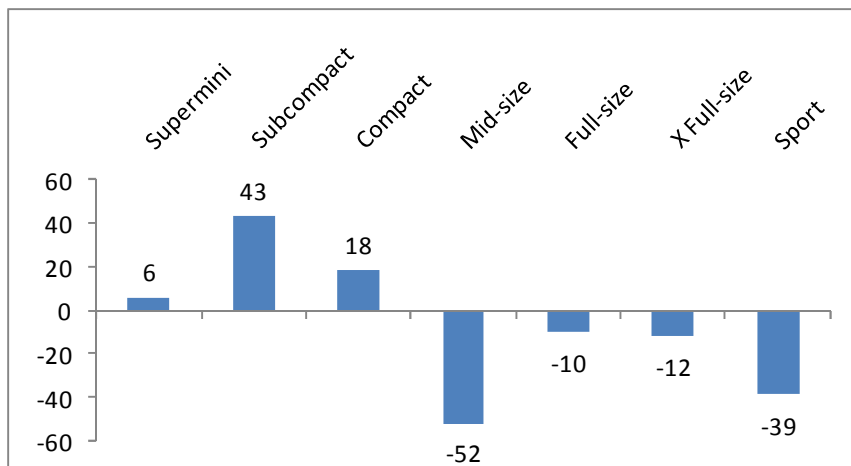
Fonte: Elaborado pelo aluno.

### Discussões e Conclusões

Ao compararmos os resultados obtidos no ano de 2010 com aqueles de 2007 foi possível constatar que a oferta de veículos a nível global apresentou redução<sup>1</sup>. Ao analisar país por país encontrou-se que a Colômbia apresentou o maior aumento da oferta enquanto o Canadá representou a maior queda, com uma redução de 27 veículos. É importante mencionar que todos os países que apresentaram um aumento da oferta são classificados como emergentes, como o caso do Brasil. No entanto, ao considerarmos o grupo de países que apresentou redução na oferta de veículos encontram-se países emergentes e desenvolvidos. Especificando a oferta nas variáveis estudadas notou-se que nos casos das variáveis *marcas*, *modelos* e *plataformas* ocorreram reduções. Já no caso das variáveis *segmentos* e *carrocerias* algumas classificações apresentaram aumento e outras apresentaram redução. Como no caso da variável *segmentos*, na qual o número de veículos classificados nas tipologias de menor dimensão *Supermini*, *Subcompact*, *Compact* apresentou tendência de aumento. Por outro lado, o número de veículos classificados em tipologias de maior dimensão e esportivas apresentou tendência de queda. A figura 4 descreve a diferença entre os anos de 2010 e 2007 para a variável *segmentos* a nível global (soma da diferença para os 28 países analisados) e a figura 5 apresenta os mesmos dados para a média global, BRICs (acrônimo para Brasil, Rússia, Índia e China) e Brasil.

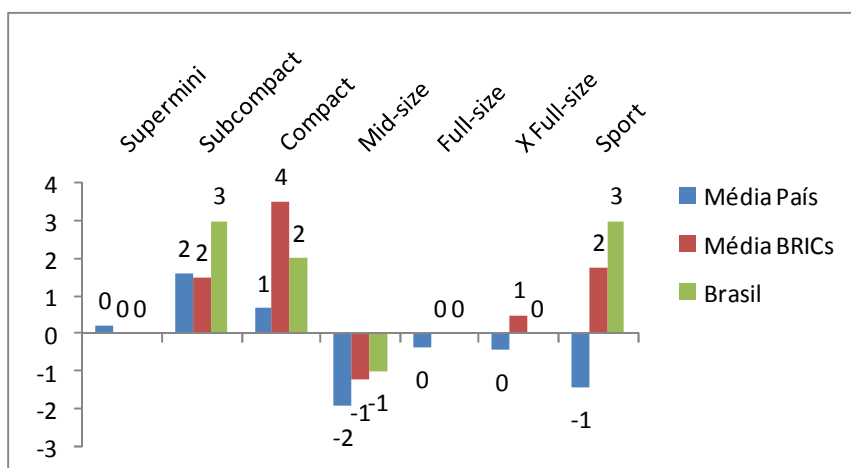
<sup>1</sup> Somatório da diferença de veículos ofertados entre 2010 e 2007 em 28 países considerando as variações de carroceria pra cada modelo como uma nova oferta.

