

# OS VEÍCULOS DE TRANSPORTE, O MEIO AMBIENTE E AS GRANDES CIDADES – OS GASES DE EFEITO ESTUFA<sup>1</sup>

*João Batista Gurgel Cabral<sup>2</sup>*

## **Resumo**

Os desastres ecológicos mundiais tornaram os debates sobre os gases de efeito estufa uma prioridade de diversas nações. As emissões destes gases (GEE) resultantes de atividades de energia estacionária e móvel, incluindo a queima de combustível de origem fóssil, é responsável pela maioria das emissões destes gases em diversos países. Os veículos de transporte são os responsáveis pela maior parcela destas emissões gasosas. Este trabalho em seu conteúdo, procura enfatizar os aspectos do entrosamento entre o poder público e a iniciativa privada. Com o intuito de equacionar e promover a transição para os novos veículos menos poluidores e que teriam um efeito marcante na melhoria da qualidade do ar, principalmente nas grandes cidades, onde as consequências sobre a saúde pública se tornam maiores.

**Palavras-chave:** Gases de efeito estufa.

## **THE VEHICLES, THE ENVIRONMENT AND CITIES – THE GREENHOUSE GASES**

### **Abstract**

The ecological disaster become the world debates on greenhouse gases a priority for many nations. Emissions of these gases (GHG) resulting from energy activities of stationary and mobile, including the burning of fossil fuels is responsible for the majority of these emissions in several countries. The vehicles are responsible for the largest share of these gaseous emissions. This work seeks to emphasize its content aspects of the interplay between the public and the private sector in order to effectively consider and promote the transition to the new and less polluting vehicles which would have a marked effect on improving air quality, especially in large cities, where the consequences on public health becomes greater.

**Key words:** Greenhouse gases.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenheiro metalurgista, Administrador de empresas, Pós Graduado em Gestão Ambiental e Engenharia de Segurança do Trabalho e Consultor da Microempowering.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os meios de transporte representam a maior fatia do consumo de combustíveis de origem fóssil na matriz energética mundial (%). Assim sendo, merecem uma revisão especial no campo da adaptação deste insumo. Segundo os dados de consumo a utilização do automóvel representa dentro dos meios de transporte a maior parcela da emissão descontrolada de gases de efeito estufa. Esse fato, aliado à vantagem do automóvel ser um meio de transporte pessoal, passível de um processo de reestruturação de sua utilização, o faz uma opção à prioridade de adaptação.

## 2 AS MUDANÇAS

Aproximadamente 80% da matriz energética mundial é proveniente de combustíveis fósseis, carvão 25%, petróleo e gás 55%, o restante desta matriz é por ordem decrescente oriunda de Biomassa, Nuclear, Hidráulica, Eólica, Solar e outras.

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) resultantes de atividades de energia estacionária e móvel, incluindo a queima de combustível de origem fóssil são responsáveis pela maioria das emissões de CO<sub>2</sub>. As emissões naturais de gases de efeito estufa que ocorrem na Terra incluem também o vapor d'água, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o ozônio (O<sub>3</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e diversos outros gases que não provocam diretamente o aquecimento global, mas que interferem indiretamente na absorção da radiação terrestre ou solar e também influenciam a formação ou destruição de gases com efeito de estufa, como o ozônio troposférico e estratosférico. Estes gases incluem o monóxido de carbono (CO), os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) e os compostos orgânicos voláteis não CH<sub>4</sub>.

Se voltarmos na história para o começo da era da industrialização, onde foi criado o primeiro motor a vapor de condensação e compararmos os níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) desta época, que eram em torno de 280 partes por milhão (ppm), com os níveis atuais de 375 ppm, pode-se notar que quase 70% desse aumento ocorreu desde a década de 1950. Aproveitando os dados das estatísticas de um país de dimensões continentais. Podemos ter uma visão com base na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tendências recentes nas emissões de gases de efeito estufa dos Estados Unidos<sup>(1)</sup>

