EBC

Núcleo de Estudos de Economias de Baixo Carbono

Indústria Automobilística

Prof. Dr. Cláudio Ribeiro de Lucinda

Ribeirão Preto

2012

Equipe de Coordenação do Projeto Economia de Baixo Carbono

Coordenação Geral – Rudinei Toneto Junior
Coordenação Geral Adjunta – Marcelo Pinho

Coordenação do Modelo de Equilíbrio Geral: Angelo Costa Gurgel

Coordenação SASTEC – Banco de Dados de Tecnologias: Geciane Silveira Porto e Sérgio Kannebley

Coordenação de Estudos Setoriais
Uso do Solo, Pecuária e grãos - Geraldo Bueno Martha Junior e Elísio Contini
Biocombustíveis – André Luis Squarize Chagas
Siderurgia - Germano Mendes de Paula
Alumínio – Clésio Lourenço Xavier
Cimento – Marcelo Pinho
Petróleo e Petroquímico – Eduardo Luiz Machado
Automobilístico e Aeronáutica – Cláudio Ribeiro de Lucinda

Consultores Temáticos: Energia, Eficiência Energética e Tecnologias Verdes
Paulo Seleghim Junior
Oswaldo Baffa

Auxiliares de Coordenação
Beatriz Selan
Gabriela Eusébio

Este projeto foi realizado com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos (FEP) do BNDES. O conteúdo é de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES. Informações sobre o FEP encontram-se em HTTP://www.bndes.gov.br.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
CONTRATO DE COLABORAÇÃO FINANCEIRA NÃO-REEMBOLSÁVEL
N° 11.2.0488.1
FUNDACE – BNDES

ECONOMIA DE BAIXO CARBONO: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE RESTRIÇÕES E PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS

SETOR AUTOMOBILÍSTICO

PROF. DR. CLAUDIO RIBEIRO DE LUCINDA
RODRIGO MANTAUT LEIFERT

RIBEIRÃO PRETO
Dezembro 2012

Lista de Gráficos

Tabela 1 Produção de veículos por país em 2011 7
Tabela 2 Produção mundial por montadora em 2010 9
Tabela 3 Produção nacional por montadora em 2010 20
Tabela 4 Produção nacional por tipo e montadora 2010 21
Tabela 5 Licenciamento de automóveis - 2001 a 2010 22
Tabela 6 Vendas Internas por montadora em 2010 24
Tabela 7 Vendas importados por combustível em 2010 26
Tabela 8 Vendas de importados por tipos em 2010 26
Tabela 9 Vendas de importados por montadoras em 2010 27
Tabela 10 Vendas de importados por montadoras em 2010 27
Tabela 11 Exportação por Montadora em 2010 28
Tabela 12 Exportação por tipo e montadora em 2010 29
Tabela 13 Exportação por combustível e montadora em 2010 30
Tabela 14 Importação e exportação de veículos - 2010 30
Tabela 15 Escolaridade da mão de obra do setor automotivo 32
Tabela 16 PINTEC 2001 - 2008 35
Tabela 17 Grupos de estudos de economia do baixo carbono para o setor automobilístico . 38
Tabela 18 Efeitos sobre a saúde dos principais poluentes veiculares locais 41
Tabela 19 Evolução da composição do peso do automóvel 44
Tabela 20 Limite de emissões da EURO 1 e 6 para veículos leves (g/km) 48
Tabela 21 Limites para veículos pesados EURO-6 (g/KWh) 49
Tabela 22 Limites de emissão de CO e HC em (g/km) 51

Lista de Gráficos

Gráfico 1 Produção de automóveis no Brasil por unidade – 2001 a 2010 18
Gráfico 2 Produção de automóveis por combustível - 2001 a 2010 19
Gráfico 3 Licenciamento de veículos leves - 2001 a 2011 23
Gráfico 4 Licenciamento de veículos pesados - 2001 a 2011 24
Gráfico 5 Exportação e importação de automóveis - 2001 a 2010 31
Gráfico 6 Poluentes na Região Metropolitana de São Paulo -2006 41
Gráfico 7 Emissões de CO_2 no transporte brasileiro em 2006 42
Gráfico 8 - Evolução do padrão de eficiência energética para automóveis nos EUA (em milhas por galão) 47
Gráfico 9 Evolução e projeção das emissões totais de CO 52
Gráfico 10 Evolução e projeção das emissões de hidrocarbonetos não metano (NHMC) 52

Lista de figuras

Figura 1 Fontes determinantes da competitividade da indústria 31
Figura 2 Rede de metros e trens da região metropolitana de São Paulo-2012 67
Figura 3 Projeção da rede de metro e trens da região metropolitana de SP - 2020 68

Sumário

1. Quadro Internacional 7
1.1. Produção, consumo, comércio internacional 7
1.2. Estrutura de mercado, concorrência e fatores críticos para competitividade internacional ..9
1.3. Dinâmica tecnológica 13
2. Quadro Nacional..... 18
2.1. Produção, consumo e comércio 18
2.1.1. Produção 18
2.1.2. Licenciamento 21
2.1.3. Vendas internas 24
2.1.4. Balança comercial 25
2.2. Estrutura de mercado, concorrência e competitividade internacional 31
2.3. Perfil tecnológico 35
3. Mudanças climáticas, institucionais e tecnológicas. 40
3.1. Impactos ambientais setoriais 40
3.1.1. Emissões 40
3.1.2. Reciclagem 43
3.2. Mudanças climáticas e regulação setorial 46
3.2.1. Cenário internacional 46
3.2.2. Cenário nacional 50
3.3. Mudanças climáticas e mudanças tecnológicas 55
4. Análise do impacto das mudanças institucionais e tecnológicas sobre o setor no Brasil 59
4.1. Síntese das perspectivas tecnológicas e impactos sobre o setor 59
4.1.1. Pesquisa de campo junto ao setor automobilístico 60
4.1.1.1. Visão geral dos participantes para a linha desenvolvimento de automóveis 60
4.1.1.2. Possíveis medidas políticas para redução da emissão de carbono 61
4.1.1.3. Viabilidade do veículo elétrico híbrido 61
4.1.1.4. Viabilidade do veiculo elétrico puro 62
4.1.1.5. Viabilidade do veículo movido a pilha combustível de hidrogênio 62
4.2. Políticas industriais, tecnológicas, comerciais e ambientais para o setor 63
4.2.1. Objetivos de médio e longo prazo desejáveis para o setor 65
4.2.2. Metas de médio de longo prazo para o setor de transportes nos grandes centros urbanos 66

5. Bibliografia 70
Apêndice A - Questionário para o Setor Automotivo 75

Quadro Internacional

1.1. Produção, consumo, comércio internacional.

No ano de 2011 foram produzidos 80,1 milhões de veículos em todo o mundo. A China lidera o ranking com uma produção geral superior a 18 milhões neste ano, o que correspondeu a 23% do total. A produção automobilística pode ser dividida em veículos leves e pesados. A China é líder na produção das duas categorias, sendo responsável pela produção de 22% dos veículos leves e 52% dos veículos pesados.

A categoria de veículos leves pode ser decomposta em duas. Os veículos de passeio, que é liderado pela China com 24% da produção mundial e os veículos comerciais leves, essa categoria inclui os SUV's, que são muito populares nos EUA tanto que o país é líder mundial com 32% da produção dos veículos comerciais leves

Com se pode observar na Tabela 1, o Brasil ficou em sétimo lugar no geral com uma participação de 4,3% da produção mundial de automóveis. Na fabricação de veículos leves o Brasil em sétimo lugar atrás China, Estados Unidos, Japão, Alemanha, Coréia do Sul e Índia. Já na produção de veículos pesados, o país na quarta posição com 6% da produção mundial, perdendo apenas para China, Japão e Índia.

Tabela 1 Produção de veículos por país em 2011

Países	Veículos Leves			Veículos Pesados			Total
	Veículos de Passeio	Veículos Comerciais Leves	Total V. Leves	Caminhões	Ônibus	Total V. Pesado	
China	14.485.326	1.845.372	16.330.698	1.923.839	164.339	2.088.178	18.418.876
Estados Unidos	2.966.133	5.433.528	8.399.661	236.679	17.220	253.899	8.653.560
Japão	7.158.525	718.418	7.876.943	512.284	9.427	521.711	8.398.654
Alemanha	5.871.918	439.400	6.311.318	-	-	-	6.311.318
Coréia do Sul	4.221.617	396.530	4.618.147	27.580	11.367	38.947	4.657.094
Índia	3.038.332	513.189	3.551.521	325.067	49.929	374.996	3.926.517
Brasil	2.534.534	607.781	3.142.315	216.270	47.565	263.835	3.406.150
México	1.657.080	886.279	2.543.359	136.678	-	136.678	2.680.037
Espanha	1.819.453	480.316	2.299.769	53.532	381	53.913	2.353.682
França	1.931.030	311.898	2.242.928	48.260	3.701	51.961	2.294.889
Canadá	990.483	1.134.758	2.125.241	9.652	-	9.652	2.134.893
Rússia	1.738.163	148.318	1.886.481	81.802	19.753	101.555	1.988.036

Países	Veículos Leves			Veículos Pesados			Total
	Veículos de Passeio	Veículos Comerciais Leves	Total V. Leves	Caminhões	Ônibus	Total V. Pesado	
Irã	1.413.276	198.685	1.611.961	33.860	2.684	36.544	1.648.505
Reino Unido	1.343.810	103.014	1.446.824	15.348	1.827	17.175	1.463.999
Tailândia	537.987	904.882	1.442.869	14.466	463	14.929	1.457.798
República Tcheca	1.191.968	3.013	1.194.981	1.293	3.560	4.853	1.199.834
Turquia	639.734	501.585	1.141.319	37.396	10.416	47.812	1.189.131
Indonésia	561.863	151.421	713.284	120.522	4.142	124.664	837.948
Polônia	722.285	101.530	823.815	6.500	5.000	11.500	835.315
Argentina	577.233	227.182	804.415	22.143	2.213	24.356	828.771
Itália	485.606	270.342	755.948	33.577	823	34.400	790.348
Outros	4.060.342	402.349	4.462.691	153.156	16.362	169.518	4.632.209
Total	**59.946.698**	**15.779.790**	**75.726.488**	**4.009.904**	**371.172**	**4.381.076**	**80.107.564**

Fonte: OICA

Os países emergentes de modo geral apresentaram um bom desempenho na produção de veículos, entre os dez maiores produtores, metade são países emergentes. Esse fato pode ser explicado pelo movimento feito pelas montadoras ao longo do século XX rumo a país que estavam processo de industrialização. Desenvolvendo a fabricação tanto de veículos leves quanto pesados. Os países asiáticos possuem uma grande participação na indústria, sendo responsáveis por 39% da produção mundial. Esse desempenho remonta ao fenômeno do toyotismo, e posteriormente a ascensão da economia Chinesa.

Na Tabela 2 tem-se a produção mundial pelas principais montadoras. A Toyota e a General Motors encontram-se em primeiro e segundo lugar, respectivamente, sendo cada uma responsável por aproximadamente 11% da produção mundial de automóveis, o que corresponde a 8,5 milhões de automóveis.

Quanto à produção de carros de passeio, a Toyota também se encontra na liderança junto à Volkswagen, cada uma com aproximadamente 12% da produção mundial. Na produção de automóveis comerciais leves, as primeiras posições do ranking são da GM, com um pouco mais que 16%, e a Ford, com quase 15% da produção. A Isuzu e a Daimler são as duas principais produtoras de caminhões (13% e 9%, respectivamente), enquanto a Hyundai e a Daimler lideram entre os produtores de ônibus (24% e 12%, respectivamente).

Tabela 2 Produção mundial por montadora em 2010

Montadoras	Quantidades					Participação				
	Total	Passeio	Comerciais Leves	Caminhões	Ônibus	Passeio	Comerciais Leves	Caminhões	Ônibus	
TOYOTA	8.557.351	7.267.535	1.080.357	204.282	5.177	11,0%	12,0%	8,1%	5,8%	1,0%
GM	8.476.192	6.266.959	2.197.629	1.175	10.429	10,9%	10,4%	16,4%	0,0%	2,0%
VOLKSWAGEN	7.341.065	7.120.532	220.533	-	-	9,4%	11,8%	1,6%	0,0%	0,0%
RENAULT/NISSAN	6.698.448	5.538.002	1.089.243	71.203	-	8,6%	9,2%	8,2%	2,0%	0,0%
HYUNDAI	5.764.918	5.247.339	393.701	-	123.878	7,4%	8,7%	2,9%	0,0%	23,9%
FORD	4.988.031	2.958.507	1.962.734	66.790	-	6,4%	4,9%	14,7%		0,0%
HONDA	3.643.057	3.592.113	50.944	-	-	4,7%	6,0%	0,4%	0,0%	0,0%
PSA	3.605.524	3.214.810	390.714	-	-	4,6%	5,3%	2,9%	0,0%	0,0%
SUZUKI	2.892.945	2.503.436	389.509	-	-	3,7%	4,1%	2,9%	0,0%	0,0%
FIAT	2.410.021	1.781.385	499.358	91.037	38.241	3,1%	3,0%	3,7%	2,6%	7,4%
DAIMLER AG	1.940.465	1.351.372	221.239	306.903	60.951	2,5%	2,2%	1,7%	8,7%	11,7%
CHRYSLER	1.578.488	340.205	1.231.383	6.900	-	2,0%	0,6%	9,2%	0,2%	0,0%
BMW	1.481.253	1.481.253	-	-	-	1,9%	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%
MAZDA	1.307.540	1.233.862	73.077	601	-	1,7%	2,0%	0,5%	0,0%	0,0%
BEIJING AUTOMOTIVE	615.725	13.138	570.720	28.678	3.189	0,8%	0,0%	4,3%	0,8%	0,6%
ISUZU	488.484	-	32.701	453.379	2.404	0,6%	0,0%	0,2%	12,9%	0,5%
TOTAL	**77.743.862**	**60.343.756**	**13.370.432**	**3.510.681**	**518.993**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos encontrado no site da Organização Internacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (OICA)

1.2. Estrutura de mercado, concorrência e fatores críticos para competitividade internacional

O setor automotivo passou nos últimos trinta anos por um processo de reestruturação significativo em função de dois fenômenos: a saturação dos mercados nos países centrais (EUA, Japão, União Europeia) e a emergência de um novo paradigma produtivo (Bahia e Domingues, 2010)

Devido à saturação dos mercados centrais, o fluxo de investimento direto externo (IED) aumentou em direção a países em desenvolvimento, além de ocorrer uma busca intensa de diferenciação de produto, a fim de dinamizar a demanda. Para

o setor a escala de produção é decisiva para a lucratividade, produtividade e incorporação de inovações (Bahia e Domingues, 2010).

O segundo fenômeno foi a mudança no processo produtivo, em que emergiu o sistema toyotista, que se caracteriza por buscar uma produção flexível e compacta, aplicando técnicas de controle de produção que visam reduzir os custos da matéria prima e evitar desperdícios ao longo da cadeia. Os estoques foram drasticamente reduzidos, assim como a complexa e custosa logística a eles associada. Como esse sistema é intensivo em capital e tecnologia, o uso de mão de obra é menos intenso. A produção nesse setor é marcada pela internacionalização, as empresas buscam implantar unidades produtivas nos principais mercados e nas principais regiões produtoras. Dessa maneira é possível se diferenciar pela qualidade, produzindo de modo mais eficiente e com preço menor ao consumidor.

O modelo de organização industrial também se modificou. Segundo Bahia e Domingues (2010), se desenvolveu a especialização do parque produtivo em condomínios, onde os principais fornecedores trabalham na planta da montadora, de forma a ter interação constante. O número de fornecedores foi reduzido e foram organizados hierarquicamente. Em primeiro nível, estão aqueles contratados diretamente pelas montadoras, os chamados sistemistas, que além de fornecerem subconjuntos completos de componentes, também ganharam importância no desenvolvimento de produtos. O segundo nível abrange os fornecedores contratados pelos sistemistas. Dessa forma, foi possível obter ganhos de escala, reduzindo o tempo e a rigidez no processo produtivo, barateando os custos de desenvolvimento de produtos e adaptando-os ao gosto dos consumidores locais. Cabe resaltar que nem todas as montadoras optaram por esse modelo, porém os Condomínios e consórcios modulares são uma forma limite de reorganização da produção, apesar de não ser o generalizado.

Montadoras japonesas e coreanas se consolidaram no mercado e com isso houve redução na margem de lucro do setor. As tradicionais montadoras americanas entraram em profunda crise, incorrendo em perdas devido à queda de seus *market-shares* e a seus altos custos, como por exemplo, o custo dos esquemas de aposentadoria. As montadoras europeias também passaram por dificuldades, porém em menor grau que as concorrentes americanas. Casotti e Goldenstein (2008)

apontam que, segundo relatório do Goldman Sachs, em 2004, oito das 17 principais montadoras não obtiveram retornos maiores que seu custo de capital.

Nos EUA, segundo Pisano e Shin (2009), a perda de competitividade da indústria é creditada a decisões de diminuir e terceirizar (*outsourcing*) atividades de baixo valor agregado e rever os gastos com inovação, sendo que o gasto com inovação é um item importante para manter-se competitivo. Os autores afirmam que atividades de alto valor agregado, que sustentam o processo de inovação, também foram terceirizadas, como engenharia sofisticada e capacidade de manufaturar produtos. Sendo assim, os EUA perderam nesse processo mão de obra qualificada e infraestrutura de fornecedores que são necessários para a fabricação de produtos de ponta.

A crise de 2008 contribuiu para que as empresas do setor automobilístico nos EUA passassem por grandes dificuldades, chegando a quase encerrar suas atividades. A intervenção governamental se fez necessária, no caso da GM, atenuando os efeitos da crise. As montadoras americanas passaram por um processo de reestruturação a fim de ganhar competitividade. Segundo matéria do Valor Econômico[1], anteriormente companhias como GM e Ford voltavam seus esforços para a fabricação de SUVs e *pick-ups*. Essa estratégia foi bem sucedida durante os anos 90, quando o petróleo e a gasolina eram baratos, porém com o encarecimento do petróleo nos anos 2000, o mercado mudou e o que fora uma vantagem competitiva deixou de ser. Atualmente elas buscam investir em veículos que possam rivalizar com os das montadoras japonesas e coreanas.

Na Europa, os governos também criaram programas de incentivo ao consumo de veículos (Reino Unido, Alemanha e Itália) e de auxilio financeiro às montadoras (França). Freyssenet (2010) coloca a crise europeia como um momento em que as empresas do setor automobilístico podem aumentar a sua competitividade por meio de aquisições de companhias em dificuldade ou de alianças e, dessa forma, penetrar em novos mercados e desenvolver novos produtos, atendendo a novos perfis de demanda e a exigências quanto à emissão de poluentes. Os governos europeus também tomaram medidas para aumentar a competitividade do setor

[1] http://www.valor.com.br/impresso/wall-street-journal-americas/eua-reaprendem-fazer-carros-que-vendem-bem

automotivo, principalmente desonerando empresas, como fizeram, segundo Fryssenet (2010), Alemanha e França.

A Fiat, depois de fracassar na tentativa de adquirir a Opel/Vauxhall, divisão europeia da GM, adquiriu 35% da Chrysler. Pretende assim entrar no mercado americano e tirar proveito de suas capacidades tecnológicas na fabricação de carros menores e mais eficientes no consumo de combustíveis. A Renault-Nissan fez parceria com a Daimler para o desenvolvimento de carros pequenos e veículos elétricos. Dessa forma, os grupos automobilísticos conseguem aproveitar sinergias e reduzir custos na produção.

A China, que já é há alguns anos o principal produtor e consumidor de veículos pesados, firmou-se a partir da crise da indústria automobilística nos EUA como o maior mercado e principal ofertante também de veículos leves. Essa posição foi alcançada em curto espaço de tempo. Isso aconteceu, segundo Casotti e Goldenstain (2008), porque o setor automobilístico chinês conta com um grande suporte governamental, oferecendo às empresas iniciantes investimentos diretos e financiamento, isso somado ao dinamismo do mercado interno, provocado, de um lado, pelas extraordinárias taxas de crescimento econômico e, de outro, pela elevada elasticidade-renda dos automóveis no patamar de desenvolvimento atual da China.

A entrada das grandes montadoras é permitida apenas na forma de joint-ventures, com cláusulas de transferência de tecnologia. A participação estrangeira é restrita a 50%, se o investimento for destinado ao mercado interno. Por outro lado, as montadoras devem comprar 40% das peças de fornecedores chineses. Além disso, as universidades participam do processo de desenvolvimento de motores. Somando-se a esse quadro o baixo custo da mão de obra e a possibilidade de implementação de fábricas novas e modernas em um contexto de rápida expansão, entende-se que a indústria automobilística chinesa consiga produzir veículos a baixo custo. Note-se ainda que, devido à crise, o governo chinês buscou adotar medidas visando estimular a inovação, a criação de novas marcas, a pesquisa de novas fontes de energia para veículos e consolidar a participação estatal nas firmas.

Apesar de ter como foco o mercado interno, as montadoras chinesas começam a exportar veículos, principalmente para mercados emergentes. Porém,

para conseguir maior aceitação de seus produtos, devem investir no desenvolvimento de tecnologia para tornar os veículos mais seguros.

