

Setembro de 2013

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

ESTUDO TEMÁTICO

PENETRAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS NOS ESTADOS UNIDOS

ÍNDICE

1. Introdução.....	3
2. Matriz Energética dos EUA.....	4
3. Novas Tecnologias Automotivas.....	9
4. Legislação e Regulamentações.....	10
5. A Indústria Automobilística Norte-Americana.....	14
6. Incentivos Governamentais.....	23
7. Ganhos Obtidos.....	25
8. Conclusões.....	28
9. Referências Bibliográficas	28

Equipe

Jacqueline Barboza Mariano
Bruno Valle de Moura
Krongnon Wailamer de Souza Regueira
Ney Maurício Carneiro da Cunha
José Carlos Soares Tigre

[Estudo Temático 07/2013/SPD]



anp
Agência Nacional
do Petróleo,
Gás Natural e Biocombustíveis

Apresentação

O presente estudo temático tem por objetivo apresentar a situação atual e as perspectivas futuras de penetração das novas tecnologias automotivas nos EUA, e o papel que estão desempenhando na redução da demanda por petróleo deste país. Para tanto, são discutidas as tecnologias dos veículos híbridos convencionais, dos híbridos do tipo *plug in* e dos veículos elétricos, além dos *flex fuel*.

A adoção de padrões de consumo e de emissões veiculares, e os mandatos de mistura de combustíveis renováveis, são também abordados, na medida em que têm contribuído para a eficiência da frota veicular norte-americana e para a redução das emissões de gases de efeito estufa do país.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**Diretora-geral**

Magda Maria de Regina Chambriard

Diretores

Florival Rodrigues de Carvalho

Helder Queiroz Pinto Junior

José Gutman

Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

Elias Ramos de Souza – Superintendente

Tathiany Rodrigues Moreira de Camargo – Superintendente-Adjunta

Anália Francisca Ferreira – Assessora de Superintendência

Coordenação de Banco de Dados e Estatística

José Lopes de Souza - Coordenador

Denise Coutinho da Silva

Felipe Accioly Vieira

Márcio Bezerra de Assumpção

Roberta Salomão Moraes da Silva

Victor Manuel Campos Gonçalo

Coordenação de Estudos Estratégicos

José Carlos Tigre – Coordenador

Alice Kinue Jomori de Pinho

Jacqueline Barboza Mariano

Krongnon Wailamer de Souza Regueira

Ney Mauricio Carneiro da Cunha

Patricia Huguenin Baran

Coordenação de Formação e Capacitação Profissional

Ana Maria Botelho M. da Cunha – Coordenadora

Bruno Lopes Dinucci

Diego Gabriel da Costa

Luiz Enrique Gonzalez

Rafael Cruz Coutinho Ferreira

Coordenação de Pesquisa e Desenvolvimento

Luciana Maria Souza de Mesquita – Coordenadora

Alex de Jesus Augusto Abrantes

Anderson Lopes Rodrigues De Lima

Antônio José Valleriote Nascimento

Joana Duarte Ouro Alves

Leonardo Pereira de Queiroz

Luiz Antonio Sá Campos

Marcos de Faria Asevedo

1. INTRODUÇÃO

Desde os anos 60, os EUA são fortemente dependentes do petróleo estrangeiro, essencialmente em virtude do declínio de sua produção interna e do elevado consumo de energia *per capita* necessário à manutenção dos padrões de conforto, altamente energo-intensivos, do chamado “*American Way of Life*”. A dependência das importações de petróleo sempre impôs pesados fardos à economia norte-americana, à sua política internacional e às suas forças armadas.

Em atenção ao problema, ao longo das quatro últimas décadas, o governo americano passou a buscar a racionalização do consumo de derivados de petróleo, como resultado ao embargo dos países produtores de petróleo ocorrido na década de 70.

Tal situação se agrava na medida em que uma parte significativa do petróleo importado pelos EUA vem de países controlados por regimes políticos instáveis ou mesmo abertamente hostis ao país, tais como Iraque, Arábia Saudita, Nigéria e Venezuela. Ademais, a dependência da produção destes países contribui para a volatilidade dos mercados doméstico e global e para o aumento do prêmio de risco pago pelo energético pela sociedade americana.

Dois terços do consumo doméstico de petróleo ocorrem no setor de transportes, que em 2012 era 97% baseado em combustíveis derivados de petróleo (EIA/DOE, 2013). Os veículos de passageiros e os caminhões leves (com menos de dez mil libras de peso) representam mais de 60% do consumo de petróleo deste setor.