Tipo de Gás	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
CO <sub>2</sub>	4,883.2	5,209.3	5,761.9	6,089.0	6,001.9	6,103.0	5,905.5
CH <sub>4</sub>	613.4	613.2	586.1	553.2	568.2	569.2	567.3
N <sub>2</sub> O	322.7	343.2	346.5	329.4	330.4	328.7	319.1
HFCs	36.9	62.2	103.2	119.3	121.8	127.4	130.2
PFCs	20.8	15.6	13.5	6.2	6.0	7.5	7.5
SF <sub>6</sub>	32.8	28.1	19.2	17.9	17.0	16.5	16.5
<b>Total GEE</b>	<b>6,116.6</b>	<b>6,479.7</b>	<b>7,033.7</b>	<b>7,114.9</b>	<b>7,045.4</b>	<b>7,152.1</b>	<b>6,946.1</b>

O clima terrestre está em estado constante de mudança e a questão das alterações climáticas é muito mais importante e complexa do que parece. A UNFCCC, em seu tratado, se refere a duas vertentes: a primeira relativa às mudanças climáticas e a segunda às alterações climáticas.

### 3 IMPLICAÇÕES DAS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) PARA A SAÚDE PÚBLICA

Respiramos em média 10 m<sup>3</sup> de ar por dia. Numa existência mediana respiraríamos 270 mil m<sup>3</sup> de ar durante a vida. Considerando-se o peso específico do ar puro nas CNTP de 1,29 kg/m<sup>3</sup>, por dia ingerimos, em peso, em torno de três vezes mais ar do que o líquido que bebemos e a comida com que nos alimentamos. Em geral, só damos a devida importância a esse fato quando nossa saúde e principalmente os pulmões se ressentem. Além dessa perspectiva negativa das emissões gasosas nocivas, há de se considerar o prejuízo ao meio ambiente. A tabela 2 mostra as emissões de gases dos veículos

**Tabela 2.** O escapamento de gases dos veículos atuais<sup>(2)</sup>

	CO (%)	Hidrocarbonetos (%)	Oxido Nitroso (%)	Enxofre (%)	Fuligem (%)
<b>Gasolina</b>	27	2,7	1,2	0,22	0,2
<b>Alcool</b>	16,7	1,9	1	0	0
<b>Diesel</b>	18	2,9	13	2,72	0,8
<b>Gas</b>	6	0,8	1	0	0

Em certas regiões de centros urbanos como São Paulo, durante um ano, um cidadão respira aproximadamente 25 kg de Óxidos de Nitrogênio e de Enxofre, 15 kg de poeira. Em períodos sem chuva, a reverberação térmica piora a situação de um modo geral. Na Tabela 3 temos os padrões referenciais.

**Tabela 3.** Padrões da qualidade do ar (Portaria do Conama N<sup>o</sup> 348 de 14/3/90) unidades em ug/m<sup>3</sup><sup>(3)</sup>

Poluente	Padrão	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas Totais	240	375	625	875
Dióxido de Enxofre	365	800	1.600	2100
Dioxido de Nitrogenio	320	1.130	2.260	3.000
Monóxido de Carbono	9 ppm	15 ppm	30 ppm	40 ppm
Ozônio	160	400	800	1.000
Fumaça	150	250	420	500

As principais classificações utilizadas pela Secretaria do Meio ambiente de São Paulo para classificar a qualidade do ar e as consequências à saúde humana, estão divididas em estados de:

- *atenção* – acarreta leve agravamento de pessoas sensíveis a problemas respiratórios;
- *alerta* – acarreta agravamento com problemas cardio respiratórios e a população em geral; e
- *emergência* – agravamento dos sintomas mencionados, perda da resistência física.

**Tabela 4.** Gastos com doenças associadas à poluição atmosférica na Grande São Paulo

Faixa Etária	Gastos Hospitalares em (R\$)	Gastos Totais em (R\$)
0 a 14	16.200.816,00	32.401.632,00
15 a 59	11.979.878,00	38.548.072,00
Acima de 60	7.472.078,00	24.132.604,00

Fonte: Dados do IBGE / Datasus

Notas:

- os gastos totais incluem os dias perdidos e ressarcidos; e
- valores em dólares extrapolados para 2008.