De um modo geral, os fatores críticos para a competitividade das empresas do setor automobilístico são:

Aproximação entre as montadoras e os seus fornecedores, de modo que os principais fornecedores ganhem importância no processo de desenvolvimento do produto.

Grande investimento em P&D, visando aumentar o esforço tecnológico e a capacidade de articular eficientemente toda a cadeia de produção para conseguir criar produtos mais modernos e eficientes onde se possa aplicar o conceito de diferenciação de produtos.

Ter uma estratégia global de forma a atingir diferentes mercados consumidores, seja por meio de uma maior coordenação entre as diversas subsidiárias, ou realizando alianças, ou por meio de fusões e aquisições. Com isso, consegue-se aumentar o alcance da empresa e, ao mesmo tempo, otimizar o uso de recursos e desenvolver projetos que atendam as preferências regionais.

1.3. Dinâmica tecnológica

O *U.S. Bureau of Census* (BOC) considera o automóvel como uma plataforma hospedeira de tecnologias de ponta e a indústria como produtora dessas tecnologias (Carvalho, 2008). O setor utiliza e desenvolve internamente componentes de quatro áreas avançadas: Computadores e telecomunicações, eletrônica, manufatura integrada por computadores e design de materiais (Carvalho, 2008).

A eletrônica se mostra cada vez mais importante na composição dos veículos automotores. Carvalho (2008) mostra que a parcela da eletrônica no custo corrente, que era de 10% em 2000 e passou para 20% em 2006, pode chegar a 40% em 2015. Algumas das principais inovações decorrentes da eletrônica são:

O sistema Pre-Safe, que já está presente em veículos mais sofisticados, por meio de sensores prepara o ambiente interno do veiculo para o impacto, tensionando os cintos de segurança, modificando a posição do encosto e

controlando a suspensão de forma a diminuir a gravidade de um possível acidente. (Valor Setorial – Indústria Automobilística, 2011)

Os sensores que auxiliavam a estacionar, agora identificam obstáculos quando o veiculo está em movimento e já existem modelos com identificador de pedestre durante a noite (*night view*). (Valor Setorial – Indústria Automobilística, 2011)

A maioria dessas inovações buscam tornar a experiência de dirigir mais segura e inclusive os modelos mais econômicos estão apresentando freios ABS e *airbags*. (Valor Setorial – Indústria Automobilística, 2011)

As montadoras estão buscando parcerias com empresas do setor de informática para desenvolver sistemas multimídia, como por exemplo, a Ford com a Microsoft e a Toyota com a Intel. Esses sistemas centralizam as funções de entretenimento, conectividade e navegação do veiculo. (Valor Setorial – Indústria Automobilística, 2011)

Outra tendência do setor é o desenvolvimento de materiais mais leves e resistentes, como aços de alta resistência, ligas de magnésio, alumínio, fibra de carbono, cerâmica e polímeros, impactando processos de manufatura avançados (Carvalho e Pinho, 2009). Esses materiais diminuem o peso do veiculo, possibilitam uma economia de combustível e podem ser recicláveis, como é o caso do alumínio, dos polímeros e do aço. Outro impacto importante desses novos materiais é que ocorre a diminuição do número de componentes e de fases de produção de peças, representando no final um tempo menor da montagem dos veículos (Medina e Naveiro, 1998).

Além disso, tem-se observado uma importância crescente do desenvolvimento de novas tecnologias de propulsão dos veículos automotivos como arma competitiva (Carvalho e Pinho, 2009). Outro fator destacado pelo Valor Setorial – Indústria Automobilística (2011), é a busca pelo *downsizing* dos motores, que seria a redução do tamanho, mas com preservação ou melhora do desempenho.

Nos Estados Unidos, o V8 está sendo substituído pelo V6, e os modelos V6 pelos V4. A FIAT, por sua vez, já fabrica um motor de dois cilindros com uma tecnologia chamada MultiAir, em que o comando de válvulas é acionado por um sistema hidráulico-eletrico ao invés dos eixos de cabeçote.

Um das grandes áreas de pesquisa do setor é o desenvolvimento de veículos com baixa emissão de carbono e que utilizem combustíveis de forma mais eficiente. Dentre as alternativas disponíveis estão os biocombustíveis como o etanol, que funcionam em motores com a tecnologia flex-fluel, que aceitam também gasolina. Contudo, essa tecnologia ainda pode evoluir no sentido de tornar-se mais eficiente, porque apesar de aceitar dois tipos de combustíveis, o motor flex-fluel é menos eficiente no uso de cada combustível do que os motores especializados.

Existem também pesquisas para produção de combustíveis sintéticos, obtidos com a síntese de gás natural (Gas-to-Liquids, GTL), carvão (Coal-to-Liquids, CTL) e biomassa (biomass-to-liquid, BTL) (Casoti e Goldenstain, 2008)

As montadoras também estão investindo na pesquisa de novos sistemas de propulsão, dentre eles podemos destacar três tipos: Híbrido, Plug-in e Fuel-Cell.

O veiculo híbrido (Hybrid Eletric Vehicle, HEV) contém dois motores, um movido à combustão de baixa cilindrada e outro elétrico. Sob baixas rotações, apenas o motor elétrico é acionado. Caso seja necessária maior velocidade, entra em ação o motor a combustão, sendo que ambos operam conjuntamente. Durante as frenagens, o motor elétrico opera como gerador, recarregando a bateria por meio de energia cinética (tecnologia KERS). Essa dinâmica leva a um melhor desempenho do motor a combustão, de modo a utilizar menos combustível. Chan (2007) aponta que apesar das vantagens apresentadas, os HEV's ainda têm pontos que podem ser melhorados, como o custo de introdução dos motores, o tamanho das baterias e a sua autonomia.

Os veículos Plug-in (PHEV), por sua vez, funcionam de modo similar ao HEV, porém a bateria pode ser recarregada na tomada. Existem também versões do Plug-in que fazem uso apenas do motor elétrico, dispensando a gasolina e o motor à combustão. Porém, há uma perda de autonomia, limitada a apenas 65 quilômetros.

A alternativa ao HEV são os veículos movidos à célula de combustível (Fuel Cell Vehicle, FCV), que geram eletricidade por meio de hidrogênio. A energia gerada é utilizada para rodar ou pode ser estocada em baterias e ultracapacitores. Como não faz uso de combustíveis fósseis, o resíduo produzido pela reação química não é poluente. No caso, é gerada apenas água (Chan, 2007).

Apesar de o FCV se mostrar uma excelente alternativa, apresenta entraves. O custo de fabricação do fuel cell ainda é muito elevado e, além disso, é necessário ampliar sua durabilidade e potência. Outra dificuldade para a adoção da tecnologia diz respeito ao combustível. O hidrogênio não é encontrado em forma natural no ambiente, tendo de ser produzido com base em outras substâncias[2]. Além disso, será necessário montar toda uma infraestrutura de produção e abastecimento de hidrogênio, a exemplo do que já existe para os combustíveis tradicionais (Casoti e Goldestein, 2008).

O investimento em P&D para novas tecnologias de combustíveis e motores não é apenas um campo muito promissor para o setor automobilístico, mas também estratégico. Segundo Carvalho (2008), as empresas temem ficar alijadas da competição caso não dominem esses processos. O autor acredita que esse campo pode permitir a entrada de novos competidores na montagem final dos veículos, mas vê com maior probabilidade o ingresso em estágios intermediários da cadeia produtiva, já que o advento de uma nova tecnologia que altera uma característica básica do automóvel deve provocar alterações no processo competitivo.

A área de P&D do setor automobilístico vem passando por um processo de integração e organização mundial. Algumas empresas passaram a delegar mais autonomia para as filiais, outras preferem centralizar as decisões do desenvolvimento de projetos apenas nas matrizes. Bahia e Rodrigues (2010) detalham as estratégias de P&D entre matriz e filiais:

i) P&D centralizado etnocêntrico: foco principal é a especialização, sendo os produtos desenvolvidos centralmente e impostos às filiais. Tal estrutura apresenta economias de escala, gera redução de custos, reduz o tempo de desenvolvimento do projeto e possibilita maior proteção às tecnologias desenvolvidas As justificativas principais para sua adoção são o fato de a matriz ser tecnologicamente superior às filiais e os mercados não terem diferenciação (Bahia e Domingues, 2010).

ii) P&D centralizado geocêntrico: seu foco é a especialização, e se caracteriza por permanecer o P&D na matriz, contudo ocorrendo visitas às filiais e aos centros tecnológicos eventualmente existentes no país da filial a fim de captar especificidades locais; As vantagens dessa estrutura são as economias de escala e

[2] Atualmente, o hidrogênio é produzido com base no gás natural e ainda não possui custo atrativo em relação à gasolina. (Casoti e Goldestein, 2008)

uma maior sensibilidade ao mercado local, mais acesso a tecnologias externas e facilidade de coordenação. A razão para sua escolha é a pouca especificidade local e o domínio central de tecnologia, abrindo-se precedente para filiais com características locais importantes, que são transferidas para o P&D central (Bahia e Domingues, 2010).

iii) P&D descentralizado policêntrico: seu foco é a especialização – cada montadora local funciona com P&D próprio, enviando para a matriz apenas relatórios de atividades. Verifica-se alta sensibilidade ao mercado/ambiente local e uso de recursos locais e não da matriz. Apresenta desvantagens, como perda de economias de escala. Justifica-se em mercados muito diferenciados e na ausência de estratégias globais, principalmente pela proximidade de mercado (Bahia e Domingues, 2010).

iv) P&D em hub: focada em integração, com um P&D da matriz responsável por toda pesquisa avançada e de longo prazo, alem de reter tecnologias importantes. Já o P&D local se concentra em áreas pré definidas pela matriz. Preservam a economia de escala e captam melhor a sensibilidade do mercado local (Bahia e Domingues, 2010).

v) Rede integrada de P&D: foco na integração, entretanto com os P&Ds locais interdependentes, inclusive o da matriz, organizados por divisão de trabalho entre as unidades. As vantagens são a alta especialização e a sinergia, preservando-se pontos fortes das unidades e a aprendizagem organizacional de todos. Entretanto, as desvantagens são os altos custos de coordenação, possivelmente levando a aumento de tempo do desenvolvimento de produto. A adoção da rede se justifica quando cada nó é um centro de competências (Bahia e Domingues, 2010).

As matrizes vão procurar adotar a estratégia que for mais conveniente, de acordo com sua forma organizacional. Na seção 2.2 será detalhado o caso brasileiro, onde há empresas que adotam estrutura de P&D em hub e outras que adotam a estrutura P&D centralizada etnocêntrica.

A relação entre as montadoras e os fornecedores, como já foi dito anteriormente, ficou mais estreita. Devido à reestruturação da cadeia de suprimentos, os fornecedores de primeiro grau passaram a ganhar importância no desenvolvimento de produto, principalmente a partir da fase de engenharia do produto, quando são detalhados os componentes que farão parte do veiculo e

começam a realização de testes com protótipos. A participação aumentou também na fase de engenharia de processo, quando o projeto é transposto para o processo produtivo, ou seja quando é especificado como o veículo será produzido.

2. Quadro Nacional

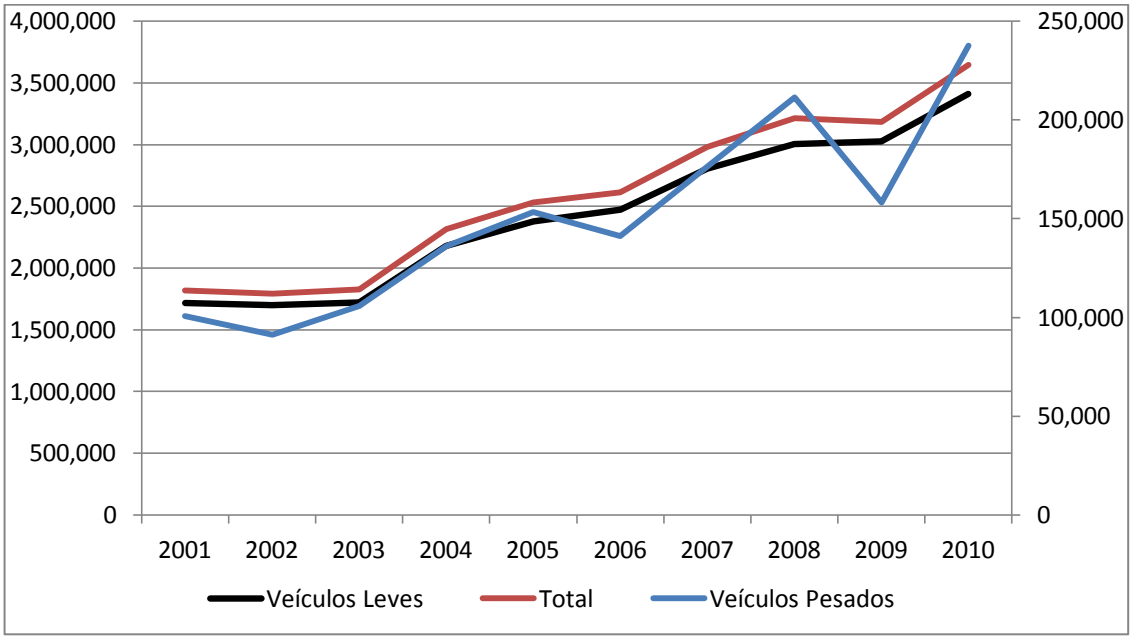
Dentro da perspectiva do setor automotivo nacional, serão apresentadas a seguir análises sobre a produção, consumo e comércio; fatores críticos para competitividade internacional; e o perfil tecnológico do setor.

2.1. Produção, consumo e comércio

2.1.1. Produção

No ano de 2010 foram produzidos mais de 3,6 milhões de automóveis no Brasil. Como se pode observar no gráfico 1, a produção total e a de veículos leves (carros de passeio e carros comerciais leves) duplicaram nos últimos 10 anos. No seguimento de veículos pesados a tendência foi a mesma, o número de veículos produzido mais do que duplicou ao longo da última década

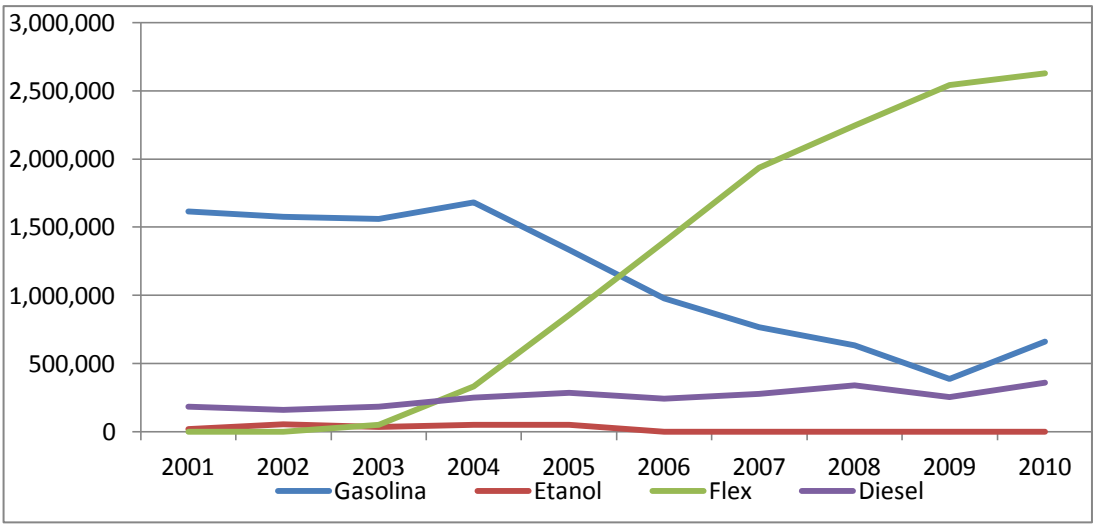
Gráfico 1 Produção de automóveis no Brasil por unidade – 2001 a 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANFAVEA

Quanto aos combustíveis dos automóveis produzidos neste mesmo período, destaca-se o término da produção de carros movidos a álcool em 2007. Nesse mesmo ano, a produção de carros bicombustíveis ultrapassou a produção de carros movidos a gasolina. A fabricação dos carros flex, que teve início em 2003, atualmente representa mais do que a metade de toda a produção de automóveis.

Gráfico 2 Produção de automóveis por combustível - 2001 a 2010



Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANFAVEA

Na tabela 2 observa-se a partir de 2003 uma mudança na composição da frota em termos de consumo de combustível, sendo atualmente quase dois terços da frota composta por carros multicombustível. Isso combinado com o fato observado na Figura 1 de um enorme aumento na venda de automóveis desde 2003 implicou uma predominância mais rápida da modalidade flex-fuel. Todavia em 2009, segundo o 1º inventario nacional de emissões atmosféricas por veículos automores rodoviários (MMA, 2010) 57% da frota de veículos de passeio era de motores movidos apenas a gasolina, os veículos com a tecnologia flex eram apenas 37% da frota.

Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul abrigam 70% da frota, sendo que a cidade de São Paulo possui 22% da frota, o equivalente a 1,42 habitantes por veículo, próximo do índice americano 1,27. O número nacional em 2011 é de 5 habitantes por veículo, o que mostra que existe potencial de expansão para o setor automobilístico no país[3].

[3] Fonte: http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,pais-tem-1-carro-para-cada-5-habitantes,109273,0.htm , acessado em 15/06/2012

Levando-se em conta as montadoras e o ano de 2010, a Volkswagen foi a líder com 31,1% da produção, sendo seguida pela Fiat, com quase 21% do que foi produzido, e pela Chevrolet com quase 18%. Acima dos 100 mil automóveis produzidos ainda situam-se a Ford (9,7%), Renault/Nissan (5,2%), PSA (4,2%) e a Honda (3,6%). As demais montadoras encontram-se com as respectivas quantidades produzidas na tabela abaixo.

Tabela 3 Produção nacional por montadora em 2010

Montadora	Quantidade	Participação
VOLKSWAGEN	1.135.172	31,1%
FIAT	757.418	20,8%
CHEVROLET	651.051	17,8%
FORD	353.128	9,7%
RENAULT/NISSAN	190.610	5,2%
PSA	151.754	4,2%
HONDA	131.455	3,6%
MERCEDES-BENZ	85.940	2,4%
TOYOTA	64.588	1,8%
MITSUBISHI	37.558	1,0%
HYUNDAI	24.777	0,7%
SCANIA	20.058	0,5%
VOLVO	19.444	0,5%
IVECO	18.847	0,5%
AGRALE	5.824	0,2%
INTERNATIONAL	791	0,0%
TOTAL	**3.648.415**	**100,0%**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANFAVEA

Os veículos leves corresponderam a quase 93% do que foi produzido. A Volkswagen é o maior destaque com mais de um milhão de veículos produzidos. A Fiat e a Chevrolet aparecem em segundo e terceiro lugar com 20,4% e 18,8% dos veículos leves que foram produzidos, conforme mostra a tabela 4:

Tabela 4 Produção nacional por tipo e montadora 2010

Montadora	Veículos Leves			Veículos Pesados			Total
	Passeio	Comerciais Leves	Total V.L.	Caminhões	Ônibus	Total V.P.	
VOLKSWAGEN	968.649	98.456	1.067.105	57.442	10.625	68.067	1.135.172
FIAT	576.307	181.111	757.418	-	-	-	757.418
CHEVROLET	530.977	120.074	651.051	-	-	-	651.051
FORD	236.862	81.507	318.369	34.759	-	34.759	353.128
RENAULT/NISSAN	-	-	-	-	-	-	-
PSA	-	-	-	-	-	-	-
HONDA	131.455	-	131.455	-	-	-	131.455
MERCEDES-BENZ	1.226	-	1.226	47.089	26.591	73.680	74.906
TOYOTA	64.588	-	64.588	-	-	-	64.588
MITSUBISHI	-	37.558	37.558	-	-	-	37.558
HYUNDAI	-	24.777	24.777	-	-	-	24.777
SCANIA	-	-	-	1.831	1.748	3.579	3.579
VOLVO	-	-	-	18.365	1.079	19.444	19.444
IVECO	-	3.651	3.651	14.122	1.074	15.196	18.847
AGRALE	-	319	319	743	4.762	5.505	5.824
INTERNATIONAL	-	-	-	791	-	791	791
TOTAL	2.510.064	547.453	3.057.517	175.142	45.879	221.021	3.278.538

Fonte: Anfavea

Os veículos pesados totalizaram 7% da produção. As montadoras que se descaram nesse segmento são foram a Mercedes-Benz, Volkswagen e a Ford que são responsáveis por 80% da produção nacional.

2.1.2. Licenciamento

Os dados de automóveis que obtiveram licença foram obtidos por meio do site da ANFAVEA. Observando tais dados na Tabela 5 pode-se destacar que dentre os automóveis nacionais a maior quantidade de licenciamento é de carros de passeio seguido dos carros comerciais leves, caminhões e ônibus. No ano de 2010, 74% dos licenciamentos de automóveis fabricados no Brasil foram de carros de passeio. Já no segmento de importados, a participação deste último cai para 67%.