Figura 4: Diferença entre os anos de 2010 e 2007 para a variável *segmentos* a nível global



Fonte: Elaborado pelo aluno.

Figura 5: Diferença entre os anos de 2010 e 2007 para a variável *segmentos* para a média dos 28 países analisados, BRICs e Brasil.

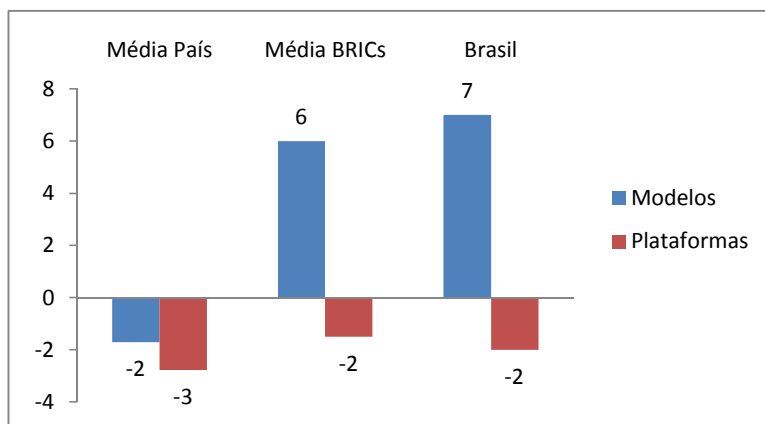


Fonte: Elaborado pelo aluno.

Este fato quantifica a atual tendência das montadoras de direcionar seu portfólio para veículos pertencentes a *segmentos* de menor dimensão e potência, que geralmente consomem menos combustíveis e são mais adequados a atual urgência ambiental e econômica, por poluírem menos e terem preços de mercado acessíveis a grande parte dos consumidores.

É interessante ressaltar que o número de *plataformas* presentes em cada mercado apresentou uma maior redução quando comparado a redução no número de *modelos*, o que demonstra uma estratégia de mitigação dos efeitos negativos da proliferação de produtos por parte das montadoras de automóveis. A figura 6 apresenta a diferença entre os anos de 2010 e 2007 para *modelos* e *plataformas* para a média dos 28 países analisados, para os BRICs e para o Brasil.

Figura 6: Variação média dos 28 países analisados, BRICs e Brasil para modelos e plataformas entre os anos de 2010 e 2007.



Fonte: Elaborado pelo aluno.

A tabela 14 descreve a diferença entre os anos de 2010 e 2007 para a oferta e para as variáveis *marcas, modelos, plataformas e segmentos*.

Tabela 14: Variação da oferta, marcas, modelos, plataformas e segmentos entre os anos de 2010 e 2007