No Japão e na Alemanha, onde as políticas verdes (pró-*business*) já existem há décadas, tanto a indústria quanto a população se beneficiaram significativamente das melhorias na qualidade do ar. Ambos os países seguem parâmetros ainda mais rígidos do que os de controle recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Os dados coletados pelo Ministério da Saúde desses países comprovam a forte relação entre a adoção de medidas para a despoluição e as reduções na concentração de monóxido de carbono no sangue da população.<sup>(4)</sup>

No Brasil, mesmo com o Ibama e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) usando um padrão diferente (que pode ser considerado menos rígido), houve um aumento tanto da presença do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), quanto do monóxido de carbono (CO) no sangue dos habitantes das grandes cidades e regiões industriais brasileiras, nos últimos 15 anos.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), com o acréscimo das temperaturas terrestres, os encargos relacionados a impactos ambientais serão cada vez maiores. As doenças relativas às mudanças climáticas e a sensibilidade ao clima já estão muito elevadas. Os níveis de pólen, entre outros alérgenos aéreos, estão aumentando devido ao calor, e tais variações tendem a provocar mais casos de asma, uma doença respiratória que já afeta cerca de 300 milhões de pessoas.

### 3.1 Dados Sobre o Consumo de Gasolina Anual dos EUA e no Mundo

- Gasolina: conteúdo de carbono por galão: 2.421 g; e
- diesel: teor de carbono por galão: 2.778 g

Segundo os dados apresentados e de acordo com o Annual Energy Outlook AEO. Os Estados Unidos consomem aproximadamente 20 milhões de barris de petróleo por dia. E as estatísticas mostram que um barril de petróleo (que contém 159 litros) é capaz de gerar algo em torno de 75 litros de gasolina, dependendo da refinaria. Portanto, nos Estados Unidos são consumidos cerca de 1,41 bilhões de litros de gasolina por dia.<sup>(5)</sup> Em um ano, portanto, o país consome aproximadamente 500 bilhões de litros de gasolina. O consumo mundial neste mesmo ano 2010 ficou em aproximadamente 1.400 bilhões de litros.

No Brasil, o consumo é bem menor, em torno de 25 bilhões de litros de gasolina por ano.<sup>(6)</sup> O consumo de diesel está na faixa dos 45 bilhões de litros por ano e o de álcool, na faixa de 20 bilhões de litros por ano. Considerando-se esses valores, é possível deduzir que o consumo de álcool e gasolina, usados principalmente por veículos leves, ficou igual ao do diesel para uso de veículos pesados, trens e embarcações.

Mas diversas mudanças silenciosas indicam que o governo de vários países já estão se preocupando com a redução dos gases de efeito estufa produzidos pelos veículos. A National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) e a Agência de Proteção Ambiental (EPA) são responsáveis, cada uma, por anunciar as regras finais, cujos benefícios virão da solução dos desafios estreitamente interligados tanto à independência energética quanto à segurança e ao aquecimento global. Na tabela 5 podemos observar o quadro da produção mundial de veículos em 2008 e na tabela 6 em 2010

**Tabela 5.** Produção mundial de automóveis em 2008<sup>(7)</sup>

Principais países	Carros (1)	Veículos comerciais (2)	Total (1) + (2)	Percentual (%)
Brasil	2,561,496	658,979	3,220,475	8.2
China	6,737,745	2,607,356	9,345,101	5.2
Japão	9,916,149	1,647,480	11,563,629	-0.3
EUA	3,776,358	4,928,881	8,705,239	-19.3
França	2,145,935	423,043	2,568,978	-14.8
Alemanha	5,526,882	513,700	6,040,582	-2.8
<b>Total</b>	<b>52,637,206</b>	<b>17,889,325</b>	<b>70,526,531</b>	<b>-3.7</b>

Em 2009 a produção mundial de veículos teve uma queda de quase 15%, devido principalmente a crise econômica do ano anterior, em 2010 voltou a crescer e atingiu um total de 77.857.705 unidades.