Tabela 5 Licenciamento de automóveis - 2001 a 2010

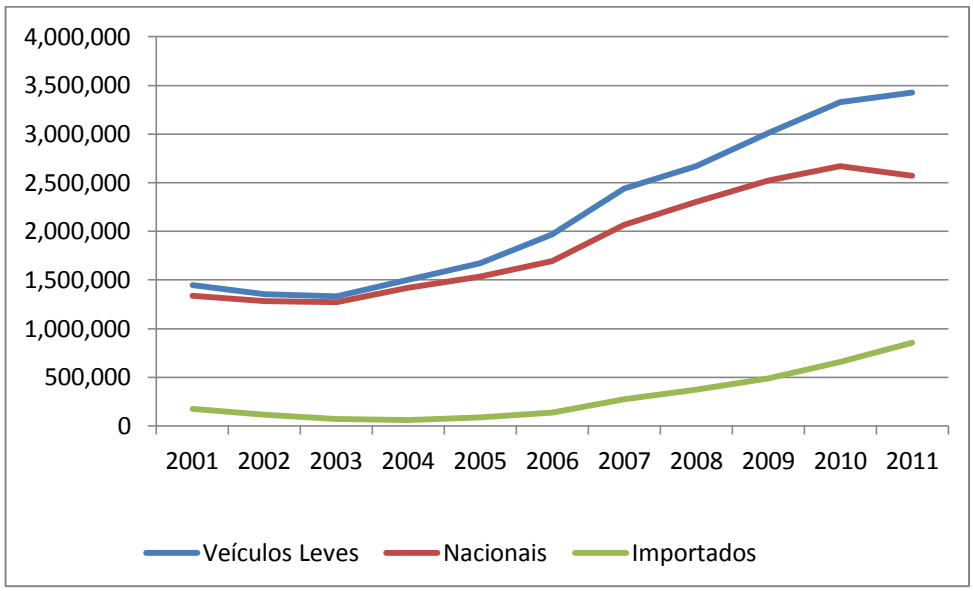
Origem	Ano	Veículos Leves			Veículos Pesados			Total
		Carros de Passeio	Comerciais Leves	Total	Caminhões	Ônibus	Total	
Nacionais	2001	1.176.557	159.375	1.335.932	70.509	16.525	87.034	1.422.966
	2002	1.143.376	139.761	1.283.137	63.706	16.534	80.240	1.363.377
	2003	1.121.462	152.775	1.274.237	64.688	15.882	80.570	1.354.807
	2004	1.226.435	192.102	1.418.537	80.870	17.646	98.516	1.517.053
	2005	1.325.498	208.461	1.533.959	77.366	15.358	92.724	1.626.683
	2006	1.472.695	220.024	1.692.719	72.930	19.723	92.653	1.785.372
	2007	1.790.212	277.111	2.067.323	95.170	23.152	118.322	2.185.645
	2008	1.962.369	337.685	2.300.054	118.228	26.918	145.146	2.445.200
	2009	2.160.421	362.893	2.523.314	106.486	22.566	129.052	2.652.366
	2010	2.213.617	458.040	2.671.657	154.920	28.346	183.266	2.854.923
	2011	2.068.319	503.494	2.571.813	168.828	34.580	203.408	2.775.221
Importados	2001	118.539	56.716	175.255	3.008	53	3.061	178.316
	2002	75.170	37.834	113.004	2.180	60	2.240	115.244
	2003	47.219	24.874	72.093	1.603	107	1.710	73.803
	2004	32.011	27.570	59.581	2.135	6	2.141	61.722
	2005	43.684	41.304	84.988	2.968	5	2.973	87.961
	2006	83.525	55.468	138.993	3.328	45	3.373	142.366
	2007	185.306	88.403	273.709	3.328	46	3.374	277.083
	2008	230.908	140.029	370.937	4.121	92	4.213	375.150
	2009	314.343	171.085	485.428	3.387	59	3.446	488.874
	2010	431.087	226.204	657.291	2.774	76	2.850	660.141
	2011	578.931	274.930	853.861	4.074	92	4.166	858.027
Total	2001	1.251.727	197.209	1.448.936	72.689	16.585	90.095	1.601.282
	2002	1.190.595	164.635	1.355.230	65.309	16.641	82.480	1.478.621
	2003	1.153.473	180.345	1.333.818	66.823	15.888	82.280	1.428.610
	2004	1.270.119	233.406	1.503.525	83.838	17.651	100.657	1.578.775
	2005	1.409.023	263.929	1.672.952	80.694	15.403	95.697	1.714.644
	2006	1.658.001	308.427	1.966.428	76.258	19.769	96.026	1.927.738

Origem	Ano	Veículos Leves			Veículos Pesados			Total
		Carros de Passeio	Comerciais Leves	Total	Caminhões	Ônibus	Total	
	2007	2.021.120	417.140	2.438.260	99.291	23.244	121.696	2.462.728
	2008	2.193.277	477.714	2.670.991	122.349	27.010	149.359	2.820.350
	2009	2.474.764	533.978	3.008.742	109.873	22.625	132.498	3.141.240
	2010	2.644.704	684.244	3.328.948	157.694	28.422	186.116	3.515.064
	2011	2.647.250	778.424	3.425.674	172.902	34.672	207.574	3.633.248

Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANFAVEA

No segmento de veículos leves tem havido um crescimento dos licenciamentos desde o ano de 2003. Desde então a participação dos veículos nacionais tem diminuído, como se pode observar no gráfico 3 . No ano de 2011, ocorre a primeira queda no período de novas licenças de veículos leves nacionais. Enquanto isso, os importados encontram-se em ascensão.

Gráfico 3 Licenciamento de veículos leves - 2001 a 2011

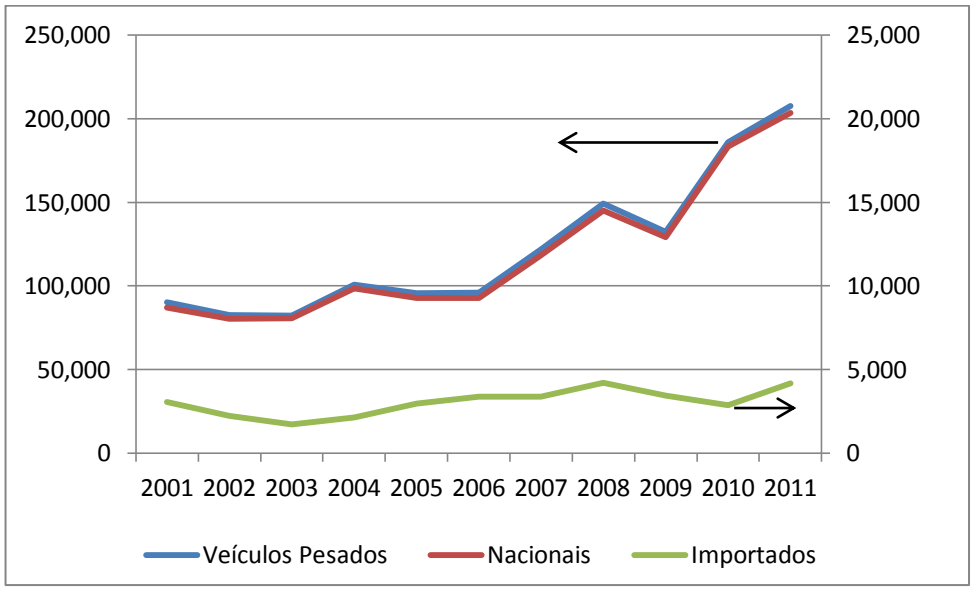


Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANFAVEA

Os licenciamentos de veículos pesados dobram de 2001 até 2011. O crescimento não foi constante como no caso dos veículos leves, sendo que o aumento passou ocorreu entre 2006 e 2008, período de expansão da economia brasileira, com o início da crise de 2008, veio a queda do licenciamento, mas a

recuperação já veio em meados de 2009 e seguiu até 2011. Essa reação se deve em parte pelas medidas de estimulo como a redução do IPI (imposto sobre produtos industrializados) e facilidades de financiamento, conforme mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 4 Licenciamento de veículos pesados - 2001 a 2011



Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANFAVEA

2.1.3. Vendas internas

Avaliando o consumo exclusivo do que foi produzido internamente, a Volkswagen é a líder do mercado com quase 734 mil de automóveis, 25,4% do total, seguida pela Fiat com 690 mil automóveis produzidos (quase 24% do total) e da Chevrolet com quase 20% do total produzido, como pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela 6 Vendas Internas por montadora em 2010

Empresa	Veículos Leves				Veículos Pesados				Total por montadora	Participação de mercado Total
	Passeio	Comerciais Leves	Total Leves	Participação no mercado V.L.	Caminhões	Ônibus	Total Leves	Participação no mercado V.P.		
VOLKSWAGEN	586.916	89.298	676.214	26.60%	48.649	8.715	57.364	36.2%	733.578	25,4%
FIAT	532.975	15.703	548.678	21.58%	-	-	-	0.0%	690.005	23,8%
CHEVROLET	492.184	80.564	572.748	22.53%	-	-	-	0.0%	572.748	19,8%
FORD	206.135	50.502	256.637	10.10%	29.627	-	29.627	18.7%	286.264	9,9%

RENAULT	109.187	6.698	115.885	4.56%	-	-	-	0.0%	115.885	4,0%
HONDA	110.822	-	110.822	4.36%	-	-	-	0.0%	110.822	3,8%
PEUGEOT	70.109	8.107	78.216	3.08%	-	-	-	0.0%	78.216	2,7%
MERCEDES-BENZ	767	-	767	0.03%	4.323	15.617	19.940	12.6%	59.614	2,1%
CITROËN	54.835	2.179	57.014	2.24%	-	-	-	0.0%	57.014	2,0%
TOYOTA	55.281	-	55.281	2.17%	-	-	-	0.0%	55.281	1,9%
MITSUBISHI	-	36.618	36.618	1.44%	-	-	-	0.0%	36.618	1,3%
NISSAN	1.376	8.495	9.871	0.39%	-	-	-	0.0%	22.255	0,8%
HYUNDAI	-	19.893	19.893	0.78%	-	-	-	0.0%	19.893	0,7%
VOLVO	-	-	-	0.00%	16.224	532	16.756	10.6%	16.756	0,6%
IVECO	-	3.174	3.174	0.12%	12.336	1.035	13.371	8.4%	16.545	0,6%
SCANIA	-	-	-	0.00%	15.411	903	16.314	10.3%	16.314	0,6%
AGRALE	-	309	309	0.01%	746	4.352	5.098	3.2%	5.407	0,2%
INTERNATIONAL	-	-	-	0.00%	100	-	100	0.1%	100	0,0%
TOTAL	2.220.587	321.540	2.542.127	100.00%	127.416	31.154	158.570	100.0%	2.893.315	100,0%

fonte: ANFAVEA

A liderança em venda na produção total dessas três montadoras é justificada pela vendas de veículos leves, onde o topo é Volkswagen, Chevrolet e Fiat são responsáveis por 70.71% das vendas.

As vendas de veículos pesados foram lideradas por Volkswagen, Ford e Mercedes-Benz, respectivamente 36,2%, 18,7% e 12,6% das vendas caminhões e ônibus.

2.1.4. Balança comercial

A importação de automóveis no ano de 2010 foi em sua maioria constituída de veículos flex, ou seja, bicombustíveis – como se pode observar na tabela 7.**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Em seguida os carros movidos a Gasolina e a Diesel com quase 32% e 14% das importações. Note-se que a participação de carros flex nas importações é muito menor do que a participação nos carros produzidos localmente.

Tabela 7 Vendas importados por combustível em 2010

Combustível	Quantidade	Participação
FLEXFUEL	306.332	54,6%
GASOLINA	178.952	31,9%
DIESEL	75.564	13,5%
TOTAL	**560.848**	**100,0%**

Fonte: ANFAVEA

Na tabela 8 têm-se as importações em relação aos tipos de automóveis. A maior concentração foi a de carros, com 70% das importações. A participação de caminhões é muito pequena – menor do que 1%. De forma intermediária, as importações de automóveis comerciais leves superou a marca de 160 mil carros importados, o que representou 29% das importações.

Tabela 8 Vendas de importados por tipos em 2010

Automóvel	Quantidade	Participação
Passeio	393.535	70,2%
Comerciais Leves	162.835	29,0%
Caminhões	4.478	0,8%
TOTAL	**560.848**	**100,0%**

Fonte: ANFAVEA

De acordo com a tabela 9, pode-se observar a concentração das importações em quatro montadoras. Hyundai e Chevrolet foram as que concentraram a maior participação, aproximadamente 16% cada uma. Em seguida aparecem as montadoras Fiat e Ford com quase 14% e quase 13% da participação das importações, respectivamente.

Tabela 9 Vendas de importados por montadoras em 2010

Montadora	Quantidade	Participação
HYUNDAI	91.417	16,3%
CHEVROLET	88.365	15,8%
FIAT	77.685	13,9%
FORD	72.418	12,9%
TOYOTA	43.985	7,8%
RENAULT	42.576	7,6%
VOLKSWAGEN	38.104	6,8%
CITROËN	30.551	5,4%
HONDA	19.445	3,5%
MERCEDES-BENZ	15.921	2,8%
NISSAN	14.130	2,5%
PEUGEOT	12.137	2,2%
MITSUBISHI	9.632	1,7%
AUDI	3.271	0,6%
IVECO	1.203	0,2%
LEXUS	8	0,0%
TOTAL	**560.848**	**100,0%**

Note-se que estes dados não cobrem importadores independentes.

Fonte: ANFAVEA.

Dentre as principais montadoras importadoras, observa-se segundo a tabela 10 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**que a concentração maior fica na categoria de carros. Em particular, a montadora Hyundai também possui uma importação considerável de automóveis comerciais leves (41.130), mas menor do que a própria importação de carros (50.287). E a montadora Fiat concentrou toda sua importação em carros.

Tabela 10 Vendas de importados por montadoras em 2010

Montadora	Veículos Leves		
	Passeio	Comerciais Leves	Total V.L.
HYUNDAI	50.287	41.13	91.417
CHEVROLET	75.226	13.139	88.365
FIAT	77.685	-	77.685
FORD	53.413	19.005	72.418
Total	256.611	73.274	329.885

fonte: Anfavea

A Volkswagen foi em 2010 a montadora instalada no Brasil que mais se destaca pela quantidade de automóveis exportados, foram 400 mil, o que representou um pouco mais de 52% das exportações. Os dados das demais montadoras encontram-se na tabela 11.

Tabela 11 Exportação por Montadora em 2010

Montadora	Quantidade	Participação
VOLKSWAGEN	400.555	52,2%
CHEVROLET	78.074	10,2%
FORD	71.194	9,3%
FIAT	66.554	8,7%
RENAULT	56.946	7,4%
MERCEDES-BENZ	27.578	3,6%
HONDA	26.695	3,5%
TOYOTA	10.982	1,4%
PEUGEOT	9.803	1,3%
CITROËN	8.132	1,1%
SCANIA	3.699	0,5%
VOLVO	2.640	0,3%
IVECO	2.525	0,3%
MITSUBISHI	861	0,1%
INTERNATIONAL	720	0,1%
AGRALE	474	0,1%
TOTAL	**767.432**	**100,0%**

Fonte: ANFAVEA

Dentre as exportações os veículos leves representaram 95%. A Volkswagen tendo o maior peso com 382 mil de veículos exportados, o que representou 59% da categoria. A Chevrolet e a Renault estão entre as principais exportadoras desse tipo de veículo, com 12,5% e 9% das vendas, respectivamente.

Dentre os veículos pesados, que representaram 5% das exportações, a liderança foi da Mercedes-Benz (45,0%) seguida da Volkswagen (22,7%). Os ônibus foram responsáveis por 2,0% das exportações, sendo a Mercedes-Benz a principal

montadora nesse quesito e na categoria de caminhões a Volkswagen foi a líder de exportações. Os demais valores encontram-se na tabela 12

Tabela 12 Exportação por tipo e montadora em 2010

Montadora	Veículos Leves			Veículos Pesados			Total
	Passeio	**Comerciais Leves**	**Total V.L.**	**Caminhões**	**Ônibus**	**Total V.P.**	
VOLKSWAGEN	382.318	-	382.318	6.401	1.603	8.004	390.322
CHEVROLET	40.051	38.023	78.074	-	-	-	78.074
RENAULT	52.903	4.043	56.946	-	-	-	56.946
FORD	3.109	35.829	38.938	4.275	-	4.275	43.213
FIAT	4.263	23.924	28.187	-	-	-	28.187
MERCEDES-BENZ	11.705	-	11.705	4.839	11.034	15.873	27.578
HONDA	26.695	-	26.695	-	-	-	26.695
TOYOTA	10.982	-	10.982	-	-	-	10.982
PEUGEOT	9.619	184	9.803	-	-	-	9.803
CITROËN	8.132	-	8.132	-	-	-	8.132
SCANIA	-	-	-	2.798	901	3.699	3.699
IVECO	-	521	521	1.871	133	2.004	2.525
MITSUBISHI	-	861	861	-	-	-	861
INTERNATIONAL	-	-	-	720	-	720	720
AGRALE	-	3	3	36	435	471	474
VOLVO	-	-	-	212	-	212	212
Total	549.777	103.388	653.165	21.152	14.106	35.258	688.423

Os automóveis movidos a gasolina representaram a maioria das exportações, com participação de 92% do total. A Volkswagen foi a principal montadora com representação de 58.04% nessa categoria. Os demais automóveis exportados são movidos a diesel, sendo a Mercedes-Benz a principal montadora com 31.69% de participação. Não houve automóveis flex exportados. Os demais valores encontram-se na tabela 13

Tabela 13 Exportação por combustível e montadora em 2010

Montadora	Gasolina	Diesel	Total	Total %
VOLKSWAGEN	391.706	8.849	400.555	58.04%
CHEVROLET	68.268	9.806	78.074	11.31%
FORD	63.743	7.451	71.194	10.32%
FIAT	62.265	4.289	66.554	9.64%
MERCEDES-BENZ	9.564	18.014	27.578	4.00%
HONDA	26.695	-	26.695	3.87%
TOYOTA	10.982	-	10.982	1.59%
SCANIA	1	3.698	3.699	0.54%
IVECO	108	2.417	2.525	0.37%
MITSUBISHI	-	861	861	0.12%
INTERNATIONAL	-	720	720	0.10%
AGRALE	-	474	474	0.07%
VOLVO	-	264	264	0.04%
TOTAL	633.332	56.843	690.175	100.00%

Fonte: Anfavea

No ano de 2010 houve um superávit na indústria automobilística na quantidade de veículos comercializados. As importações representaram também um pouco mais que 16% do consumo interno.

Tabela 14 Importação e exportação de veículos - 2010

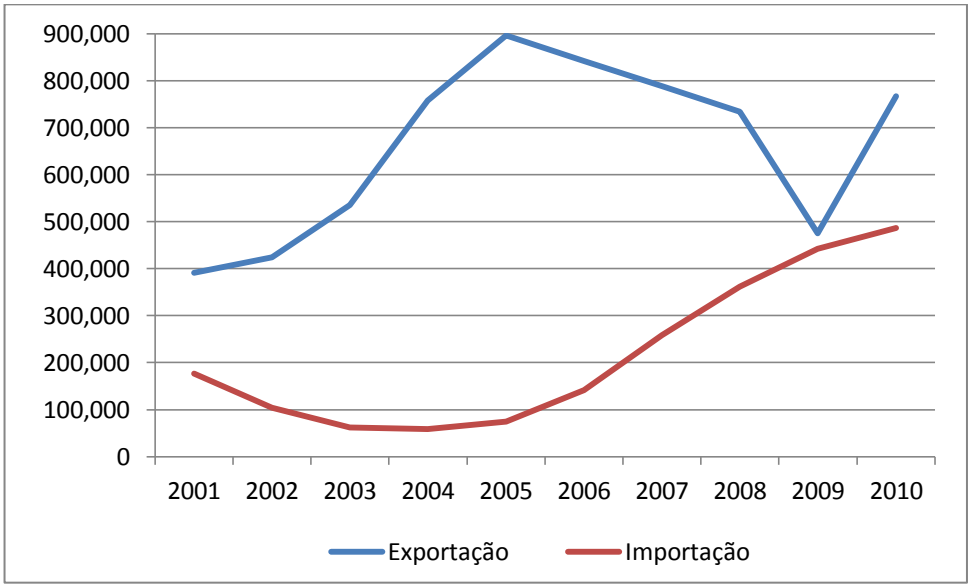
Tipo	**Categoria**	**Importação**	**Exportação**
Veículos Leves	Passeio	393.535	616.125
	Comerciais Leves	162.835	113.621
	Total V.L.	**556.370**	**729.746**
Veículos Pesados	Caminhões	4.478	23.060
	Ônibus	-	14.626
	Total V.P.	**4.478**	**37.686**
Total		**560.848**	**767.432**

Fonte: ANFAVEA

No gráfico 5 pode-se observar a evolução nos últimos 10 anos das importações e exportações de automóveis no Brasil. A quantidade exportada superou a importada nesse período. No entanto, após atingir o pico de quase 900 mil automóveis vendidos ao exterior, o número de automóveis exportados foi-se reduzindo até o ano de 2009, quando atingiu a marca de 475 mil automóveis

exportados e ficou próximo da quantidade de automóveis importados que tem mantido seu crescimento desde o ano de 2004.