Adicionalmente, os EUA possuem uma forte e madura indústria automobilística e consumidores cuja preferência, desde sempre, tem sido por modelos de automóveis grandes e pouco econômicos, equipados com potentes motores à gasolina, em sua maior parte.

Até 2011¹, as projeções do *Energy Information Administration* do *Department of Energy*² dos EUA (EIA/DOE) indicavam que a demanda por petróleo do país continuaria a crescer (especialmente no setor de transportes e no setor residencial), enquanto que a produção doméstica continuaria a diminuir. Desta forma, na ausência de políticas de racionalização do consumo de energia, os EUA se tornariam ainda mais dependentes do petróleo estrangeiro e mais vulneráveis à alta de seus preços no futuro.

Em tal contexto, cresceu no país, especialmente após o início do governo democrata de Barack Obama, a importância das tecnologias alternativas de motorização dos automóveis, a saber: veículos híbridos convencionais, veículos híbridos do tipo *plug in* e veículos elétricos. No mesmo sentido, foram também determinadas pelo governo americano misturas obrigatórias de biocombustíveis com derivados de petróleo, favorecidas após o desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*.

A partir de 2007, com a promulgação do *Energy Independence and Security Act*, o Governo Federal norte-americano iniciou uma reforma no setor de transportes, com o objetivo de ampliar o grau de renovabilidade e diversificar a matriz energética setorial, reduzir a demanda e tornar mais eficiente o uso da energia, com foco na redução do consumo específico da frota veicular.

Os ganhos de Intensidade Energética obtidos no setor de transportes dos Estados Unidos, nos últimos quarenta anos foram viabilizados ou incentivados por políticas e regulamentações (níveis federal e estadual), além de incentivos fiscais e subsídios, que serão também investigados no presente texto.

Parte dos objetivos de tais políticas e regulamentações dos governos federal e estaduais foi dar às montadoras e à indústria de autopeças recursos, sob a condição de promover e ampliar a produção de veículos mais eficientes. Tais políticas resultaram na geração de empregos e na revitalização da indústria automobilística dos EUA, que nas últimas décadas tinha perdido competitividade frente às fabricantes asiáticas e europeias, beneficiando a economia do país como um todo.

¹Projeções mais atualizadas do EIA/DOE indicam, até 2040, um leve aumento na demanda por petróleo e derivados, associado a um crescimento significativo da produção (passando de pouco mais de 9 milhões de bpd em 2010 para quase 12 milhões de bpd em 2040). Espera-se tal crescimento especialmente em função da produção do petróleo não convencional denominado *tight oil*. Ganhos líquidos na oferta são também esperados em função de melhorias obtidas na eficiência das máquinas e equipamentos consumidores de derivados, uma vez mais, especialmente no setor de transportes (EIA/DOE, 2013).

²O DOE corresponde, na estrutura do governo federal dos EUA, ao Ministério de Minas e Energia do Brasil.

De fato, a maior força motriz para a redução do consumo de derivados de petróleo (notadamente óleo diesel e gasolina), assim como das emissões veiculares de gases de efeito estufa verificados nos últimos anos, foram os avanços tecnológicos. Não apenas em termos da introdução de motorizações alternativas, mas especialmente em função de inovações como injeção eletrônica, injeção eletrônica multiválvulas, injeção direta de combustível, *turbochargers*, entre outras.

Em meados da década de 80, a maior parte dos veículos comercializados nos Estados Unidos era dotada de carburadores que levavam a gasolina até os motores. Atualmente, os veículos são equipados com sistemas de injeção eletrônica de combustível e quase um quarto dos veículos ano-modelo 2012 já são equipados com sistemas de injeção direta ainda mais sofisticados. Como os veículos à gasolina ainda são maioria nas vendas nos mercados dos EUA, tais tecnologias respondem pela maior parte da economia de combustível e das reduções de emissões de gases de efeito estufa já obtidas, sendo ainda pequena a contribuição das tecnologias alternativas.