**Tabela 6.** Produção mundial de veículos em 2010<sup>(7)</sup>

	País	Veículos Comerciais Leves		País	Veículos Passeio		País	Total
1	EUA	5.030.338	1	China	13.807.084	1	China	18.264.667
2	China	4.367.584	2	Japão	8.307.382	2	Japão	9.625.940
3	Japão	1.318.558	3	Alemanha	5.552.409	3	EUA	7.761.443
4	Canada	1.102.166	4	Coreia do Sul	5.552.409	4	Alemanha	5.905.985
5	Tailândia	1.090.126	5	Brasil	2.828.273	5	Coreia do Sul	4.271.941
6	México	954.961	6	Índia	2.814.584	6	Brasil	3.648.358
7	Brasil	820.085	7	Estado Unidos	2.731.105	7	Índia	3.536.783

A produção de carros e veículos comerciais leves desde 1997, apresenta a seguinte evolução em milhões de unidades: 1997 - 53 m, 1998 - 57 m; 1999 - 56 m; 2000 - 58 m; 2001 - 56 m; 2002 - 59 m; 2003 - 61 m; 2004 - 65 m; 2005 - 67 m; 2006 - 69 m; 2007 - 73 m; 2008 - 70 m; 2009 - 60 m; 2010 - 78 m.

### 3.2 As Novas Tendências nas Montadoras e as Iniciativas dos Governos

As montadoras estão atentas às preocupações dos consumidores que definem sua demanda em um mercado cada vez mais globalizado e competitivo. Essa mudança, gerada pelos novos hábitos de consumo, originou a corrida silenciosa por tecnologias que produzam veículos mais eficientes, que consumam menos combustível e emitam menos CO<sub>2</sub>.

O carro híbrido já se encontra no mercado o modelo Prius, da Toyota é o de maior sucesso. Já o carro abastecido a hidrogênio vem sendo melhorado a cada ano.

Atualmente existem algumas versões disponíveis do modelo para uso em pequena escala nos países da União Europeia, nos Estados Unidos e no Japão. Em comparação aos veículos convencionais, os veículos híbridos e os de *fuel cell* diminuem exponencialmente as emissões de CO<sub>2</sub>. Os níveis de som dos carros movidos a hidrogênio também têm impactos favoráveis sobre a saúde, devido à diminuição de ruído, porque o motor não funciona à explosão.

Vale destacar o empenho de alguns fabricantes em desenvolver motocicletas que utilizam a *fuel cell* abastecida a hidrogênio (H<sub>2</sub>). A Suzuki já tem os protótipos Crosscage e Burgman F-Cell, apresentados no Tokyo Motor Show em novembro de 2009.<sup>(8)</sup>

Paralelamente ao desenvolvimento da propulsão dos veículos, a parte referente aos materiais de construção dos mesmos, vem recebendo um grande desenvolvimento. As Siderúrgicas tem desenvolvido uma nova gama de aços que oferece para as montadoras opções de redução de peso do veículo, através de material de maior resistência, opções de projeto que oferecem mais segurança no caso de impacto, onde o aço da chapa de base, como dos tubos que formam o assoalho além da resistência tendem a se deformar de modo a evitar danos aos ocupantes quando do impacto.

Cumpram ressaltar o esforço da comunidade siderúrgica mundial que propiciou o desenvolvimento do projeto ULSAB AVC (*Ultra light steel auto body – Advanced Vehicles Concept*), direcionado a demanda por veículos mais seguros, mais econômicos e ecológicamente adaptados. Maiores detalhes deste projeto podem ser vistos no trabalho de Sergio Leite, Antenor Ferreira e outros, publicado no Caderno Técnico da Revista Metalurgia da ABM de 10/02.

O setor de alumínio também tem dado um grande empenho com estes objetivos, economia, segurança e preservação ambiental. Principalmente nos componentes do motor e da transmissão.

Os compostos de Carbono de um modo geral entram de modo muito relevante no desenvolvimento do conceito do Veículo Avançado, proporcionando notáveis performances nos projetos destes.

■ Evolution of the stack

Technology release	1999	2003	2006
Stack appearance			
Output	60 kW	86 kW	100 kW
Size	134 L	66 L	52 L
Weight	202 kg	96 kg	67 kg
Electrolytic membrane	Fluorine electrolytic membrane Max. operating temperature: 80°C	Aromatic electrolytic membrane Max. operating temperature: 95°C	Aromatic electrolytic membrane Max. operating temperature: 95°C
Stack construction/ cell structure	Bolt-fastened construction Machined carbon separators Separate seals	Panel box construction Stamped metal separators with unitized seals	1-box stack construction V Flow cell structure Wave flow channel separators

Figura 1. Evolução das *fuel cells* – veicular. Fonte: Cortesia da Honda <sup>(9)</sup>

Em 2007 o FCX Clarity é lançado com um *design* futurístico e com maior acomodação e conforto. Vista do interior conforme Figura 2.