Gráfico 5 Exportação e importação de automóveis - 2001 a 2010



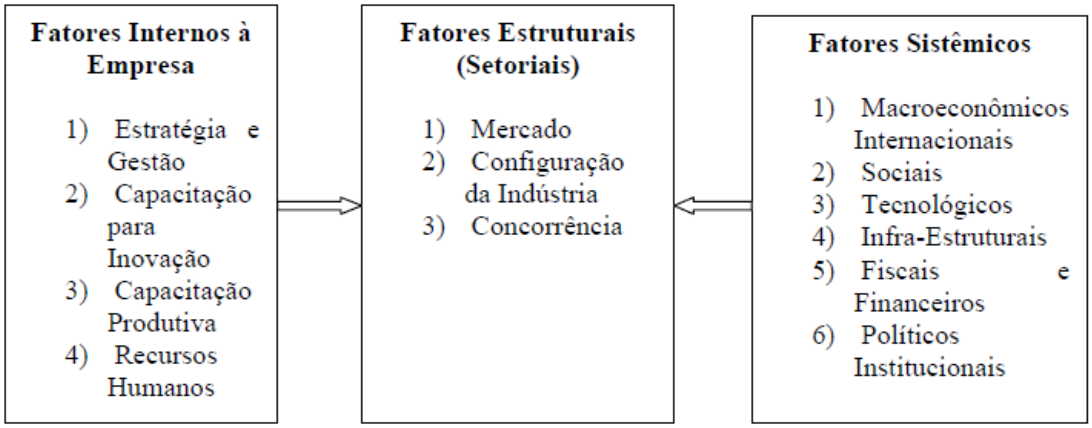
Fonte: Elaboração própria com base nos dados estatísticos obtidos no site da ANBEIVA

2.2. Estrutura de mercado, concorrência e competitividade internacional

O preço final do veículo chega a custar até 30% a mais que um similar em outros países, conforme divulgou o Valor Setorial – Indústria Automobilística (2011). Isso ilustra o desafio que o setor automobilístico nacional terá que enfrentar, uma vez que o preço final é um dos reflexos da competitividade de um setor. A fim de avaliar os fatores críticos para a competitividade dentro de um determinado setor, Coutinho e Ferraz (1993) dividem esses fatores em três grupos: internos à empresa, estruturais e sistêmicos.

Jacintho (2010) adapta a visão de Coutinho e Ferraz por meio da figura abaixo:

Figura 1 Fontes determinantes da competitividade da indústria



Os fatores internos à empresa são aqueles sobre as quais as firmas possuem poder de decisão e por meio deles irão buscar se diferenciar de seus competidores. No caso das montadoras, isso ocorre por meio de investimentos em ampliação do parque industrial, capacitação da mão de obra e desenvolvimento de novos produtos e tecnologias. A Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) prevê para o período 2011–2015 um investimento de US$ 22 bilhões por parte das montadoras.

Os dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), na tabela abaixo indicam a escolaridade da mão de obra contratada pelo setor automotivo.

Tabela 15 Escolaridade da mão de obra do setor automotivo

Escolaridade após 2005	2010	2006	Grau Instrução 2005-1985	2005	2000
Analfabeto	474	557	**Analfabeto**	523	964
Até 5ª Incompleto	5.246	5.964	**4ª Série Incompleto**	5.614	7250
5ª Completo Fundamental	11.148	14.501	**4ª Série Completo**	16.020	21134
6ª a 9ª Fundamental	23.104	25.080	**8ª Série Incompleto**	21.681	34828
Fundamental Completo	59.107	61.626	**8ª Série Completo**	59.288	56273
Médio Incompleto	40.117	35.840	**2º Grau Incompleto**	32.317	29331
Médio Completo	272.444	172.222	**2º Grau Completo**	148.523	67773
Superior Incompleto	22.844	18.792	**Superior Incompleto**	18.206	14159
Superior Completo	61.382	40.148	**Superior Completo**	33.784	23061
Mestrado	571	217			
Doutorado	97	48			
Total	496.534	374.995	**Total**	335.956	254.773

Fonte: RAIS

Observamos que a escolaridade da mão de obra aumentou ao longo do tempo. Todavia deve-se ressaltar que durante esse período ocorreu um processo de ampliação do nível de escolaridade da população brasileira, e o setor automobilístico pode aproveitar-se disso, pois necessita de trabalhadores qualificados.

Como a indústria automobilística depende de constantes inovações em tecnologia e engenharia, é necessário aumentar o grau de automação das linhas de montagem e a eficiência na gestão e organização do processo produtivo

Os fatores estruturais sofrem influência indireta das empresas e caracterizam a relação de competição do setor. Isso engloba o mercado consumidor, a configuração da indústria e a concorrência. No caso do setor automobilístico, temos que o mercado consumidor se encontra em expansão, com a crescimento do poder aquisitivo da população e facilidade para obter financiamentos longos, o que acarretou um aumento do número de licenciamentos de novos veículos, que saltou de 1,4 milhões de unidades em 2003 para 3,5 milhões de unidades em 2010.

Já a configuração do setor apresenta uma descentralização espacial das montadoras pelo país, sendo que há plantas em SP, MG, RJ, GO, RS, PR e BA. Esse movimento ocorreu a partir dos anos 90, dentro de um contexto de transformações no cenário econômico nacional com a abertura comercial e o controle da inflação a partir do Plano Real.

Houve um aumento da concorrência no setor com a entrada de novas empresas, que assim como as que já estavam instaladas no país aproveitaram os benefícios oferecidos pelo governo via incentivos fiscais e doação de terrenos para construírem plantas fora da Grande São Paulo. Essas novas áreas industriais se beneficiaram também do baixo custo da mão de obra e de um menor nível de sindicalização de seus trabalhadores, além de já estarem adaptadas aos novos métodos de produção. Segundo Barros e Pedro (2011), a indústria apresenta uma cadeia de valor integrada, devido a forte interação entre os fornecedores de primeira ordem e as montadoras, o que permite que o veículo seja produzido e desenvolvido localmente.

Os fatores sistêmicos seriam aqueles sobre os quais as empresas não possuem controle, como a conjuntura macroeconômica, a qualidade do capital humano, os órgãos reguladores e a infraestrutura. O atual cenário econômico em

que a taxa de câmbio se encontra apreciada e a demanda interna, aquecida levou a uma forte entrada de veículos importados. A fim de proteger a indústria, o governo anunciou que prepara um novo RAB (Regime Automotivo Brasileiro). Dentre as medidas pretendidas está a exigência de 65% de conteúdo nacional nos veículos produzidos aqui. Aqueles que não cumprirem essa exigência terão um aumento de 30 pontos percentuais do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados). O índice de nacionalização será calculado sobre o custo do produto vendido. Também haverá medidas que obrigam as empresas a investirem em pesquisa e desenvolvimento.

O governo também reavaliou o acordo comercial com o México, pois o Brasil está apresentando elevado déficit comercial e os veículos entram no país isentos de imposto de importação e da majoração do IPI, o que poderia minar as medidas protecionistas já citadas. Essas ações do governo visam atrair investimentos para ampliar a capacidade de produção, desenvolver a capacidade tecnológica das empresas instaladas no País e aumentar a oferta de emprego.

A infraestrutura se mostra um entrave para as exportações do setor automobilístico. O transporte rodoviário é o principal meio para deslocar cargas dentro do país e encontra-se em uma situação preocupante. Segundo o instituto ILOS (Instituto de Logistica e Supply Chain), a malha rodoviária brasileira apresenta apenas 13% das rodovias pavimentadas. Os portos, por estarem defasados em termos de tamanho e tecnologia, também representam um ponto de estrangulamento. Isso afeta a logística das empresas e contribui para diminuir a competitividade das exportações das montadoras. Todavia, alguns subsetores como o de autopeças, por se concentrarem em São Paulo, não sofrem tanto com esse problema.

A Anfavea divulgou em julho de 2011, o resultado de um estudo feito pela PwC, em que o custo da cadeia automotiva no Brasil chega a ser 60% superior à China, 20% à Índia e 5% superior ao México[4]. Apesar de contar com aspectos positivos como o mercado interno aquecido, taxas de juros em queda e as novas medidas do governo para o setor visando o aumento de investimentos no país, ainda

[4] Informação retira do jornal Estado de São Paulo, disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios+industria,custo-da-industria-automotiva-no-brasil-e-60-maior-que-na-china,73805,0.htm>

há grandes desafios para aumentar a competitividade no setor em relação aos demais países emergentes.

2.3. Perfil tecnológico

A taxa de inovação do setor automotivo, divisão entre o número de empresas que implementaram inovação em produto ou processo pelo número total de empresas do setor, apresentou uma evolução ao longo dos últimos anos, passando de 37% em 2005 para 45% em 2008, segundo dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE. Enquanto isso, a indústria de transformação como um todo apresentou uma taxa de 34% em 2005 e 38% em 2008.

Na tabela abaixo vemos a evolução da PINTEC de 2001 até 2008, sendo que os dados estão agrupados de forma trienal:

Tabela 16 PINTEC 2001 - 2008

Ano	Empresas						
	Total	Que implementaram	Ano Final				
			Receita líquida de vendas (1 000 R$)	Dispêndios realizados pelas empresas inovadoras nas atividades inovativas (3)			
		Inovação de produto e/ou processo		Total		Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento	
				Número de empresas	Valor (1 000 R$)	Número de empresas	Valor (1 000 R$)
Indústrias de transformação							
2001-2003	82 374	27 621	929 837 696	20 274	23 034 602	4 865	5 070 319
2003-2005	89 205	29 951	1202 698 981	19 621	33 724 694	5 028	7 035 353
2006-2008	98 420	37 808	1 662 023 211	30 291	43 231 063	4 168	10 634 632
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias							
2001-2003	1 947	772	84 564 847	671	3 309 055	277	1 318 610
2003-2005	2 214	819	135 285 842	559	5 982 852	189	1 692 553
2006-2008	2 638	1 190	205 356 230	1 116	7 135 313	217	3 097 735

Fonte: PINTEC

Ocorreu um crescimento do número de empresas tanto na indústria de transformação (aumento de 19,5%) quanto na automobilística (aumento de 35,5%) sendo que as companhias que implementaram inovação no produto ou no processo produtivo aumentaram em 54% no setor automotivo, partindo de 772 empresas no triênio 2001/2003 para 1.190 em 2006/2008. Do total de empresas do setor em

2001/2003, apenas 39% fizeram algum tipo de inovação; já no triênio 2006/2008 o número passou para 45% das empresas.

O crescimento expressivo dos gastos como P&D interno deve ser visto com cautela, uma vez que a razão entre dispêndio com atividades internas de P&D e receita se manteve praticamente constante ao longo do tempo, passando 1,56% em 2001/2003 para 1,51% em 2006/2008.

Negri et al. (2008) sugerem que sejam analisados os investimentos em atividades inovadoras e em P&D, pois estes devem ser menos afetados pelo número de empresas na base industrial brasileira. Os gastos com inovação incluem desde pesquisa até investimentos em maquinas e equipamentos. Já os investimentos em P&D compreendem o trabalho criativo sistemático, que visa aumentar o estoque de conhecimento, sendo um conceito mais restrito.

Comparando dados da PINTEC e do *Community Innovation Survey* europeu, os autores sugerem que os gastos em atividades inovativas do setor automobilístico brasileiro em porcentagem da receita líquida de vendas (4,4%) são superiores aos de países como Itália (2,0%) e Espanha (2,3%), porém muito inferiores aos da Alemanha (8,5%). Já os gastos em P&D (1,4%) encontram-se no mesmo nível de Itália e Espanha e novamente distantes da Alemanha (4,5%). Isso é uma evidência de que o processo de inovação do setor automotivo brasileiro é mais ligado à aquisição de tecnologia por meio de máquinas e equipamentos em detrimento do P&D. É um indicador de subordinação dos centros de pesquisa das filiais brasileiras na estruturação do P&D das montadoras.

Negri et al. (2008) analisam também o desempenho inovativo das empresas líderes, que são responsáveis por 60% dos investimentos em P&D do setor e investem 1,6% do faturamento em P&D. Com isso, conseguiram introduzir novos processos, visando redução de custos e novos produtos no mercado brasileiro. Elas seriam, ao menos em certa medida, inovadoras no mercado mundial: 22% das empresas líderes no setor teriam criado produtos inexistentes no mercado mundial.

As estratégias de inovação, segundo Negri et al. (2008), variam de acordo com o subsetor em que a empresa se encontra: as montadoras buscam, em geral, desenvolvimento com P&D interno e aquisição de novas tecnologias, enquanto as empresas de carroceria e de autopeças inovam predominantemente via compra de

máquinas e equipamentos. Entretanto, as líderes no setor de autopeças se comportam de maneira diferente em relação às demais empresas desse segmento, apresentando um padrão de inovação mais próximo das empresas lideres do setor automotivo.

Outro ponto importante é que o processo de inovação ocorre em geral com parcerias. No caso das montadoras, essa relação se dá preferencialmente com as matrizes. Segundo estudo de Negri et al. (2008), 39% das montadoras declaram que o principal responsável pela inovação foi outra empresa do grupo no exterior. Essa relação é evidenciada também ao se analisar as remessas para o exterior referentes a serviços de tecnologia feitas pela indústria: 20% correspondem ao setor automotivo. Além disso, metade das montadoras inovadoras desenvolveram parceiras com seus fornecedores em projetos em inovação.

Algo que é pouco explorado pelo setor automotivo nacional é a parceria com universidades ou institutos de pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos. Apenas 2% das empresas do setor fazem uso desse tipo de cooperação, contra 19% na indústria brasileira em geral. Um grande entrave a esse tipo de parceria é a questão do segredo industrial, pois as empresas têm receio de compartilhar informações estratégicas.

A tabela abaixo mostra os grupos de pesquisas em tecnologias de baixo carbono ligados ao setor automobilístico por área do conhecimento, esse levantamento foi feito no diretório dos grupos de pesquisa do CNPq (DGP) e no Censo 2010 do DGP.

Tabela 17 Grupos de estudos de economia do baixo carbono para o setor automobilístico

Área	Pesquisadores	Técnicos	Produção acadêmica 2007-2010	Produto Tecnológico 2007-2010	Desenvolvimento de software 2007-2010
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	14	1	1.688	11	6
Engenharia Elétrica	61	11	3.688	36	33
Engenharia Mecânica	26	18	358	2	0
Engenharia Nuclear	4	2	203	1	0
Engenharia Química	74	10	6.287	37	0
Engenharia Sanitária	3	1	508	0	0
Física	8	1	509	8	1
Imunologia	8	3	956	4	0
Medicina	17	4	1.483	1	3
Química	75	8	6.535	60	4
Total geral	290	59	22.215	160	47

Fonte: fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq

Os grupos de pesquisa de baixo carbono para o setor automotivo são em geral ligados a universidades, abrangendo 36 universidades brasileiras com um total de 290 pesquisadores e 59 técnicos. A produção acadêmica total foi de 22.215 trabalhos desenvolvimento de 160 produtos tecnológicos entre 2007 e 2010.

Interessante notar que além das áreas ligadas às engenharias, há grupos da área de saúde como imunologia e medicina. O que mostra que há uma interdisciplinaridade para estudar o setor automobilístico como um todo, desde a concepção do veiculo até os impactos sobre a saúde da população.

As áreas de química, engenharia química e engenharia elétrica são as principais produtoras de conteúdo acadêmico, sendo responsáveis por 74% da produção entre 2007 à 2010 e também foram as áreas que mais desenvolveram produtos tecnológicos. A engenharia elétrica se destaca no desenvolvimento de softwares com 76% dos programas desenvolvidos por essa área.

Tendo em vista esse quadro, é possível admitir que o setor privado poderia estabelecer mais parecerias com a academia com o intuito de aproveitar mais o conhecimento gerado nas universidades, em países como Alemanha, Espanha, França e Itália há taxas mais elevadas de cooperação entre empresas do setor automotivo e as universidades. Parcerias entre concorrentes também acontecem com uma frequência muito baixa no Brasil.

O financiamento da atividade inovativa, segundo Carvalho e Pinho (2009), para investimentos em P&D foi feito, em grande medida, com recursos das próprias empresas do setor (89%), mas também houve participação do setor público (11%)[5].

As empresas do setor estão procurando investir na contratação de mão de obra qualificada, diminuindo áreas de engenharia das matrizes e deslocando para países emergentes, onde o custo é menor (Carvalho e Pinho, 2009). Os autores citam o exemplo da Ford, que, em 2007, anunciou a intenção de ampliar o departamento de engenharia no Brasil entre 15% e 20%. É importante notar que a Ford teve financiamento aprovado no Programa de Apoio à Engenharia Automotiva (PAEA) do BNDES, que faz parte de um conjunto de medidas do governo para incentivar as atividades de P&D nas montadoras e fabricantes de autopeças.

A estruturação do P&D no setor automobilístico brasileiro pode ser dividida em dois grupos. As montadoras consolidadas, que se instalaram antes dos anos 90, apresentam uma autonomia relativa, participando do desenvolvimento de novos produtos, e possuem estrutura de pesquisa e desenvolvimento em hub. Já as entrantes mais recentes têm pouca autonomia e uma estrutura de P&D centralizada etnocêntrica.

Segundo Negri et al. (2008), o processo de reestruturação do setor automotivo, levou à diversificação de modelos de automóveis aliado a baixos custos de produção. Para tanto, a estratégia adotada tem sido a de padronizar partes centrais e diferenciar outras por meio de projetos em plataformas, que podem ser definidas como um conjunto de componentes comuns presentes em vários produtos distintos, gerando assim ganhos de escala no processo produtivo e no desenvolvimento de produtos. Isso representou uma oportunidade para as filiais das grandes empresas aumentarem a participação no processo de P&D, devido à necessidade de adaptação dos produtos a mercados regionais. Um exemplo disso é que, segundo Cassoti e Goldenstein (2008), as quatro montadoras com maior tempo de presença no país construíram e expandiram seus centros de tecnologia locais nos últimos anos, havendo relativamente poucos centros desse tipo no mundo.

[5] Em um contexto mais geral de financiamento de investimentos, Negri et al. (2008) afirmam que 50% das empresas do setor automotivo declararam utilizar recursos do BNDES para financiamento de investimento.

Essas empresas estão inclusive utilizando o serviço de engenharia das subsidiárias brasileiras em produtos que serão fabricados em outros países.

Cassoti e Goldenstein (2008) destacam também a introdução da tecnologia flex-fuel, que foi concebida nas unidades brasileiras das empresas Bosch e Magneti Marelli, e contribuiu para a retomada do uso do álcool como combustível na frota brasileira. Balset e Consoni (2007) afirmam que a tecnologia do flex levou o setor automobilístico a desenvolver o uso de produtos compatíveis com o álcool combustível, como plásticos, ligas e componentes para motor, mais baratos e adequados à necessidade local.

3. Mudanças climáticas, institucionais e tecnológicas.

3.1. Impactos ambientais setoriais

3.1.1. Emissões

Segundo o relatório de 2011 da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), ocorreu um aumento de 48,3% nas emissões mundiais na área de transporte rodoviário provocadas por combustão de derivados de petróleo de 1990 a 2009 (IEA, 2009). Esse setor foi responsável por 16% do total mundial de emissões antrópicas em 2009. Entre os maiores poluidores no setor de transporte rodoviário em 2009 estão: Estados Unidos, responsáveis por 29% do total das emissões, União Europeia (18%), China (7%) e Japão (4%). O Brasil responde por 3%.