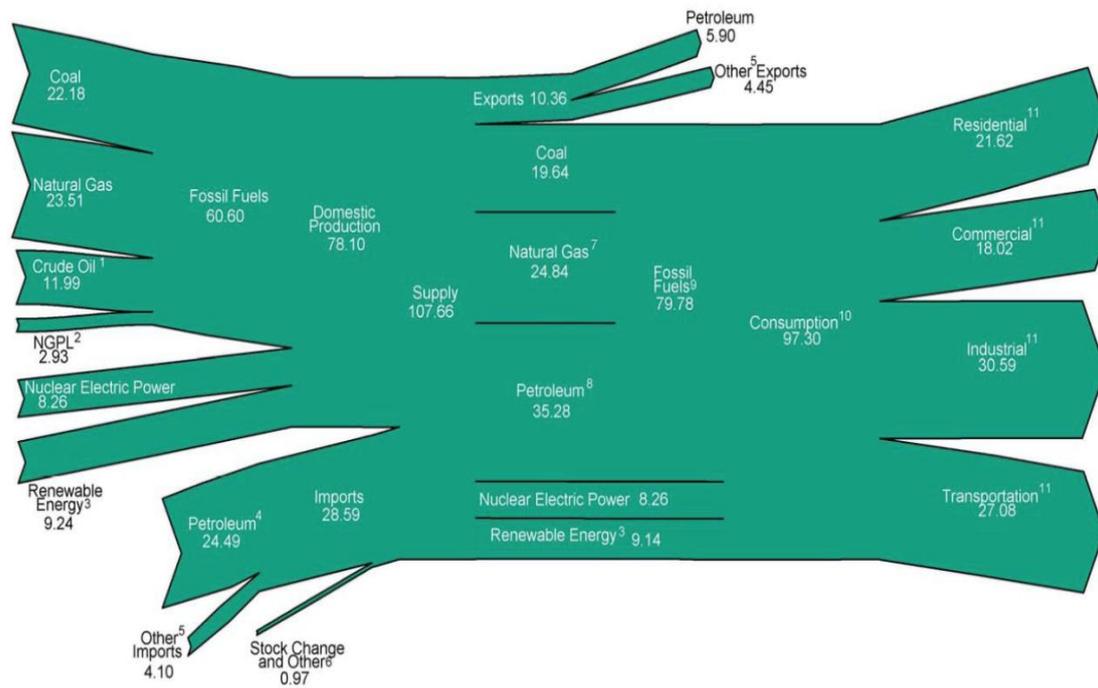
Conforme poderá ser visto ao longo do presente estudo, as políticas energética, ambiental, de relações exteriores, industrial e de ciência, tecnologia e inovação se entrelaçaram para a consecução dos objetivos do governo federal norte-americano. Ações em cada uma destas esferas contribuíram, de forma decisiva, para o aumento da eficiência energética dos veículos obtido ao longo dos últimos anos no país.

O item 1 apresenta uma visão geral da matriz energética norte-americana, dando destaque para o setor de transportes e o modal rodoviário, onde ocorrem as inovações tecnológicas abordadas neste estudo. No item 3 as tecnologias automotivas abordadas são apresentadas e brevemente descritas. No item 4, são investigadas as principais leis e regulamentações (federais e estaduais), e no item 5 a evolução da indústria automobilística americana nas últimas décadas é apresentada. No item 6 são investigados os incentivos dados pelos governos federal e estaduais dos EUA, com o objetivo de tornar as novas tecnologias mais competitivas e facilitar seus acessos ao mercado interno. No item 7, é feito um breve relato sobre os ganhos obtidos em termos econômicos, energéticos e ambientais, já estimados por diversas instituições do governo americano. Finalmente, o item 8 apresenta as conclusões e recomendações decorrentes das informações obtidas.

2. A MATRIZ ENERGÉTICA DOS ESTADOS UNIDOS

A matriz energética dos EUA está fundamentada em fontes fósseis (carvão, petróleo e gás natural) cujo consumo totaliza 82% da oferta de energia interna de energia. Em 2011, o petróleo e seus derivados respondiam por 33% da oferta de energia primária e por 85% da energia primária importada pelo país. O fluxo de energia total dos EUA em 2011 encontra-se resumido na Figura 1. Nela, pode-se observar a produção doméstica de energia (na extremidade esquerda), as importações, agregadas por fonte e as exportações de petróleo e de outros energéticos. Na parte central da figura, é mostrada a Oferta Interna de Energia nos EUA. Do lado direito, é apresentado o consumo total de energia e na extremidade direita é apresentado o consumo final desagregado por setor econômico.