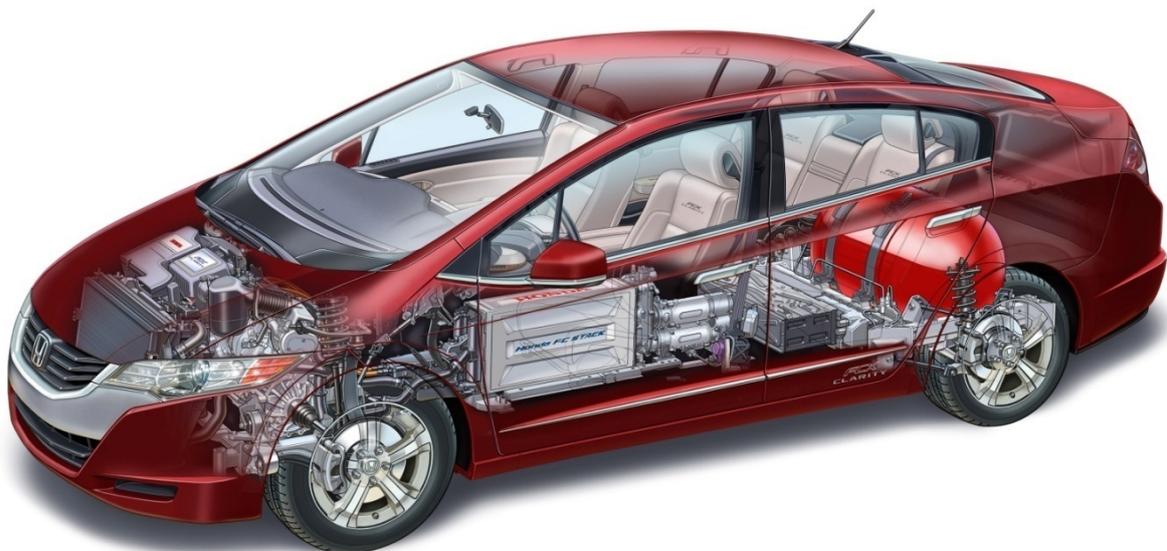


Figura 2. Vista transparente do FCX Clarity com o seu interior Honda Motors <sup>(10)</sup>

## 4 OBSERVAÇÕES FINAIS

Grandes metrópoles como São Paulo, já adota a limitação do uso de veículos, por um rodízio por placas, no perímetro central da cidade. Londres adota o programa denominado *Congestion Charge* (Taxa de Congestionamento), onde é cobrado um pedágio na região central da cidade e adjacências.

### 4.1 A Alternativa do Mini Carro

Um minicarro, cuja área projetada ocupa um espaço 40% menor que os veículos compactos atuais, representa uma solução prática que não prejudica o modelo de negócio das montadoras. Com um peso líquido inferior a 600 kg. Teria um consumo menor de combustível e permitiria um fluxo maior do trânsito. O *Smart car* da Mercedes e o mini car da Peugeot são bons exemplos do que está sendo feito. A adoção de medidas práticas de incentivo a esse tipo de veículo é um passo importante para melhorar o trânsito e reduzir o tamanho dos atuais congestionamentos nos grandes centros urbanos. O ônibus a H<sub>2</sub> seria uma das alternativas para o transporte coletivo, reduzindo assim a queima do diesel.



Figura 3. Ônibus movido a Hidrogênio da COPPE/UFRJ. Em maio de 2011.



Figura 4. Smartcar a Hidrogênio na Challenge Bilbedum em maio 2011.



Figura 5. Mini Peugeot 4 lugares na Challenge Bilbedum maio 2011.

#### 4.2 Aspectos Relevantes do Mini Carro

Os projetos atuais dos chassis de carros movidos a *fuel cell* estão, na grande maioria, voltados para carros do tipo compacto, similar aos já existentes movidos à gasolina, gás e diesel. Como esses veículos existentes pesam em média uma tonelada e ocupam uma área de  $5,5 \text{ m}^2$ , nos centros urbanos, eles trariam somente o benefício de não poluir; Além das características existentes acima mencionadas ( $600 \text{ kg}$  e área ocupada de até  $3 \text{ m}^2$ ).