A emissão de poluentes na atmosfera está ligada a problemas ambientais como o efeito estufa, a diminuição da camada de ozônio e chuva ácida, além de ser um fator agravante de problemas de saúde. Os principais poluentes são: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), compostos de nitrogênio (NO_x, NH_3, HNO_3), compostos de enxofre (SO_2 e SO_3) e material particulado, que são misturas de compostos no estado líquido e sólido que se mantém em suspensão na atmosfera. O efeito desses poluentes para a saúde da população é apresentado na tabela abaixo:

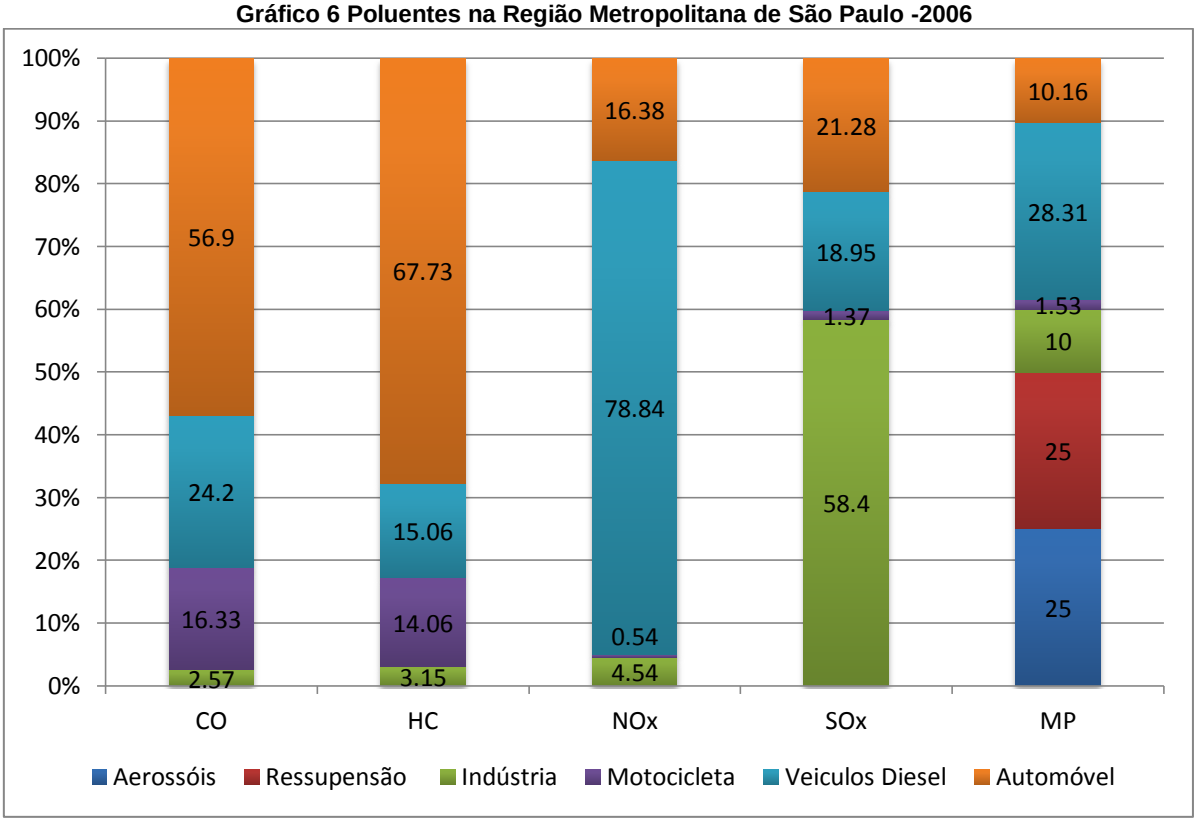
Tabela 18 Efeitos sobre a saúde dos principais poluentes veiculares locais

Poluente	Impacto
CO	Atua no sangue reduzindo sua oxigenação, podendo causar morte após determinado período de exposição
NOx	Formação de dióxido de nitrogênio e na formação do smog fotoquímico e chuva ácida. É um precursor do ozônio
HC	Combustíveis não queimados ou parcialmente queimados, formam o *smog* e compostos cancerígenos. É um precursor do ozônio
MP	Pode penetrar nas defesas do organismo, atingir os alvéolos pulmonares e causar irritações, asma, bronquite e câncer de pulmão. Sujeira e degradação de imóveis próximos aos corredores de transporte
SOx	Precursor do ozônio, formando a chuva ácida e degradando vegetação e imóveis, além de provocar uma série de problemas de saúde

Fonte: Carvalho (2011)

Carvalho (2011) analisa também quem são os responsáveis pelas emissões desses poluentes na região metropolitana de São Paulo:

Gráfico 6 Poluentes na Região Metropolitana de São Paulo -2006

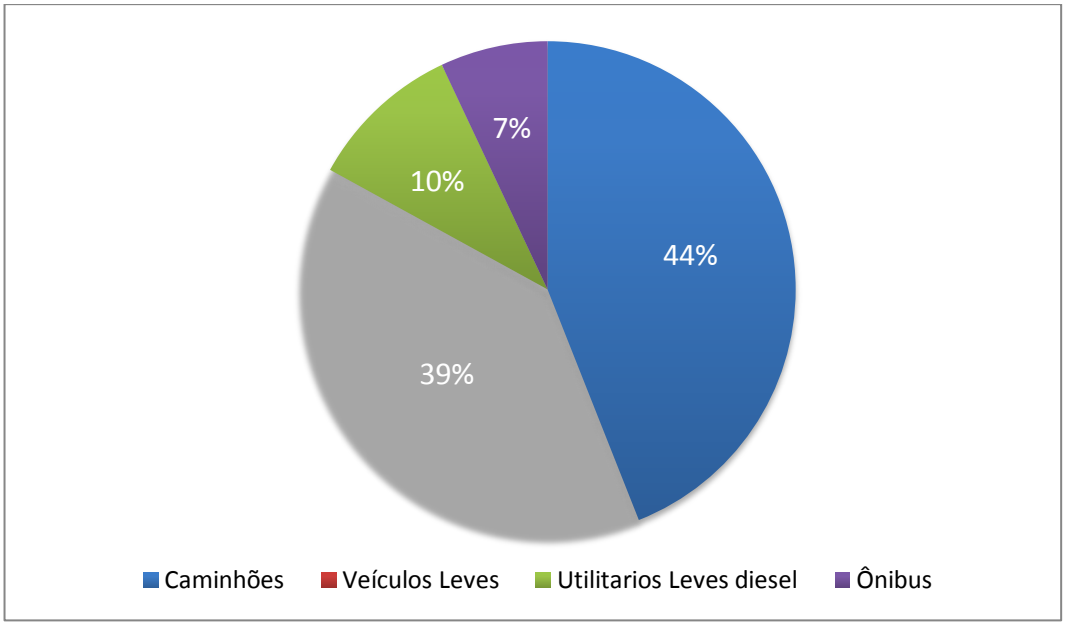


Fonte: Carvalho (2011)

Os veículos de ciclo Otto (automóveis e bicicletas) foram responsáveis por grande parte das emissões de CO e Hidrocarbonetos, por sua vez a indústria respondeu pela maior parte das emissões de óxidos de enxofre. Os veículos a diesel, em geral são pesados (ônibus e caminhões), foram responsáveis por grande parte das emissões de óxidos de nitrogênio e por parte significativa de materiais particulados.

Carvalho (2011) analisa que a emissão de CO_2 no Brasil em 2006 teve apenas 9% com origem no setor de transportes, as maiores emissões provem de desmatamento e queimadas. Dentro do setor de transportes a divisão ocorre segundo o gráfico abaixo:

Gráfico 7 Emissões de CO_2 no transporte brasileiro em 2006



Fonte: Carvalho (2011)

Os automóveis e utilitários leve responderam conjuntamente por 49% das emissões de CO_2 em 2006 sendo que essas categorias foram responsáveis por menos de 30% da participação no total de viagens realizadas, segundo Carvalho (2011). Por sua vez os ônibus que respondem por apenas 7% das emissões, realizaram 60% dos deslocamentos urbanos e 95% dos deslocamentos intermunicipais. Carvalho (2011) sugere que o sucesso de políticas ambientais no setor de transporte deve incentivar a substituição do transporte individual pelo coletivo.

O Brasil apresentou um crescimento considerável da sua frota de veículos. Segundo dados da ANFAVEA, o número de licenciamentos de veículos leves passou de cerca de 1,5 milhões em 2001 para cerca de 3,5 milhões em 2011, a razão de veículos por habitante era de 10 habitantes por carro há vinte anos, caiu para 5 em 2012[6]. Porém, a frota brasileira continua com muitos veículos antigos em circulação, produzidos até 1989, que, segundo Merli et al (2008), são os maiores responsáveis pelas emissões de CO_2 da frota nacional. A frota envelhecida pode indicar que além do problema de emissões, há outras questões ambientais para se considerar, tais como o que fazer com os veículos após o término de sua vida útil.

3.1.2. Reciclagem

A reciclagem de automóveis passou a ser considerada uma questão importante pelos governos. Em 2000, a legislação da União Europeia (2000/53/CE) sobre os veículos em fim de vida (VFV), buscou prevenir e limitar os resíduos e melhorar sua reutilização, reciclagem e recuperação. Dentre os objetivos estão: responsabilizar as montadoras pelo ciclo de vida dos automóveis da montagem à reciclagem, fixar em 95% a taxa de reciclabilidade até 2015 e proibir o uso de substâncias perigosas como chumbo, cádmio, mercúrio e cromo para veículos novos a partir de 2013, com exceção de peças onde esses materiais sejam essenciais (Salla e Cadioli, 2007).

Para isso, foram desenvolvidas duas ferramentas que são relevantes para o diagnóstico e a execução dessas mudanças. A primeira é a Análise do Ciclo de Vida (LCA, na sigla em inglês). Marques e Meirelles (2007) a descrevem como uma ferramenta que visa a avaliar os impactos ambientais em todas as etapas envolvidas com a produção do bem, desde sua concepção até o destino final, o que inclui o planejamento do produto, a extração de matéria prima, os gastos energéticos, a fabricação, o transporte do produto, seu uso e o descarte.

A segunda ferramenta é o Eco-Design, que incorpora a questão ambiental na concepção do projeto, por meio de escolhas de materiais que possam ser reciclados, substituindo as peças de metal por polímeros e utilizando a matéria prima de forma racional quando possível.

---

[6] Fonte:< http://economia.estadao.com.br/noticias/economia,pais-tem-1-carro-para-cada-5-habitantes,109273,0.htm > acessado em 16/06/2012

A discussão sobre reciclagem e uso eficiente de recursos passou, portanto, a ganhar destaque dentro do planejamento das empresas do setor. Marques e Meireles (2007) mostram que entre os anos 1990 e os anos 2000, houve uma redução do peso dos automóveis de aproximadamente 25%, conforme a tabela a seguir:

Tabela 19 Evolução da composição do peso do automóvel

Material	Anos 1990 (kg)	Anos 2000 (kg)
Aço	831	510
Zinco	10	15
Borracha	61	64
Vidro	38	31
Chumbo	15	11
Cobre	22	12
Fluidos	81	48
Ferro	207	150
Alumínio	68	77
Plásticos	101	150
Total	1434	1070

fonte: Marques e Meireles (2007)

Tal redução aconteceu porque matérias como aço e ferro fundido tiveram seu uso racionalizado e substituído por polímeros (plásticos) e ligas de alumínio, que, além de leves, possuem um maior valor mercado na reciclagem. Dessa forma, os veículos gastam menos combustível e consequentemente diminuem a emissão de CO_2.

Outro aspecto importante decorrente dessa mudança é a redução do uso de matérias primas primárias, ou virgens, substituídas por matérias primas secundárias, oriundas do processo de reciclagem. Marques e Meireles (2007) ilustram esse fato, por meio do alumínio: na sua reciclagem gasta-se dez vezes menos energia do que a produção da mesma quantidade a partir da bauxita (matéria prima virgem).

Outros elementos dos veículos que podem ser reciclados são os pneus. Kiperstok (2000) destaca que eles podem ter sua vida útil estendida e posteriormente sua carcaça pode ser reaproveitada em outras funções, como em contenção de encostas e muros de arrimo.

No caso do setor automobilístico brasileiro, o processo de reciclagem é mais limitado. Medina e Gomes (2002) atribuem esse fato ao baixo número de

recicladores especializados em materiais automotivos, uma vez que falta planejamento para a formação de uma rede voltada para desmontagem, coleta e trajeto final desses materiais.

As partes mais recicladas são as metálicas, devido ao domínio tecnológico dos processos e por contar com um mercado consumidor constituído pelos produtores de materiais siderúrgicos. No Brasil, As siderúrgicas utilizam essa sucata ferrosa na produção de aço, mas esta acaba sendo usada quase que integralmente para fabricar aços longos e não aços planos que são utilizados nos veículos.

Outras mudanças no processo produtivo no conjunto da industria foram: A diminuição do uso de substâncias tóxicas como cádmio, cromo, chumbo e mercúrio; a redução do gasto de energia durante o processo produtivo; e o aumento da durabilidade das peças.

A cadeia de fornecedores do setor automotivo também teve que se adequar à nova realidade. Segundo Epelbaum e Aguiar (2011), as montadoras passaram a exigir requisitos ambientais de seus fornecedores.

Os requisitos ambientais para a cadeia automotiva se dividem em três tipos:

Associados ao produto (p.ex. eliminação de substâncias perigosas, menor geração de resíduos no pós-uso, menor dispêndio energético etc.);

Associados ao desempenho ambiental no processo produtivo do fornecedor, o que inclui certas preocupações com o cumprimento dos requisitos legais e licenças, e com impactos ambientais específicos (geração e destinação de resíduos, emissões atmosféricas etc.);

Associados à gestão ambiental, para assegurar o cumprimento das políticas, objetivos e metas ambientais elaborados pela empresa.

Os principais certificados são ISO 14001, ISO TS 16949 e o QS 900. Eles visam garantir o comprometimento com questões como redução da emissão de poluentes, destinação adequada dos resíduos e gestão ambiental eficiente, exigências válidas também para a indústria nacional.

3.2. Mudanças climáticas e regulação setorial

3.2.1. Cenário internacional

As principais economias do mundo também possuem regulamentações para emissão de poluentes em veículos automotores. Os Estados Unidos possuem um programa de eficiência energética desde 1975: o *Corporate Average Fuel Economy* (CAFE na sigla em inglês). O objetivo inicial desse programa era diminuir a dependência em relação ao petróleo importado ao tornar o consumo de combustíveis mais eficiente. Dessa forma, também se diminuiria a emissão de poluentes. O CAFE institui metas de eficiência energética para cada fabricante em milhas por galão (EPA, 2010; Smith, 2010).

Os órgãos que administram o CAFE são o *Environmental Protection Agency* (EPA, na sigla em inglês) e o *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, na sigla em inglês). O EPA verifica se a regulamentação está sendo seguida e NHTSA aplica as penalidades em caso de descumprimento.

O CAFE enfrentou problemas, como a falta de reajuste dinâmico das metas. Por duas décadas as metas de eficiência energética do CAFE não sofreram aumento. A falta de ajuste do padrão e a diminuição do preço da gasolina a partir de meados da década de 80 foram os principais motivos para a estagnação dos níveis de economia de combustível da frota norte-americana na década de 90 (NCR, 2002; Smith 2010).

Após um longo período de estagnação, as metas do CAFE foram revistas em 2007, quando o Congresso americano aprovou a Lei de Independência e Segurança Energética (EISA, na sigla em inglês). A meta da frota de novos veículos leves foi revisada para 14,88 Km/l (35,0 milhas/galão) a ser atingida até 2020 (GAO, 2010; Smith 2010).

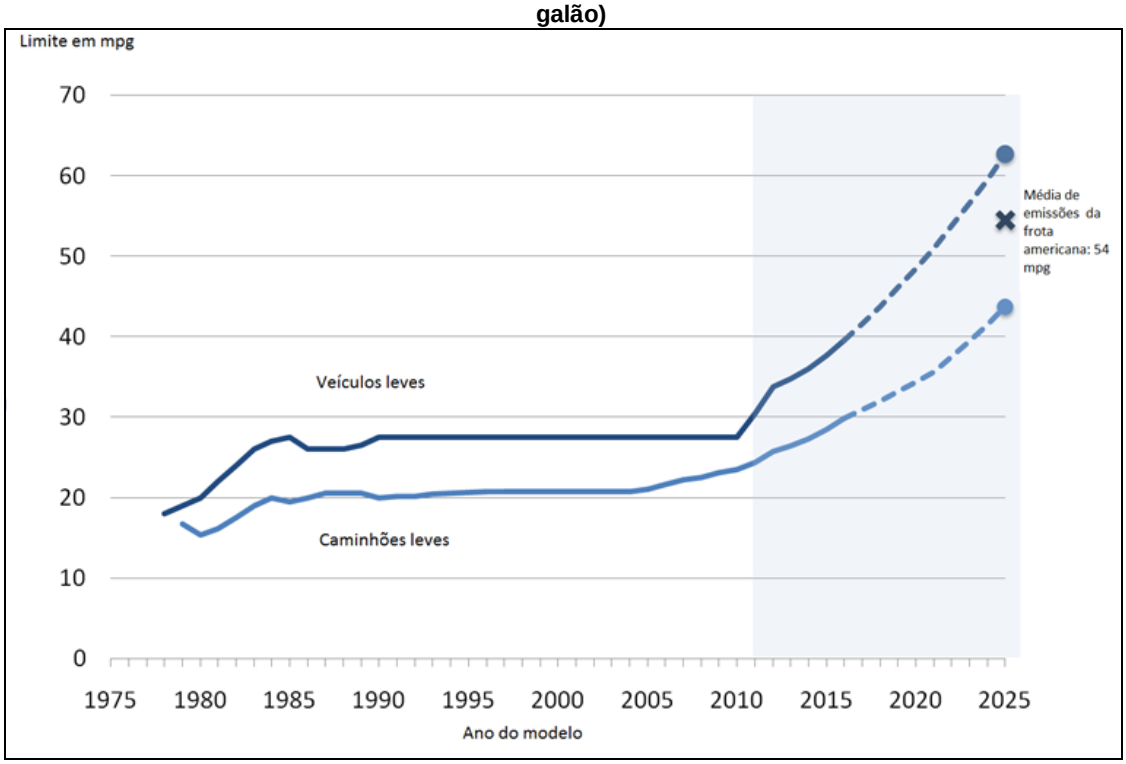
Ocorreu uma nova revisão por meio da lei AB1493, estabelecendo a meta de eficiência energética para veículos leves em 15,09 km/l (35,5 mpg) para ser atingida em 2016. As metas abrangem os automóveis comerciais leves e comerciais médios, e são discriminadas de acordo com o seu tamanho (*footprint*). (Smith, 2010). O EPA

projeta que as emissões de CO_2 devem ser de 183 gCO_2/km (295 g CO_2/milhas) em 2012 e 155 g/km (250 gCO_2/milhas) em 2016. A expectativa é de reduzir 960 milhões de toneladas métricas de CO_2 anuais e economizar 1,8 milhões de barris de petróleo por dia (EPA, 2010; Smith, 2010).

Em julho de 2011, o presidente Barack Obama anunciou um acordo[7] com as treze principais montadoras para aumentar a eficiência energética média da frota americana para 22,95 Km/l (54 milhas/galão) até 2025. Isso deve reduzir a emissão de CO_2 para 101 gCO_2/Km (163 gCO_2/milha).

O gráfico 3 resume a evolução da metas de eficiência energética desde a criação do CAFE em 1975 até as novas metas apresentadas pelo presidente Obama.

Gráfico 8 - Evolução do padrão de eficiência energética para automóveis nos EUA (em milhas por galão)



Fonte: Adaptado do relatório: **http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/fuel_economy_report.pdf**

[7] Fonte: <http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/2011/President+Obama+Announces+Historic+54.5+mpg+Fuel+Efficiency+Standard> acessado em 02/07/2012

Apesar do longo período de estagnação, a questão da eficiência energética e consequentemente da emissão de poluentes foi revista pelo governo americano, algo relevante, uma vez que os EUA estão entre os maiores emissores de CO_2.

A União Europeia durante os anos 1990 criou o padrão europeu de emissões (EURO). São diretivas que determinam o limite de poluentes que os veículos poderão emitir. Os gases que estão incluídos nas diretivas são: NO_x, THC, NMHC, CO e materiais particulados. O CO_2 não tem suas emissões regulamentadas pelo EURO, e sim por um acordo voluntário entre a União Europeia e a associação fabricantes europeus de automóveis (ACEA, na sigla em inglês).

A primeira diretiva é a EURO-1 de 1994 e apresenta os seguintes limites de emissões para veículos leves. Ao longo dos anos os limites foram sendo revisados, diminuindo a cada diretiva. A versão mais recente é a EURO-6 que deve entrar em vigor 2015:

Tabela 20 Limite de emissões da EURO 1 e 6 para veículos leves (g/km)

Legislação	EURO-1		EURO-6		EURO-1		EURO-6		EURO-1		EURO-6	
Peso	menores 1305Kg		menores 1305Kg		1760Kg - 3500Kg		1305Kg - 1760Kg		1305Kg - 1760Kg		1760Kg - 3500Kg	
Combustível	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina
CO	2,72	2,72	0,5	1	6,9	6,9	0,63	1,81	5,14	5,14	0,74	2,27
THC	-	-	-	1	-	-	-	0,13	-	-	-	0,16
NMHC	-	-	-	0,068	-	-	-	0,09	-	-	-	0,108
NOx	-	-	0,08	0,06	-	-	0,105	0,075	-	-	0,125	0,082
HC+NOx	0,97	0,97	0,17	-	1,7	1,7	0,195	-	1,4	1,4	0,35	-
Mat. Particulado	0,14	-	0,005	0,005	0,25	-	0,005	0,005	0,19	-	0,005	0,005

Fonte: Elaborado com base no Official Journal of the European Union[8e9]

Os veículos pesados também estão sujeitos a limites de emissões. A EURO-6 para essa categoria entrará em vigor no final de 2013, com os seguintes limites em g/KWh:

[8]Diretiva do conselho de 26 de junho de 1991, disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:242:0001:0106:PT:PDF>

[9]Diretiva do conselho de 26 de junho de 1991, disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:242:0001:0106:PT:PDF>

Tabela 21 Limites para veículos pesados EURO-6 (g/KWh)

Tipo de Ciclo	CO	HC	NOx	Mat. Particulado
ESC/ELR	1,5	0,13	0,4	0,01

Fonte: Elaborado com base no Official Journal of the European Union[10]

As diretrizes europeias para veículos pesados influenciaram as regulamentações adotadas no Brasil. A fase P-7 do PROCONVE, que entrou em vigor em 2012, segue os padrões do EURO-5.