Mercados	Oferta	Marcas	Modelos	Plataformas	Segmentos						
					Supermini	Subcompact	Compact	Mid-Size	Full-Size	X Full-Size	Sport
Brasil	8	0	7	-2	0	3	2	-1	0	0	3
Argentina	8	0	9	1	0	5	0	0	0	0	4
Chile	-2	0	4	-2	-1	3	-1	-1	0	0	4
Colômbia	19	-1	16	6	1	1	4	4	2	1	3
Venezuela	-7	0	-3	-6	-1	1	0	-4	0	0	1
Porto Rico	3	3	5	1	0	1	-1	3	4	1	-3
México	-20	1	-13	-3	-1	-4	-3	-4	-1	-2	2
E.U.A	-17	-5	-13	-1	0	1	-2	0	-1	-1	-10
Canadá	-27	-6	-15	-1	0	1	-2	-5	2	-2	-9
Alemanha	-21	-4	-14	-5	1	2	-1	-4	-1	-2	-9
Inglaterra	-18	-4	-10	-5	1	4	2	-5	-2	-2	-8
França	-19	-3	-12	-4	1	2	0	-5	-2	-2	-6
Itália	-10	-3	-7	-2	1	3	1	-5	-1	-2	-4
Portugal	-5	-3	0	-1	2	5	4	-4	-2	-2	-3
Luxemburgo	0	-1	3	0	1	3	1	-1	0	-1	0
Rússia	-3	-1	1	-4	1	1	1	-3	0	1	0
Turquia	-26	-3	-14	-11	-1	2	-4	-4	-1	-1	-5
Japan	-11	-2	-1	-5	5	0	0	-4	-1	-1	0
China	2	-1	3	-7	-2	0	7	-2	-2	0	2
Índia	11	2	13	7	1	2	4	1	2	1	2
Coréia	-3	-1	1	1	1	0	1	-3	1	1	0
Malásia	-4	0	3	-4	-1	1	0	1	1	1	0
Tailândia	-8	-1	-2	-8	0	1	3	-4	0	0	-2
Austrália	-10	-3	-6	-9	0	2	1	-1	-5	0	-3
Indonésia	9	2	10	0	0	2	3	2	0	2	1
Filipinas	13	2	12	5	0	0	1	4	2	0	5
Nova Zelândia	-11	-3	-10	-11	-1	1	0	-1	-5	-1	-3
África do Sul	-15	-5	-13	-5	-2	0	-3	-6	0	-1	-1
Total Global	-164	-40	-46	-75	6	43	18	-52	-10	-12	-39
Media País	-6	-1	-2	-3	0	2	1	-2	0	0	-1
Media BRICs	5	0	6	-2	0	2	4	-1	0	1	2
Brasil	8	0	7	-2	0	3	2	-1	0	0	3

Fonte: Elaborado pelo aluno.

A atual tendência de redução da oferta pode ser justificada por diversos fatores, entre eles vale ressaltar a proliferação de opcionais e acessórios oferecidos ao consumidor final que permite às montadoras a possibilidade de satisfazer a demanda existente sem a necessidade de introduzir novos veículos no mercado.

Para a DEA desenvolvida neste trabalho a Ford apresentou eficiência superior quando comparada as outras marcas analisadas no mercado Brasileiro. No entanto, outras marcas devem ser incluídas em pesquisas futuras. Vale ressaltar que essa pesquisa se delimitou as marcas das cinco maiores produtoras a nível global, não considerando produtoras menores a nível global que podem ter representatividade no mercado Brasileiro, como por exemplo, a FIAT.

Para trabalhos futuros se indica a expansão da amostra a outros mercados com a consideração de uma maior gama de variáveis automobilísticas.

## **Referências**

BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER W. W., Some Models for Estimating Technical and Scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. vol. 30, nº 9, p. 1078-1092.

BARBOSA, T.P.W. gerenciando a variedade de produtos: um estudo comparativo na indústria automobilística. Dissertação De Mestrado – Departamento De Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica Do Rio De Janeiro, Rio De Janeiro, 2006.

CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, p. 429-444

FISHER, M.; ULRICH, K.; RAMDAS, K. Component sharing in the management of product variety: A study of automotive braking systems. *Management Science*, Vol.45, No.3 1999.

GUEDES, L. E. M. Uma análise de eficiência na formação de alunos dos cursos de engenharia civil das instituições de ensino superior brasileiras. 2002. 130pág. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002.

PIL, F.; HOLWEG, M. Linking Product Variety to Order-Fulfillment Strategies, *Interfaces*, Vol. 34, 2004.

SCAVARDA, L.F., SCHAFFER, J. SCAVARDA, A.J., REIS, A.C., SCHLEICH H. Product Variety: An Auto Industry Analysis And A Benchmarking Study. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 16, N. 3, pp. 387-400, 2009.

Internet:

Ford - Acessado de janeiro a julho de 2010 - [www.ford.com](http://www.ford.com)

General Motors - Acessado de janeiro a julho de 2010 - [www.gm.com](http://www.gm.com)

Honda - Acessado de janeiro a julho de 2010 - [www.world.honda.com](http://www.world.honda.com)

OICA - Acessado em 01/06/2010 - [www.oica.net](http://www.oica.net)

Toyota - Acessado de janeiro a julho de 2010 – [www.toyota.co.jp](http://www.toyota.co.jp)

Volkswagen - Acessado de janeiro a julho de 2010 - [www.volkswagen.com](http://www.volkswagen.com)

Wikipedia - Acessado de janeiro a julho de 2010 - [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)