O *mini car* deverá ter também a velocidade compatível para rodar em autoestradas, o quadro atual de crescimento da frota brasileira está dominado por veículos grandes e acima de uma tonelada. Esses veículos representam um acidente ambiental cada vez mais difícil de mitigar, além do incômodo devido à perda de tempo no engarrafamento e à queima inútil de combustíveis neste caso.

#### 5 CONCLUSÃO

Um vínculo maior da iniciativa privada e o poder público, concernentes às regulamentações e definições de transição para este um *mini car*, valoriza e prestigia o meio ambiente de forma natural e com pouco ou nenhum trauma socioeconômico embutido nesse relacionamento de trocas e evolução e em passo seguinte o uso da *fuel cell* neste *mini car* a exemplo do que vem sendo feito no *smart* (Figura 5).

No futuro, em paralelo aos aperfeiçoamentos do sistema como um todo e aos avanços tecnológicos dos carros, o sistema de baterias acumuladoras dos carros à *fuel cell* poderá, após pesquisas e desenvolvimentos, contar também com acumuladores de material supercondutor, que opera à temperatura do nitrogênio líquido ( $-196^\circ\text{C}$ ). As baterias seriam bem menores, mais leves, mais eficientes e com menos impacto ambiental. Os postos de abastecimento desses veículos passariam a dispor também do  $\text{N}_2$  líquido que, ocasionalmente, seria recolocado no acumulador para manter a temperatura de trabalho do supercondutor.

A calota de gases que envolve atualmente os grandes centros urbanos tenderia a se reduzir, caso houvesse uma transição gradual da atual matriz energética para uma estrutura menos poluidora.



Figura 6. Atmosfera poluída de uma metrópole. (Fonte: Clube de Geografia RJ).

## 6 AGRADECIMENTOS

À Carolina C. Murphy da Columbia University em Nova Iorque, que realizou os contatos com a Honda Motors, G.M, Linde, NHA e muito colaborou na realização deste trabalho; AO Prof. Paulo Emílio Miranda, Hugo Miranda e ao Laboratório de Hidrogênio da Coppe UFRJ ao nos mostrar e orientar nas diversas pesquisas no setor de *Fuel Cell*; ao Dr. Eduardo Serra do Cepel, RJ, pelo seu trabalho no campo das energias alternativas; ao Prof. José Carlos D'Abreu pelo apoio dado na obtenção de dados do setor siderúrgico para a indústria automotiva; aos membros da National Hydrogen Association (NHA) pelo acesso as informações e dados; a Charles Freese, Diretor Executivo da GM por sua acessibilidade e EM empenho dar informações; a Honda Motors por abrir as informações sobre os seus veículos a *fuel cell*.

## REFERENCIAS

- 1 EPA Inventory-2010- chapter 2. Inventário dos Gases de Efeito Estufa dos Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.epa.gov/climate>>. Acesso em: 14/03/2012
- 2 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas. Sintetização dos dados do relatório das emissões de gases de veículos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm>>. Acesso em: 12/03/2012
- 3 SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Mapa diário. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/ar>>. Acesso em: 28/02/2012
- 4 EPA.US.Environmental.Protection.Agency  
<http://www.epa.gov/lawsregs/regulations/index.html> Acesso em 12/03/2012
- 5 US DEPARTMENT OF ENERGY. Annual report 2009. DOE/GO 102009-2950. Disponível em: <<http://energy.gov>>. Acesso em: 14/02/2012
- 6 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. Anuário estatístico 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 10/02/2012

- 7 INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS. Production Statistics 2010 Disponível em: <<http://www.oica.net/category/production-statistics>>. Acesso em: 27/03/2012.
- 8 TOKYO Motor Show . 2009. Disponível em: <<http://www.motorcycle.com /news/Suzuki-burgman-fuel-cell>>. Acesso em: 27/02/2012
- 9 HONDA MOTORS Fuel Cells [HTTP://www.hondanews.com/categories/867](http://www.hondanews.com/categories/867) acesso em Acesso em 12/12/2011
- 10 HONDA MOTORS FCX Clarity [HTTP://hondanews.com//categories/867](http://hondanews.com//categories/867) acesso em 11/12/2011