As emissões em CO_2 são regulamentadas segundo o "ACEA *agreement*"[11], firmado entre a União Europeia e a ACEA em 1998[12], que estabelece como meta a emissão de 165 g CO_2/Km para a frota de veículos novos fabricados e registrados na União Europeia em 2003, 140 g CO_2/Km em 2008 e 120 g CO_2/Km como meta final para 2012.

Em 2002, o monitoramento das metas do acordo voluntário ACEA de 1998 mostrou que a média intermediária de emissões de CO_2 dos novos veículos para 2003 (165 g CO_2/Km) foi cumprida, mas em 2006, a Comissão Europeia concluiu que as metas para 2008 (140 gCO_2/km) e 2012 (120 gCO_2/km) não poderiam ser atingidas pela indústria automobilística, e assim em 2009, o regulamento nº443/2009 estabeleceu oficialmente um novo padrão, desta vez compulsório (Smith, 2010).

A nova legislação definiu uma curva limite de valores das emissões permitidas para os novos veículos em função da massa do veículo de acordo com a função linear: Emissões de $CO_2 = 130 + a * (M-M_0)$, onde a = 0,0457; M_0 = 1.372 kg e M = média da massa em kg dos novos veículos produzidos pela montadora. Desta forma, as metas dos fabricantes são diferenciadas de acordo com o peso médio dos automóveis que produzem a cada ano, ou seja, de acordo com o seu portfólio de produtos (Fontaras e Zamaras, 2010; Smith 2010). No entanto, os fabricantes poderão produzir veículos de passageiros que apresentam maior consumo de combustível desde que a média total dos novos modelos vendidos de sua frota

[10]Regulamento (UE) Nº 582/2011 da comissão de 25 maio de 2011 disponível em: < http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:167:0001:0168:EN:PDF>

[11] Além do acordo com as fabricantes europeias, a UE firmou acordos com a Associação de Fabricantes Japoneses de Automóveis (JAMA), e a Associação de Fabricantes Coreanos de Automóveis (KAMA) para atingir o padrão de 140 gCO_2/km em 2009. (Smith 2010)

[12] < http://www.acea.be/news/news_detail/reducing_co2_emissions/>

esteja abaixo da sua meta de emissões. Foi fixada como meta para o ano de 2015 uma média das emissões de CO_2 de veículos novos de 120g/Km. (Smith 2010).

3.2.2. Cenário nacional

Os impactos ambientais decorrentes das emissões de gases que contribuem para o agravamento do efeito estufa levaram a pressões por parte do governo, de associações empresariais, das ONGs e da sociedade civil para buscar uma solução a esse problema.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) se tornou o espaço para se debater essas questões. É um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). O seu conselho é composto pelo governo federal, estadual e municipal, o setor empresarial e a sociedade civil. Dentre as competências do CONAMA esta discutir normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas e potencialmente poluidoras. O resultado das reuniões leva a resoluções, em que são divulgadas diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais.

A resolução do CONAMA n°18 criou em 1986 o Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores (PROCONVE), que tem como objetivos:

- Reduzir a emissão dos poluentes dos veículos automotores,
- Promover o desenvolvimento tecnológico na engenharia automobilística,
- Criar programas de manutenção e inspeção para veículos automotores em uso,
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis,
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados,
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores.

No PROCONVE os veículos são divididos em duas categorias: veículos leves, que transportam até 2,8 toneladas, e pesados, acima desse valor. Os procedimentos para medição de emissão nas duas categorias são diferentes, assim como os limites de emissões. Os limites para cada categoria são os mesmos para qualquer tipo de combustível.

A cada fase do PROCONVE os limites de emissão de poluentes foram reduzidos conforme mostram as tabelas abaixo.

Tabela 22 Limites de emissão de CO e HC em (g/km)

Poluentes	CO (g/km)			HC (g/km)	
Categorias	Veículos Leves	Veículos Pesados (ciclo ELR[13] e ESC[14])	Veículos Pesados (ciclo ETC[15])	Veículos Leves	Veículos Pesados (ciclo ELR e ESC)
L1/P1	24	11,2	-	24	-
L2/P2	12	4,9	-	12	2,45
L3/P3	2	4	-	2	1,23
L4/P4	2	2,1	-	2	1,1
L5/P5	2	1,5	5,54	2	0,66
L6/P6	1,3	1,5	4	1,3	0,46
P7	-	1,5	4	-	0,46

Fonte: CONOMA

A sexta fase do PROCONVE para veículos leves entrará em vigor a partir de 2014[16] e a sétima para veículos pesados entrou em vigor em 2012. Podemos observar que ao longo das fases do programa o nível de tolerância com a emissão de poluentes se mostrou cada vez menor.

A fim de avaliar o resultado das políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade de ar e mitigação das mudanças climáticas, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou em 2009 o inventario nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores. Nesse relatório o MMA apresenta a evolução das emissões de poluentes como mostram os gráficos abaixo.

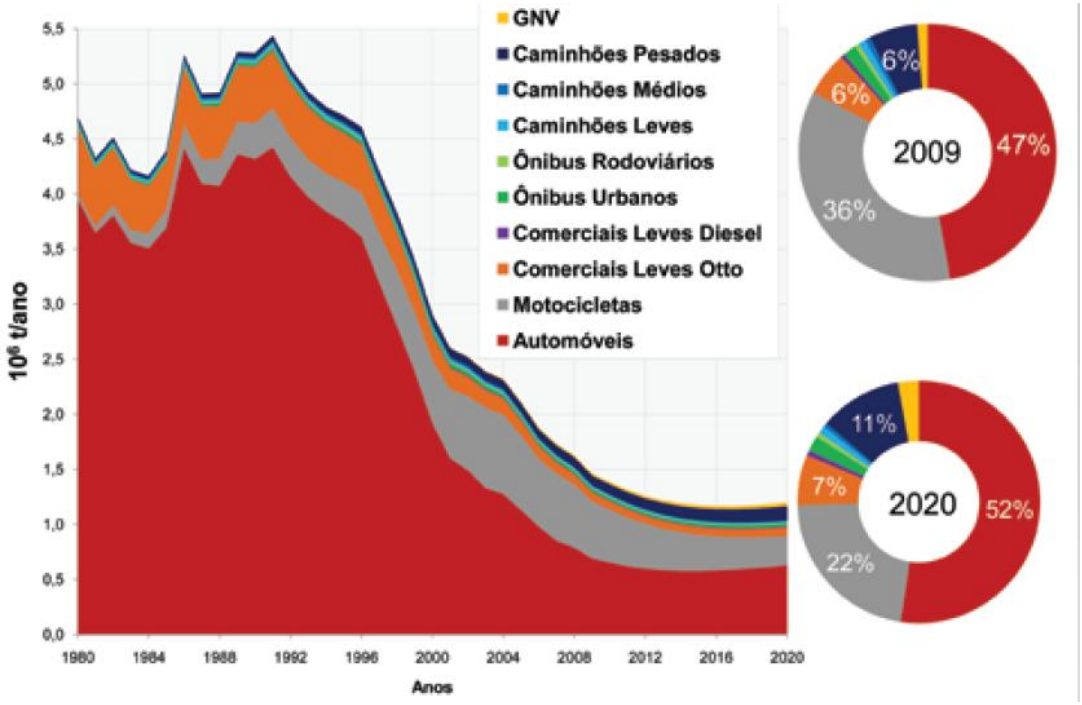
[13] Ciclo ELR: denominado Ciclo Europeu de Resposta em Carga - ciclo de ensaio que consiste numa sequência de quatro patamares a rotações constantes e cargas crescentes de dez a cem por cento, para determinação da opacidade da emissão de escapamento;

[14] Ciclo ESC: denominado Ciclo Europeu em Regime Constante - consiste de um ciclo de ensaio com 13 modos de operação em regime constante;

[15] Ciclo ETC: denominado Ciclo Europeu em Regime Transiente - ciclo de ensaio que consiste de mil e oitocentos modos transientes, segundo a segundo, simulando condições reais de uso;

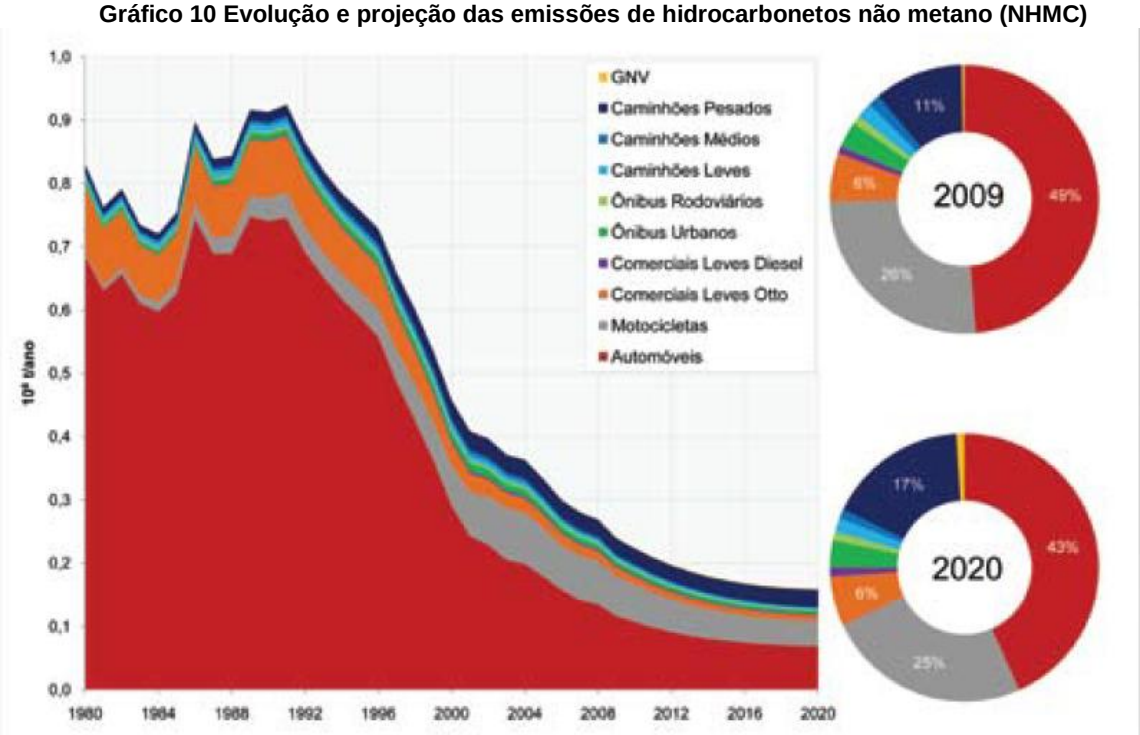
[16] A fase L6 entrará em vigor para veículos a diesel em 2013. Já para veículos leves do ciclo Otto, que corresponde a maioria dos frota nacional de veículos leves, entrará em vigor a partir de 2014 (Resoluções do CONAMA, p. 656)

Gráfico 9 Evolução e projeção das emissões totais de CO



Fonte: 1º inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários (MMA, 2010)

Gráfico 10 Evolução e projeção das emissões de hidrocarbonetos não metano (NHMC)



Fonte: 1º inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários (MMA, 2010)

Os gráficos sugerem que houve uma queda acentuada das emissões dos poluentes, que estão regulados pelo PRONCOVE desde de seu inicio até 2009[17]. Os

[17] Importante notar que CO_2 não consta no PRONCOVE

maiores responsáveis pelas emissões são os veículos leves de ciclo Otto (os automóveis menores que 1.700 kg). Essa categoria abrange os carros populares, que são maioria na frota brasileira, logo acabam impactando mais o meio ambiente. As projeções indicam que até 2020 o nível de emissões deve se estabilizar e os veículos leves devem continuar sendo os principais emissores.

O CONAMA com o intuito de fiscalizar a emissões dos veículos nos centros urbanos publicou em 2009 a resolução 418, em que especifica critérios para a elaboração de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente. Um dos resultados dessa resolução foi a criação do CONTROLAR na cidade de São Paulo.

O CONTROLAR inspeciona todos os veículos registrados no município, medindo os níveis de CO, CO_2 e HC em automóveis e os valores de opacidade e de material particulado nos veículos a diesel[18]. Caso o veículo seja reprovado na inspeção, seu proprietário terá que levá-lo ao mecânico para seja verificada a causa de não cumprir os requisitos do CONTROLAR e, após o conserto, realizar novamente a inspeção. Aqueles não fazem a inspeção estão sujeitos a multas.

O Ministério de Meio Ambiente, por meio do IBAMA, buscando incentivar o consumo consciente criou a Nota Verde, que possibilita a classificação dos automóveis em relação aos níveis de emissão de poluentes. Os veículos são avaliados em três categorias: emissão de poluentes tradicionais (CO, NMHC, NOx), emissão de CO_2 e -se utiliza combustível renovável. A primeira categoria fornece até três pontos e as outras duas fornecem um ponto cada, dessa forma a nota máxima é cinco, indicando que o veículo adota tecnologias ambientalmente adequadas. As notas podem ser conferidas pelo consumidor no site: http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php

O INMETRO em parceria com a ANFAVEA, CONPET e CETESB criou em 2009 o programa brasileiro de etiquetagem veicular (PBEV). Esse programa busca zelar pela “eficiência energética para os veículos leves de passageiros e comerciais leves com motores de ciclo Otto” (Portaria no 391 do INMETRO; Smith 2010). Os veículos foram avaliados quanto o seu consumo energético e classificados em uma

[18] Informações retiradas do site: <http://www.controlar.com.br/OPrograma_SobreOPrograma.aspx>

escala de “A” (mais eficiente e menor consumo) a “E” (menor eficiente e maior consumo). Ao final ganham uma etiqueta indicando sua classificação e sua quilometragem por litro na cidade e na estrada em cada tipo de combustível.

A nota verde e o programa brasileiro de etiquetagem vão fornecer aos consumidores mais informações na hora de tomar a decisão de qual veículo comprar.

O governo também estimulou o uso de combustíveis menos poluentes. O caso de maior sucesso é o etanol. O PRO-ALCOOL criado no anos 70 para estimular uma alternativa aos combustíveis fosseis, possibilitou a criação do veiculo movido a etanol porém na década de 1990 com a instabilidade de oferta do combustivel, que apresentava influencia devido ao preço do açúcar no mercado internacional, o programa governamental quase chegou ao fim. Iniciativas como a mistura de etanol à gasolina e posteriormente o desenvolvimento dos motores flex-fuel, resolveram o problema de oferta e viabilizaram o etanol como um combustível menos poluente que a gasolina e que teve grande aceitação no mercado consumidor brasileiro.

A Petrobras para minimizar o impacto da emissão de SO_x e material particulado nas grandes metrópoles desenvolveu o diesel S500, com 500 ppm de enxofre contra 2000 ppm da versão anterior, a empresa já começou a disponibilizar também o diesel S50 com apenas 50 ppm de enxofre mas ainda com distribuição restrita (Carvalho, 2011).

Alem de desenvolver o diesel com teor reduzido de enxofre, outra política que colabora com a redução de emissões é a adição de biodiesel ao diesel mineral. A mistura esta na proporção de 5% de biodiesel e 95% de diesel mineral. Esse combustível reduz a emissão de monóxido de carbono e as plantações de oleaginosas utilizadas na produção colaboram na reabsorção do CO_2 emitido como produto da queima do diesel. (Carvalho, 2011).

Um dos problemas da política de biocombustíveis no caso do diesel é o aumento do preço devido ao custo de produção, isso pode requerer subsídios por parte do governo para manter essa política. Há estudos para a produção de biodiesel a 20%, mas só seria viável se houvesse um apoio do governo.

Outros combustíveis alternativos já foram testados, porém sem sucesso, como no caso do gás natural veicular (GNV) para a frota de ônibus regular, uma dos motivos do fracasso foi que a frota ficava restrita apenas a esse combustível, o que poderia causar problemas caso houvesse desabastecimento. O GNV também não teve muita aceitação no setor de veículos leves, por causa da baixa oferta do combustível nas cidades.

3.3. Mudanças climáticas e mudanças tecnológicas

As inovações tecnológicas do setor automobilístico para reduzir as emissões de GHG (gases do efeito estufa, da sigla em inglês) estão voltadas para tornar o veiculo mais eficiente no consumo de combustível e à busca por fontes alternativas de energia e novos sistemas de propulsão.

A eficiência energética é uma questão em que o veículo deve ser entendido como um sistema, levando em conta todo o funcionamento do veiculo, não apenas o quanto é gasto em combustível. Cerca de dois terços da energia disponível no veículo é perdida na forma de calor durante a conversão da energia química do combustível em energia mecânica no motor do veículo (NRC, 2002; Smith, 2010).

Outras perdas ocorrem no sistema de transmissão, no uso dos acessórios do veículo (ar condicionado, direção hidráulica/automática etc.), no sistema de refrigeração e na frenagem. O restante da energia do combustível transmitida para as rodas (em torno de 13 a 20%) deverá ainda superar a inércia (peso), a resistência do ar (arraste aerodinâmico) e a resistência por atrito dos pneus (NRC, 2002; Smith 2010).

Outro detalhe importante é que as perdas energéticas são maiores no tráfego urbano que na estrada, devido ao fato do veículo ficar em ponto morto e ser obrigado a fazer diversas paradas ao longo do percurso, enquanto que na estrada o motor opera de forma mais eficiente, consequentemente uma porcentagem maior da energia do combustível irá para às rodas (Smith 2010).

A indústria automobilística busca melhorar a eficiência energética de duas maneiras: pelo aumento da eficiência do conjunto de tração, também conhecido

como *powertrain*[19]; e diminuição do esforço para movimentar o veículo, por meio de alterações no peso, aerodinâmica, atrito e acessórios.

As principais tecnologias desenvolvidas para aumentar a eficiência do *powertrain* do ciclo Otto convencional foram elencadas por Smith (2010):

Downsizing do motor:

A redução da cilindrada do motor, sem perda desempenho. Dessa forma é consumido menos combustível. Essa economia é percebida em regiões urbanas, onde o veiculo trafega com baixa rotação. Para equilibrar a redução de capacidade do motor é instalado um turbocompressor.

Injeção direta:

A injeção direta busca controlar a entrada e quantidade de ar e combustível nos cilindros, de maneira a obter ganhos na potencia e torque do motor. Todavia essa tecnologia gera maiores emissões de NOx, necessitando de um combustível com baixo teor de enxofre.

Motor de ignição por compressão de carga homogênea:

Esse motor apresenta níveis menores de emissão de gases e uma eficiência 15% maior que um motor a gasolina convencional, porém necessita de componentes caros como catalisadores.

Comando variável de válvula:

Obtendo o controle de válvula adequado por meio eletrônico é possível gerar economia de até 7,4% de combustível, pois o desempenho do motor melhora significativamente.

Razão de compressão variável:

A razão compressão representa o quanto a mistura ar – combustível é comprimida no cilindro antes que a centelha que inicia a combustão do motor se inicie. Quanto maior a compressão, melhor será utilizada a energia, porém se a taxa for elevada demais pode causar danos no motor. Logo com a compressão variável o

---

[19] *Powertrain* é definido como todos os subsistemas necessários para produzir potência e transmiti-la às rodas (KASSERIS, 2006; Smith, 2010).

motor pode se adequar a diferentes taxas de compressão e assim obter uma redução no consumo de combustivel de até 6%

As tecnologias descritas acima foram desenvolvidas para melhorar a eficiência do *powertrain*, mas Smith (2010) ressalta outras partes do veiculo também passaram por inovações, como a aerodinâmica e mecânica:

Redução do coeficiente de arraste aerodinâmico:

O arrasta aerodinâmico é a facilidade com que o veiculo rompe o ar, mudanças no design, como o espelho retrovisor, aerofólios, entre outros podem levar a uma redução desse coeficiente. Isso pode ajudar a reduzir o consumo de combustível entre 1% a 2% para cada queda de 10% no coeficiente.

Redução da massa do veículo:

A questão da redução da massa do veículo, já foi abordada anteriormente em outras seções, principalmente por meio do desenvolvimento de materiais mais leves. Outros modos de redução de peso são a modificação do desenho do veículo e o donwnzing da frota, obtida através da redução do tamanho do veículo em cada segmento do mercado ou da diminuição de vendas de modelos de grandes dimensões. Em média, para a cada 10% de redução do peso de um automóvel ocorre uma redução de consumo de 7%.

Parte integrada/gerador:

Essa tecnologia permite guardar energia mecânica perdida na frenagem, na bateria, transformando-a em eletricidade. Isso pode levar até a 7% de economia no combustível

Além de buscar melhorar a eficiência do consumo de combustível, estão em desenvolvimento tecnologias de novos sistemas de propulsão de veículos. Esses novos sistemas buscam utilizar energia elétrica, pilha combustível de hidrogênio ou uma combinação entre motor a combustão interna e motor elétrico, conforme foi apresentado na sessão 1.2.

Smith (2010) apresenta as possíveis trajetórias tecnológicas dos sistemas de propulsão. Segundo o cenário de Bandivadekar et al, (2008), Kasseris (2006),

Kasseris e Heywood (2007) e Nas (2009), nos próximos 25 anos os motores a combustão interna (MCI) continuarão sendo o principal sistema de propulsão, por meio do qual as inovações incrementais poderão ser o caminho para aumentar a eficiência do consumo de combustível na frota de veículos leves. Uma vez que o consumo dos motores do ciclo Otto e diesel vão ficar com consumo próximo. Isso é devido ao *downsizing* do motor a gasolina e as regulamentações mais rígidas em termos de emissões do motor a diesel, que pode levar a uma queda de eficiência do consumo. (Smith, 2010)

Em um período de 20 a 30 anos os veículos elétricos híbridos (VEH) vão oferecer ganhos cada vez maiores em termos de redução do consumo de combustível. Os veículos elétricos (VE) e os veículos elétricos híbridos a pilha combustível (VEHPC) continuaram apresentando alto custo e limitações técnicas e de infra-estrutura, o que vai impedir sua alta penetração no mercado (Smith, 2010).

O cenário proposto pela Agencia Internacional de Energia (IEA, 2009) assume que haverá até 2050 uma redução em 50% das emissões de CO_2 em relação ao nível de 2005. Projetava que a partir de 2010 a venda de veículos híbridos plug-in e elétricos começaria aumentar. Em 2020 haverá uma rápida difusão dos VE e dos VEH devido ao ganho de experiência na fabricação de novas tecnologias e o estabelecimento de políticas públicas (Smith, 2010).

As projeções do IEA (2009) são plausíveis desde que políticas energéticas eficazes sejam estabelecidas, incluindo a provisão de infraestrutura de abastecimento destes veículos. Governos estão buscando incentivar a produção de VE e VEH. A China, os Estados Unidos e a França estão entre os governos que mais farão investimentos em P&D nos próximos 5 anos, além do estabelecimento de renúncia fiscal e incentivos aos consumidores que adquirirem tais veículos (Smith, 2010).

Na Europa, a Comissão Europeia está patrocinando vários programas de pesquisa de desenvolvimento de VEs e outros sistemas de propulsão alternativos. A Associação de Veículos Rodoviários Elétricos europeus (AVERE) e a Associação das Cidades Interessadas no Uso de Veículos Elétricos (CITELEC) receberam fundos da Comissão Europeia para a pesquisa de novos sistemas de propulsão (T&E, 2009; Smith 2010).

Nos Estados Unidos, o governo norte-americano destinou um fundo de US$ 2 bilhões para a fabricação de baterias de íon-lítio, sistemas híbridos elétricos e softwares relacionados. A administração deste fundo está a cargo do Departamento de Energia (DOE) (GAO, 2009; Smith 2010).

Em 2007, o congresso norte-americano estabeleceu o programa de empréstimo subsidiado para tecnologias avançadas de veículos (*Advanced Technology Vehicle Manufacturing* - ATVM) para as montadoras e indústria de autopeças visando reequipar linhas de produção obsoletas ou construir novas linhas de produção que levarão a produzir automóveis 25% mais eficientes dos que os veículos produzidos em 2005 (GAO, 2009; Smith 2010).

4. Análise do impacto das mudanças institucionais e tecnológicas sobre o setor no Brasil

4.1. Síntese das perspectivas tecnológicas e impactos sobre o setor

Podemos dividir as inovações tecnológicas em dois grupos:

Inovações para aumentar a eficiência energética: Essas tecnologias buscam tornar mais eficiente o consumo de combustível, por meio de alterações no sistema de tração do veiculo ele consumirá menos combustível por km e assim o quantidade emissão de poluentes será menor. A principal medida nesse caso é o *downsing* dos motores, que seria a redução de cilindradas do motor sem perda de desempenho e o desenvolvimento de materiais mais leves que reduzem o peso do veículo tornando necessário um menor esforço do motor.

Inovações no sistema de propulsão: essas tecnologias buscam alternativas menos poluentes que os motores movidos a combustão interna. O resultado dessas inovações são veículos movidos a biocombustíveis, energia elétrica e hidrogênio. Essas inovações já foram detalhadas nas sessões anteriores desse trabalho.

Algumas dessas tecnologias já estão disponíveis ao público, especialmente no caso dos países desenvolvidos, como por exemplo, os veículos híbridos. Outras estão em desenvolvimento e são apenas projetos para o longo prazo, como no caso do veiculo movido a pilha combustível hidrogênio.

O Brasil como já foi dito anteriormente, esta ampliando sua participação no P&D das montadoras, principalmente nas que estão a mais tempo no país. As montadoras que se instalaram no país após 1990 adotam um modelo distinto de P&D, com menor participação das subsidiarias brasileiras.

Dentre as tecnologias voltadas para baixa emissão de carbono desenvolvidas no país, a mais importante foi o motor bicombustível, que permite o uso de etanol e gasolina em qualquer quantidade. Essa tecnologia foi amplamente aceita sendo que a maioria dos veículos produzidos no Brasil são bicombustíveis.

4.1.1. Pesquisa de campo junto ao setor automobilístico

A fim de avaliar as perspectivas para o setor automotivo brasileiro em relação às tecnológicas de baixo carbono no curto, médio e longo prazo. Foi elaborado um questionário com 19 perguntas sobre as principais inovações tecnológicas do setor. As perguntas consideram temas que se mostraram pertinentes ao longo da pesquisa e que representam as principais inovações dentro de um contexto de economia do baixo carbono. O questionário enviado a diversos representantes do setor, captando a visão das montadoras (Toyota, Volkwagem Caminhões. FIAT), das fabricantes de autopeças (Magneti Mareli e Bosh), do setor público (Secretaria municipal de transportes) e de outras empresas ligadas ao setor de transportes urbanos (Metra, Eletra).

4.1.1.1. Visão geral dos participantes para a linha desenvolvimento de automóveis

No curto prazo, os participantes não esperam grande inovações no desenvolvimento de veículos com relação às tecnologias de baixo carbono. A maioria das respostas apontou para o aumento da eficiência energética, decorrente do aprimoramento dos motores via redução de cilindradas (*downsing),* diminuição do atrito, redução de perdas de energia e maior uso de materiais recicláveis. Outro ponto levantado foi o aumento da eficiência dos motores *flex fuel* e o uso de combustíveis alternativos nos transporte público.

A visão dos entrevistados no médio prazo, é que os veículos híbridos apresentarão maior difusão no mercado e serão responsáveis pela redução de emissões. Foi citado também o aprimoramento dos motores de combustão interna e dos bicombustíveis com o desenvolvimento do sistema de injeção direta.

No longo prazo, os participantes esperam uma difusão de veículos elétricos *plug-in* devido o aumento de sua autonomia, o desenvolvimento da tecnologia da pilha combustível de hidrogênio e a melhora do desempenho dos veículos híbridos, com o aprimoramento do sistema de aproveitamento de energia da frenagem (KERS).

4.1.1.2. Possíveis medidas políticas para redução da emissão de carbono

No questionário, os entrevistados puderam escolher entre três políticas públicas para redução da emissão de carbono que achassem importantes considerando o impacto da medida e a probabilidade destas serem levadas a cabo, as medidas são: Pedágio urbano, exigências mais fortes de redução de CO_2, exigência de frota mínima/redução de impostos para veículos com baixa emissão de CO_2 e caso desejassem sugerir outra política.

No curto prazo e médio prazo a exigência de frota mínima/redução de impostos para veículos com baixa emissão de CO_2 foi vista como a alternativa mais adequada para estimular a indústria automobilística produzir automóveis menos poluentes e estimular o uso de outros meios de transporte. A médio e longo prazo foi apontado a necessidade de exigências mais fortes de redução de CO_2 e uma política governamental que apoie a produção de veículos elétricos.

4.1.1.3. Viabilidade do veículo elétrico híbrido

Os participantes analisaram o veículo elétrico hibrido (VEH) como uma tecnologia já disponível nos mercados dos países desenvolvidos. O VEH é um avanço do ponto de vista de redução de emissões, mas ainda é considerada uma solução intermediaria se comparada ao veiculo elétrico *plug in* ou ao movido a pilha combustível de hidrogênio. Os participantes acreditam que a médio prazo o VEH desempenhará um papel importante na diminuição da redução de carbono, porém a longo prazo essa tecnologia será superada por outras.

Essa tecnologia apresenta alguns problemas que podem ser superados a médio e longo prazo, como o descarte da bateria após o fim de sua vida útil. O principal entrave para essa tecnologia ser difundia no Brasil é o alto custo, que necessita de incentivos governamentais para que o VEH se torne competitivo e atraente em relação aos outros veículos.

4.1.1.4. Viabilidade do veiculo elétrico puro

O veiculo elétrico puro (VEP) é apontado pelos entrevistados como a tecnologia promissora para o médio e longo prazo, apesar de já existirem alguns modelos disponíveis nos países desenvolvidos, como por exemplo, o i-Miev da Mitshubishi.

Essa tecnologia ainda apresenta entraves para conseguir se difundir em massa e assim ter um papel relevante na redução de emissões de carbono. Os principais problemas apontados são: A bateria que é pesada, possui baixa autonomia e um alto custo de produção. A necessidade de desenvolvimento de uma infraestrutura adequada para reabastecimento e que suporte o aumento da demanda por energia elétrica e por fim o alto custo do veículo que precisa de um incentivo governamental para ser competitivo no mercado.

4.1.1.5. Viabilidade do veículo movido a pilha combustível de hidrogênio

O veiculo elétrico movido a pilha combustível de hidrogênio (VEPH) é tido pelos entrevistados como uma tecnologia de longo prazo que esta em fase de pesquisa e desenvolvimento nas montadoras. O hidrogênio é um combustível que apresenta excelentes propriedades físico-químicas do ponto de vista ambiental, principalmente por gerar como resíduo apenas água.

Um grande entrave a essa tecnologia e que precisará ser equacionado é a questão do desenvolvimento de uma rede de produção e armazenamento do hidrogênio, além da implementação de uma infraestrutura adequada para o reabastecimento e também descarte da pilha combustível.

4.2. Políticas industriais, tecnológicas, comerciais e ambientais para o setor

O governo federal após discussões com diversos membros do setor automobilístico promulgou em outubro de 2012 por meio do decreto 7819, o novo regime automotivo – Inovar Auto, que entrará em vigor a partir de 2013.

O novo regime automotivo estabelece critérios e exigências para que as montadoras possam ter acesso a incentivos fiscais, como a redução no IPI (imposto sobre produtos industrializados). Em abril de 2012 foi instituído um aumento de 30% no IPI para os veículos comercializados entre 2013 até 2017. As empresas que aderirem ao novo regime automotivo poderão ter redução desse tributo.

A primeira exigência é obrigatória para todas as montadoras, elas deverão cumprir um número mínimo de etapas de fabricação no país. Em 2013 serão seis etapas para automóveis e comerciais leves, passando para sete no biênio 2014-2015 e para oito no biênio 2016-2017. Para produção de caminhões, a exigência é de oito etapas em 2013, nove no biênio 2014-2015 e dez no biênio 2016-2017. Empresas que fabricam chassis com motor, as exigências são cinco etapas em 2013, seis em 2014-2015 e sete em 2016-2017.

Outra exigência obrigatória é o aumento da eficiência energética dos automóveis, o objetivo é conseguir um aumento de 12,08% até 2016. Dessa forma o consumo médio passaria dos atuais 14 Km/L nos veículos a gasolina e 9,71 Km/L nos veículos a etanol para 15,69 km/L e 10,88 Km/L respectivamente. Os veículos a diesel não possuem metas obrigatórias no novo regime.

Há três exigências opcionais, onde as montadoras poderão escolher duas para serem cumpridas:

1) Realizar gastos em pesquisa e desenvolvimento de, no mínimo, 0,13% da receita bruta total de venda de bens e serviços,excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda, em 2013. O porcentual sobe para 0,30% em 2014 e fica em 0,50% entre 2015 e 2017.

2) Realizar, no País, investimentos em engenharia, tecnologia industrial básica e capacitação de fornecedores correspondentes, no mínimo, de 0,5% sobre a

receita bruta total de venda de bens e serviços em 2013; de 0,75% em 2014 e de 1% em 2015, 2016 e 2017.

3) Aderir ao Programa de Etiquetagem Veicular definido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e estabelecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), com porcentuais mínimos de produtos relacionados a serem etiquetados. O decreto prevê 36% para o ano que vem, 49% para 2014, 64% para 2015, 81% para 2016 e 100% no último ano do regime automotivo.

Além disso, com o intuito de incentivar que as metas sejam extrapoladas nas áreas de P&D e eficiência energética, o governo vai conceder benefícios adicionais na seguinte forma:

Para incentivar investimentos crescentes em pesquisa e desenvolvimento, as empresas receberão um crédito presumido de IPI correspondente a 50% do valor dos dispêndios em P&D, limitados a 2% da Receita Operacional Bruta (ROB) menos encargos tributários.

O estímulo ao investimento adicional em eficiência energética, será por meio de um benefício de até dois pontos percentuais do IPI para os fabricantes que ultrapassarem a meta de habilitação, fixada em 12,08%. Válido para o período entre 2017 e 2020, esse desconto na alíquota do IPI será de um ponto percentual no caso de um aumento de eficiência energética de 15,46%, e de dois pontos percentuais, no caso de um aumento de eficiência energética de 18,84%. A meta-alvo de 18,84% equivale à meta europeia de 2015 de 130 g de CO2 /Km

A pesar de não haver exigência de 65% de conteúdo nacional ou regional, como existia anteriormente, pois isso fere normas da OMC (Organização Mundial do Comercio), o novo regime vai conseguir aumentar a participação das montadoras no país e o conteúdo regional, pois há obrigatoriedade de utilizar nos veículos um conjunto de produtos previamente listados, classificados como insumos estratégicos.

O Inovar-Auto busca aumentar a eficiência energética e adensar a cadeia produtiva do setor, o novo regime é uma política industrial que contempla o desenvolvimento tecnológico e também políticas que visam reduzir emissões de carbono, aplicando metas para tornar os veículos movidos à combustão interna mais eficientes e consequentemente menos poluidores coordenando isso com outras

iniciativas governamentais como o Programa Brasileiro de Etiquetagem para Veículos. O novo regime foi bem avaliado pela ANFAVEA, o presidente da entidade Cledorvino Bellini[20], acredita que haverá em um aumento de escala e mais competitividade aliadas à inovação tecnológica, o que aumentará a participação das empresas brasileiras no mercado internacional.

Todavia, há questões importantes em relação à economia de baixo carbono que não foram contempladas nessa política industrial para o setor automobilístico. A principal delas é a criação de um programa de desenvolvimento e incentivo a produção de veículos híbridos e elétricos não foi considerada no novo regime. Como visto na pesquisa aplicada a membros do setor, foi constatado que esse tipo de tecnologia necessita de apoio governamental para se viabilizar e difundir o carro híbrido e elétrico.

4.2.1. Objetivos de médio e longo prazo desejáveis para o setor

O setor automotivo a médio e longo prazo pode desenvolver tecnologias que reduzam as emissões de poluentes. Conforme os integrantes da indústria responderam no questionário, é esperado que no médio prazo o veículo hibrido e a longo prazo o veículo elétrico puro, já estejam difundidos no mercado brasileiro. Contudo como foi resaltado é preciso uma ação conjunta, como foi feita para elaborar o novo regime automotivo, entre o setor público e privado para viabilizar um veiculo menos poluente. Será necessária uma adaptação da infraestrutura para responder ao aumento de demanda por energia elétrica e benefícios fiscais que tornem o veículo competitivo.

O novo regime automotivo já contempla iniciativas para aumentar a eficiência enérgica dos veículos do ciclo Otto, possuindo validade até 2020, até lá o governo deve fiscalizar o setor para garantir o cumprimento das metas e após esse período é necessário revê-las. É interessante integrar as metas estabelecidas para incentivar as montadoras a aumentar a eficiência energética, com as metas do PROCONVE, que limita a emissão de poluentes pelos veículos.

[20] http://estadao.br.msn.com/economia/novo-regime-automotivo-%C3%A9-transformador-diz-anfavea acessado em 29/10/2012

Os veículos pesados não contam com uma solução como o motor elétrico para médio e longo prazo, porém para mitigar as suas emissões, é necessário que o programa de incentivo a produção de biodiesel seja continuado e ampliado, aumentando a quantidade de biodiesel na mistura com diesel mineral e buscando reduzir o teor de enxofre na sua composição.

O programa brasileiro de etiquetagem de veículos a médio prazo deve se consolidar, e poderá ser usado como uns instrumento para educar o consumidor, de forma a estimular o consumo consciente e tornar mais acessíveis informações importantes como o rendimento por litro e a comparação entre diferentes modelos.

Para conseguir viabilizar essas políticas o governo brasileiro precisa buscar o apoio de centros de pesquisas e com as montadoras, pois elas estão desenvolvendo as principais tecnologias para o baixo carbono.

No médio e longo prazo o país pode ampliar sua participação nos grandes fóruns internacionais. Na RIO+20 foi discutida a questão da economia verde, onde os países devem buscar um desenvolvimento sustentável. A participação brasileira nesse debate é promissora, o país tem conhecimentos, em especial no setor de bio combustíveis para criar oportunidades de novos negócios nesse novo contexto econômico.

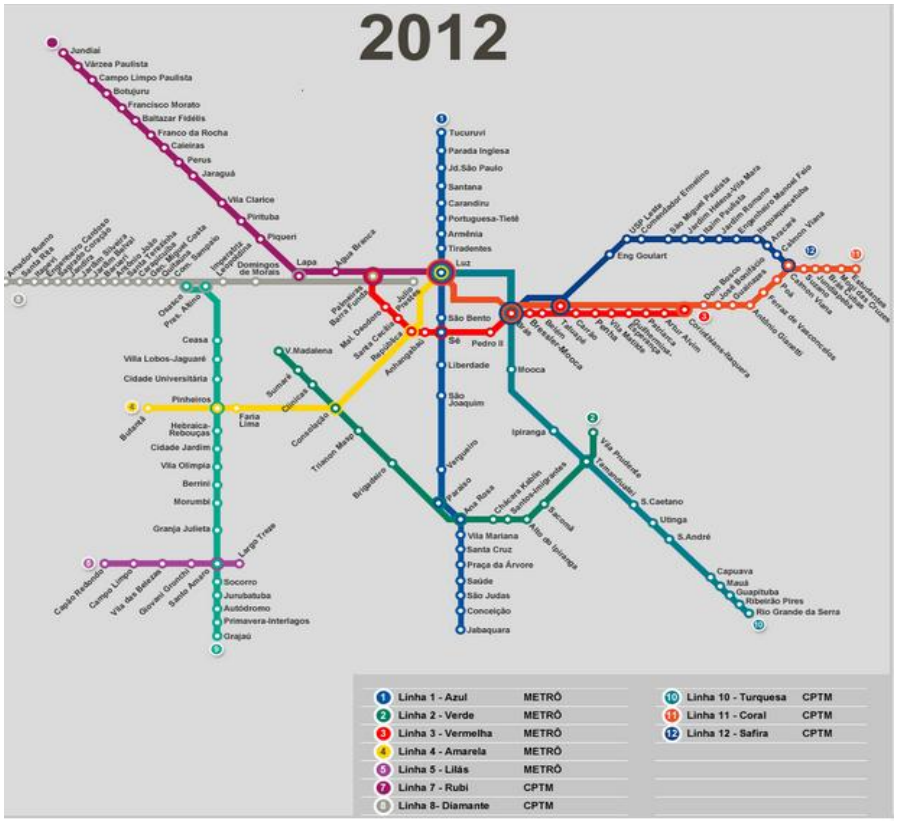
4.2.2. Metas de médio de longo prazo para o setor de transportes nos grandes centros urbanos

As políticas públicas para o setor automobilístico visando uma economia de baixo carbono contemplam inovações e tecnologias que irão reduzir as emissões e mitigar o impacto ambiental do uso de veículos. Entretanto o governo também pode apresentar políticas de estimulo ao uso do transporte coletivo e dessa forma reduzindo o trafego de veículos e emissão de poluentes.

Os grandes centros urbanos como a região metropolitana de São Paulo, necessitam de um plano de investimentos para lidar com o crescente número de automóveis. A região possui 22% da frota do país, com densidade de 1,42 habitantes por veículo. O governo possui um plano de expansão da rede metroviária e de trens para médio e longo prazo, dessa formar será possível oferecer mais opções ao usuário que poderá migrar para o transporte público.

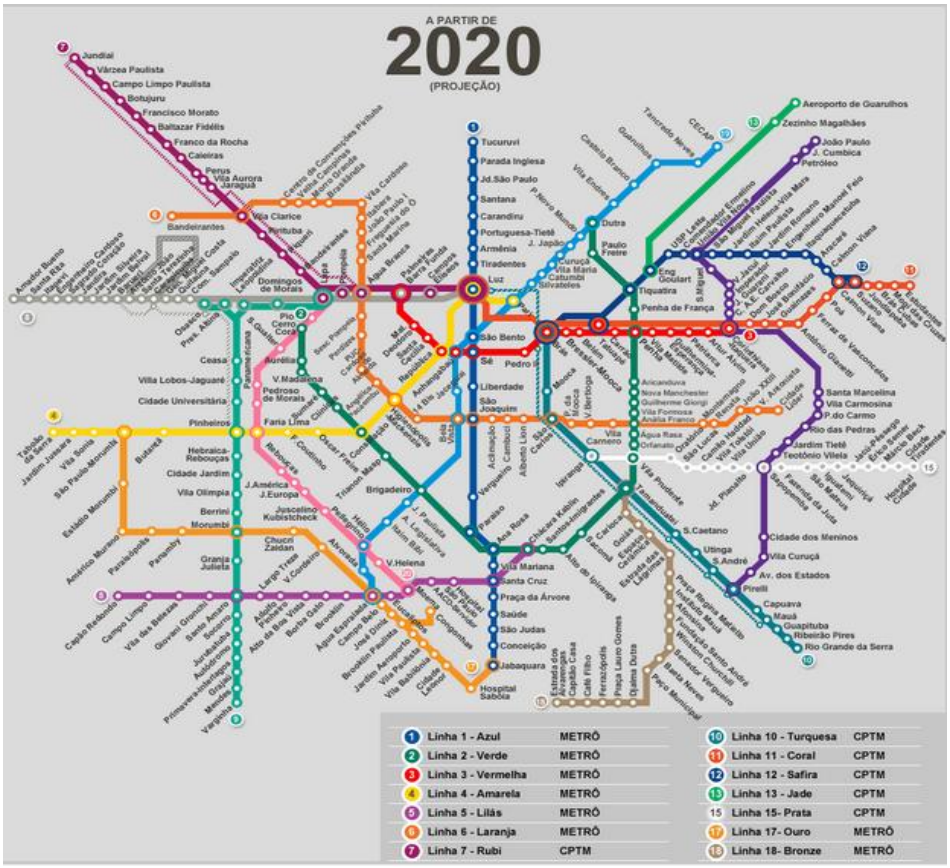
Na figura a seguir esta a atual rede de metro e trens e sua projeção para 2020, a expansão possibilitará uma maior integração entre as diversas regiões da cidade, será possível ir do Grajaú, na Zona Sul da cidade até o aeroporto internacional de Guarulhos, localizado no município vizinho à região Leste e Norte utilizando apenas essa rede.

Figura 2 Rede de metros e trens da região metropolitana de São Paulo-2012



Fonte: Secretaria de transportes metropolitanos de São Paulo

Figura 3 Projeção da rede de metro e trens da região metropolitana de SP - 2020



Fonte: Secretaria de transportes metropolitanos de São Paulo

O investimento em mobilidade urbana por meio de transportes públicos permitira a criação de outras iniciativas que visam reduzir a emissão de poluentes e o uso do transporte individual, como por exemplo, o pedágio urbano.

O pedágio urbano foi implando em Singapura, Londres e cidades da Noruega (Bergen, Oslo, Trodheim). Os esquemas de tarifas são diferentes para os cada país, no caso da Noruega como o objetivo era gerar receitas para financiar para investir no sistema de transportes, as cobranças eram baixas. No caso de Londres e Singapura onde a meta era reduzir o uso de automóveis as tarifas foram mais elevadas. (Câmara e Valente de Macedo, 2004).

O pedágio urbano em Londres foi implementado em fevereiro de 2003 em uma área de 22km^2 que abriga áreas comerciais e de lazer. A tarifa é 5 libras, o equivalente a 16 reais, residentes da área pedagiada tem desconto de 90% no valor da tarifa. O pagamento pode ser realizado em diversos locais como bancas de

jornal, lojas, internet e até via SMS pelo celular. A fiscalização é feita por câmeras e a imagens são enviadas a um sistema que consegue identificar se o veículo pagou ou não a tarifa. Caso seja descumprida a lei, os infratores são multados.

Após a instituição do pedágio em Londres houve uma redução de 30% nos congestionamentos e redução do número de veículos na área pedagiada e no seu entorno. A qualidade do ar melhorou com redução em 16% da emissão de óxidos de nitrogênio (NOx) e de material particulado (MP) na área pedagiada. A região de entorno ao pedágio teve redução de 4% para NOx e 7% para MP. 75% dessas mudanças são atribuídas a implantação do pedágio e 25% a mudança tecnológica dos veículos. (Câmara e Valente de Macedo, 2004)

A cidade de São Paulo adotou outra medida para reduzir o transito e a poluição: A “operação horário de pico” que teve início em 1997 e se popularizou com o nome de “rodízio”. Os veículos são impedidos de trafegar uma vez por semana útil durante duas faixas de horários (7:00 – 10:00 e 17:00 – 20:00), na região denomina centro expandido.

No começo a operação conseguiu retirar cerca de 20% da frota que circulava diariamente, e houve um aumento de até 24% na velocidade média durante o horário de pico. Todavia, com o passar dos anos a frota teve um aumento de 50% o que levou a velocidade média a nível similar ao período pré-rodízio, anulando os ganhos da operação (Carvalho, 2011).

Câmara e Valente de Macedo (2004) comparam as medidas adotas em Londres e em São Paulo. Os autores classificam a ações adotadas na capital inglesa como inseridas dentro de um contexto de estratégia global de planejamento de transportes, que teve outras medidas adotas em conjunto como investimento em transporte público, e estimulo ao uso de bicicletas e a caminhar. O processo contou com consultas a população, incluindo-as no processo de decisão.

O rodízio em São Paulo foi visto como uma medida isolada, o setor precisa de maior coordenação de políticas públicas para enfrentar as questões ambientais e de mobilidade urbana. Os autores citam que já existe um esforço por parte da Secretaria Municipal de Transportes para mudar a cultura de operação passando da gestão voltada para o fluxo veicular, para gestão voltada para mobilidade urbana integrada a outras estratégias de transporte local.

O pedágio urbano em São Paulo é uma medida que precisa ser debatida com a sociedade e merece estudos mais aprofundados sobre a sua viabilidade, uma vez que obteve sucesso em grandes metrópoles com Londres e Singapura. É um tema polemico que deve contar com rejeição de parte da população devido ao pagamento de mais uma taxa, todavia ela se mostra necessária já que a poluição do ar pelo veículo representa uma externalidade negativa do seu uso, sendo assim pode-se com essa medida internalizar esse problema.

5. Bibliografia

ACARE, Strategic Research Agenda 1-Volume 2, Section 3. "The Challenge of the Environment," ACARE Report, October 2002. Disponível em: http://www.acare4europe.org/docs/es volume1-2/volume2-03-environment.pdf

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL Estudo prospectivo aeronáutico: relatório geral. / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, - Brasília: Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2009. Série Cadernos da indústria ABDI, v.XII.

BANDIVADEKAR et al, 2008. **On the Road: Reducing Transportation's Petroleum Comsumption and GHG Emissions.** Massachussets Institute of Technology.

BAHIA, Luiz Dias; DOMINGUES, Edson Paulo. ESTRUTURA DE INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA. **Texto Para Discussão**, Brasilia, n. 1472, p.1-26, fev. 2010.

BALCET, Giovanni; CONSONI, Flávia L.. Global technology and Knowledge Management: product development in Brazilian car industry. **International Journal Of Automotive Technology And Management**, v. 7, n.2/3 , p.135-152, 2007.

BARROS, Daniel Chiari; PEDRO, Luciana Silvestre. As mudanças estruturais do setor automotivo, os impactos da crise e as perspectivas para o Brasil. **Bndes Setorial**: Automotivo, Rio de Janeiro, n. 34, p.173-202, set. 2011

CARNEY, D., 2008. **"Combustão Interna: a próxima geração"**. Revista Engenharia Automotiva e Aeroespacial, edição 34, ano 2008.

CÂMARA, Paulo; VALENTE DE MACEDO, Laura. **RESTRIÇÃO VEICULAR E QUALIDADE DE VIDA: O PEDÁGIO URBANO EM LONDRES E O 'RODÍZIO' EM SÃO PAULO**. 2004. Disponível em: <http://nossasaopaulo.provisorio.ws/portal/files/RestricaoVeicular.pdf>. Acesso em: 27 out. 2012.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **EMISSÕES RELATIVAS DE POLUENTES DO TRANSPORTE MOTORIZADO DE PASSAGEIROS NOS GRANDES CENTROS URBANOS BRASILEIROS.** IPEA - Texto para discussão

1606. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/TD_1606_WEB.pdf>.Abr.2011 Acesso em: 27 out. 2012.

CARVALHO, Enéas Gonçalves de; **Inovação tecnológica na indústria automobilística**: características e evolução recente. Economia e Sociedade, Campinas, v. 17, n. 3 (34), p. 429-461, dez. 2008.

CARVALHO, Enéas Gonçalves De; PINHO, Marcelo. **PROJETO PERSPECTIVAS DO INVESTIMENTO NO BRASIL:** DOCUMENTO SETORIAL: Automobilística. Rio de Janeiro: Fundação Universitaria José Bonifacio, 2009.

CASOTTI, Bruna Pretti; GOLDENSTEIN, Marcelo. **PANORAMA DO SETOR AUTOMOTIVO:** AS MUDANÇAS ESTRUTURAIS DA INDÚSTRIA E AS PERSPECTIVAS PARA O BRASIL. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Complexo_Automotivo/200809_set2806.html>. Acesso em: 20 mar. 2012.

CHAN, C. C. **The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles**, Proc. IEEE, vol. 95, no. 4, pp. 704–718, Apr. 2007.

CHARLES RIVER ASSOCIATES **Innovation in Aerospace and Defense.** Disponível em http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.crai.com%2FuploadedFiles%2FPublications%2Finnovation-in-aerospace-and-defense.pdf&ei=KQaGT_K4JtGhtweG7ZHRBw&usg=AFQjCNHrW37Go3XJMz7YB4aQD_2XMkB4WQ

CONOMA. Resoluções do Conama:: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

COUTINHO, L.G. e FERRAZ, J.C. (coordenadores). **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira** – relatório final 1993 – Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)/Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)/Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT).

Davenport, T. (1993) ***Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*****,** Harvard Business School Press, Boston

EPA, 2010a. New and upcoming hybrids. Disponível em <www.fueleconomy.gov>.

EPA, 2010b. Regulatory Announcement. Office of Transportation and Air Quality.

EPELBAUM, Michel; AGUIAR, Alexandre. **A INFLUÊNCIA DA GESTÃO AMBIENTAL NA COMPETITIVIDADE NA CADEIA AUTOMOBILÍSTICA.** Disponível em: <http://www.setecnet.com.br/ambiental/includes/Cadeia%20automobilistica.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2012.

FONTARAS, G. SAMARAS, Z., 2010. **“On the way to 130 g CO2/km – estimating the future characteristics of the average European passenger car”**. Energy Policy 38, 1826- 1833.

FREYSSENET, Michel. **Transformation and Choices of European Automobile Industry Post-Global Financial Crisis**. Disponível em: <http://www.freyssenet.com/files/Transformation%20and%20Choices%20of%20European%20Automobile%20Industry%20Post%20Global%20Financial%20Crisis%20-%20site.pdf>Acesso em: 23 mar. 2012.

GAO, 2009. **Plug-in vehicles offer potential benefits, but high costs and limited information could hinder integration into the federal fleet**. United Sates Government Accountability Office. Relatório de junho de 2009.

GOUVELLO, C. Setor de Transportes: : Cenários de Referência e de Baixo Carbono. In: CHRISTOPHE DE GOUVELLO. **Estudo de Baixo Carbono para o Brasil.** Washington: Banco Mundial, 2010. Cap. 5, p. 110-132.
IBGE. **Pesquisa de Inovação Tecnológica:** 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

ICAO **ICAO ENVIRONMENT REPORT 2010.** Disponível online em: http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/EnvReport10.aspx

INMETRO, 2009. **Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE**. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br.

INTERNACIONAL ENERGY AGENCY. **CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION:** HIGHLIGHTS. Paris, 2011.

JACINTHO, José Carlos. **Proposta de modelo para análise dos fatores críticos de competitividade:** inocação, conhecimento e sustentabilidade. 2010. 239 f. Tese (Doutorado) - Unicamp, Campinas, 2010.

King, N. and Anderson, N. (2002), ***Managing Innovation and Change: A Critical Guide for Organizations (2nd Ed)***, Thomson, London.

KASSERIS, E. 2006. **Comparative analysis of automotive powertrain: choices for the near to mid-term future.** Dissertação de Mestrado, M.Sc.. Massachussets Institute of Technology.

KASSERIS, E., HEYWOOD, J. B., 2007. “**Comparative analysis of automotive powertrain: choices for the next 25 years”**. 2007 SAE World Congress. SAE technical paper series nº 2007-01-1605, Detroit, abril de 2007.

KIPERSTOK, Asher. Tendências ambientais do setor automotivo: prevenção da poluição e oportunidades de negócio. **Nexos**, Salvador, set. 2000.

MARQUES, Flávio de Oliveira; MEIRELLES, Luiz Antonio de. **Tendências da reciclagem de materiais na indústria automobilística.** Rio de Janeiro: Cetem, 2007. (Série Estudos e Documentos).

McCollum, David L, Gould, Gregory and Greene, David L, (2010), **Greenhouse Gas Emissions from Aviation and Marine Transportation: Mitigation Potential and Policies,** Institute of Transportation Studies, Working Paper Series, Institute of Transportation Studies, UC Davis.

MEDINA, H.V., GOMES, D.E.B. ***Gestão Ambiental na Indústria Automobilística****: O Caso da Reciclagem de Materiais*. Centro de Tecnologia Mineral - Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro**,** Maio de 2002

MEDINA, Heloisa V. de; NAVEIRO, Ricardo Manfredi. Materiais Avançados: Novos Produtos e Novos Processos na Indústria Automobilística. **Produção**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p.29-44, jul. 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **1º INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS**. Brasilia: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

NAS - National Academy of Sciences, 2009. **Real prospects for Energy efficiency in the United States**. National Academy Press, Washington, DC

NEGRI, Fernanda De et al. **DETERMINANTES DA ACUMULAÇÃO DE CONHECIMENTO PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NOS SETORES INDUSTRIAIS NO BRASIL:** SETOR AUTOMOTIVO. Brasilia: Agência Brasileira De Desenvolvimento Industrial, 2008. (Estudo Setorias de Inovação).

NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration, 2010 a. **Summary of fuel performance**. Relatório de abril de 2010. Disponível em : < http://www.nhtsa.com/fueleconomy>.

NHTSA, 2010 b. **NHTSA and EPA establish new national program to improve fuel economy and reduce greenhouse gas emission for passenger cars and light trucks.** CAFE and GHG emission fact sheet. Disponível em: < http://www.nhtsa.com/fueleconomy>.

NRC, 2002. **Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy Standards.** National Academy Press, Washington, DC.

NRC, 2006. **Tires and passenger vehicle fuel economy.** Transportation Research Board, Special Report 286. National Academy Press, Washington, DC

NRC, 2008. **Assessment of Technologies for improving light duty vehicle economy.** National Academy Press, Washington, DC.

PINHEIRO, Ivan Antônio; MOTTA, Paulo Cesar Delayti. **O REGIME AUTOMOTIVO BRASILEIRO (RAB) COMO INSTRUMENTO DE MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARQUE INDUSTRIAL NACIONAL:**uma análise crítica. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR81_0042.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2012.

PISANO, G., & SHIH, W. **Restoring American competitiveness**. Harvard Business Review, 87, 3–14, 2009.

SALLA, Luzia Dizulina; CADIOLI, Luiz Paulo. Reciclagem de automóveis: um novo conceito na produtividade ambientalmente correta. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, Valinhos, v. 2, n. 2, p.77-86, 2007.

SMITH, Cristina Bastin. **ANÁLISE DA DIFUSÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS EM PROL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA FROTA DE NOVOS VEÍCULOS LEVES NO BRASIL**. 2010. 278 f. Tese (Doutorado) - Ufrj, Rio de Janeiro, 2010.

T&E - Transport and Environment, 2009**. Reducing CO2 Emissions from New Cars: A study of Major Car Manufacturs1 Progress in 2008.** European Federation for Transport and Environment, Brussels.

UNIÃO EUROPEIA. **REGULAMENTO (CE) N.o 715/2007 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO.** Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:171:0001:0016:PT:PDF>. Acesso em: 20 jun. 2012.

UNIÃO EUROPEIA. COMMISSION REGULATION (EU) No 582/2011. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:167:0001:0168:EN:PDF>. Acesso em: 20 jun. 2012.

VALOR SETORIAL: Indústria Automobilística. São Paulo: Valor Econômico, dez. 2011.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Competitiveness Report 2010–2011.** Genebra, 2010

Apêndice A - Questionário para o Setor Automotivo

Bom dia, meu nome é Cláudio Lucinda, e estou trabalhando em uma pesquisa conjunta da Universidade de São Paulo e do BNDES acerca da Economia do Baixo Carbono. Dentro desta pesquisa, é especialmente importante conversar com profissionais dos setores automotivo e aeronáutico de forma a conseguir impressões da indústria e da academia sobre as perspectivas tecnológicas e de política nos respectivos setores. Esta é a principal razão pela qual estamos realizando esta entrevista. Gostaria de fazer algumas perguntas.

Em primeiro lugar, gostaria de saber um pouco mais de você. Qual é a sua presente posição profissional e há quanto tempo trabalha na área?

Quais, em sua opinião, são as principais linhas pelas quais a tecnologia de AUTOMÓVEIS irá se desenvolver nos próximos 3 anos no sentido de redução de emissões de carbono?

Quais, em sua opinião, são as principais linhas pelas quais a tecnologia de AUTOMÓVEIS irá se desenvolver nos próximos 10 anos no sentido de redução de emissões de carbono?

Quais, em sua opinião, são as principais linhas pelas quais a tecnologia de AUTOMÓVEIS irá se desenvolver nos próximos 35 anos no sentido de redução de emissões de carbono?

A seguir, temos uma lista de possíveis medidas de política que tem o objetivo de reduzir a emissão de carbono. Qual destas você acredita que sejam mais importantes para a redução do carbono nos próximos 3 anos? (Considere os impactos da medida e a probabilidade desta medida ser levada a cabo).

Pedágio Urbano

Exigências mais fortes de redução de emissão de CO2

Exigência de frota mínima/redução de impostos para veículos com baixa emissão de CO2.

Outra (Favor Detalhar)

A seguir, temos uma lista de possíveis medidas de política que tem o objetivo de reduzir a emissão de carbono. Qual destas você acredita que sejam mais importantes para a redução do carbono nos próximos 10 anos? (Considere os impactos da medida e a probabilidade desta medida ser levada a cabo).

Pedágio Urbano

Exigências mais fortes de redução de emissão de CO2

Exigência de frota mínima/redução de impostos para veículos com baixa emissão de CO2.

Outra (Favor detalhar)

A seguir, temos uma lista de possíveis medidas de política que tem o objetivo de reduzir a emissão de carbono. Qual destas você acredita que sejam mais importantes para a redução do carbono nos próximos 3 anos? (Considere os impactos da medida e a probabilidade desta medida ser levada a cabo).

Pedágio Urbano

Exigências mais fortes de redução de emissão de CO2

Exigência de frota mínima/redução de impostos para veículos com baixa emissão de CO2.

Outra (Favor detalhar)

Dentre as possíveis trajetórias tecnológicas para a redução de carbono, uma opção muito mencionada na literatura é a de Veículos Elétricos puros. Qual sua opinião sobre a viabilidade desta tecnologia? O que limitaria sua difusão? O que a incentivaria?

De zero a dez – sendo dez “extremamente provável” e zero “muito improvável” – qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos Elétricos puros serem importantes na redução de emissões de carbono em 2015?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos Elétricos puros serem importantes na redução de emissões de carbono em 2022?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos Elétricos puros serem importantes na redução de emissões de carbono em 2050?

Dentre as possíveis trajetórias tecnológicas para a redução de carbono, uma opção muito mencionada na literatura é a de Veículos Elétricos híbridos (Eletricidade/Gasolina). Qual sua opinião sobre a viabilidade desta tecnologia? O que limitaria sua difusão? O que a incentivaria?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos Elétricos híbridos (Eletricidade/Gasolina) serem importantes na redução de emissões de carbono em 2015?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos Elétricos híbridos (Eletricidade/Gasolina) serem importantes na redução de emissões de carbono em 2022?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos Elétricos híbridos (Eletricidade/Gasolina) serem importantes na redução de emissões de carbono em 2050?

Dentre as possíveis trajetórias tecnológicas para a redução de carbono, uma opção muito mencionada na literatura é a de Veículos a Célula de Hidrogênio. Qual sua opinião sobre a viabilidade desta tecnologia? O que limitaria sua difusão? O que a incentivaria?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos a Célula de Hidrogênio serem importantes na redução de emissões de carbono em 2015?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos a Célula de Hidrogênio serem importantes na redução de emissões de carbono em 2022?

De zero a dez, qual é sua nota sobre a possibilidade de Veículos a Célula de Hidrogênio serem importantes na redução de emissões de carbono em 2050?