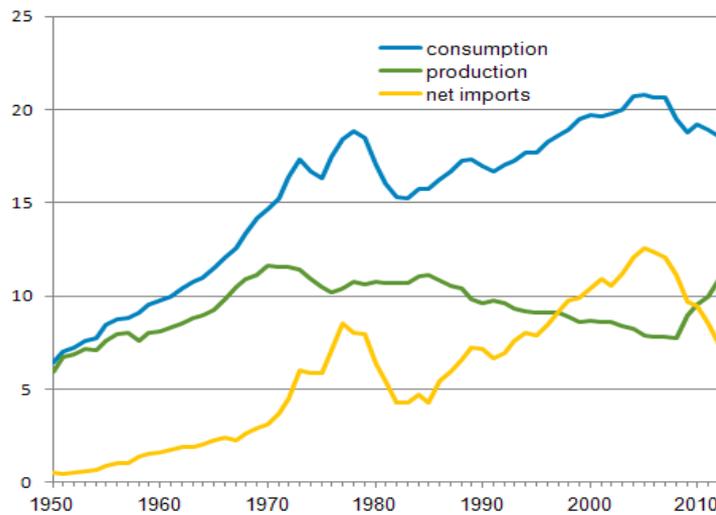
Figura 1. Fluxo de Energia Total nos Estados Unidos da América em 2011



Fonte: EIA/DOE, 2012.

Em 2012, os EUA consumiram, em média, 18,6 milhões de barris de petróleo por dia, fazendo do país o maior consumidor individual do energético, e, deste total, cerca de 40% foram importados (petróleo e derivados de petróleo). O país importou 11,0 milhões de barris por dia de petróleo e derivados, exportou 3,1 milhões de barris por dia, e desta forma, as importações líquidas no mesmo ano corresponderam a 7,4 milhões de barris por dia, em 2012. Os países que mais exportaram petróleo e derivados para os EUA foram o Canadá (28%), seguido pela Arábia Saudita (13%), México (10%), Venezuela (9%) e Rússia (5%), em 2012. A Figura 2 mostra o consumo, a produção líquida e as importações de petróleo nos Estados Unidos, no período de 1950 a 2010.

Figura 2. Consumo de petróleo e derivados, produção e importação líquida nos EUA (milhões de barris/dia)



Fonte: EIA/DOE, 2012.

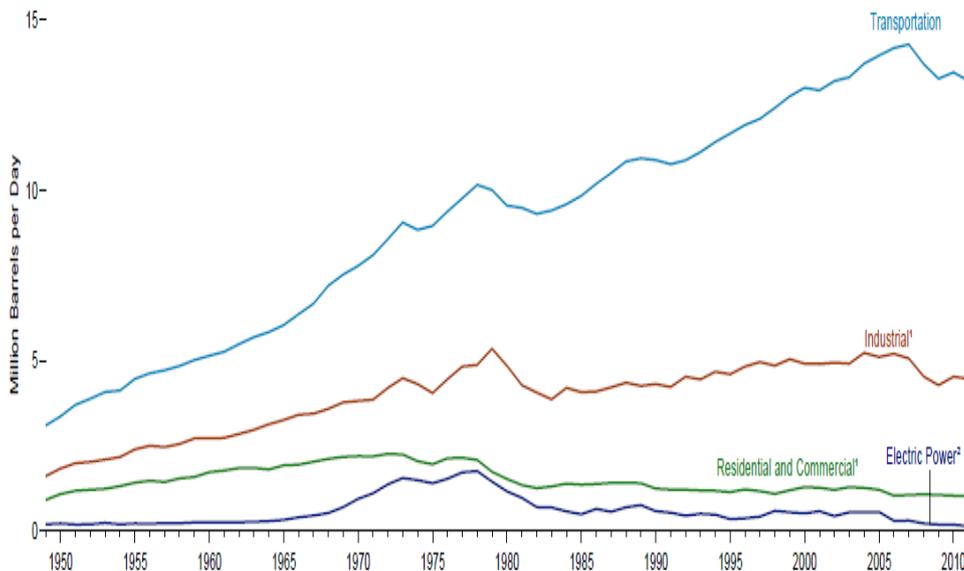
Desde o pico verificado em 2005, houve um declínio nas importações, que se deveu a diversos fatores, entre os quais se destacam a redução da demanda e mudanças nos padrões de consumo da população americana. A crise econômica de 2008, melhorias na eficiência do consumo energético das máquinas e equipamentos, mudanças no comportamento dos consumidores e mudanças nos padrões de crescimento econômico ocasionaram o declínio verificado. Ao mesmo tempo, houve o aumento do consumo interno de biocombustíveis (etanol e biodiesel) em decorrência do estabelecimento, por parte do governo federal, de mandatos de mistura, além de ganhos na produção doméstica de cru e na eficiência do seu processamento nas refinarias. Adicionalmente, houve também um aumento do número das plantas de líquidos de gás natural, o que expandiu a oferta das frações líquidas do energético, reduzindo, desta forma, a necessidade de importações de alguns derivados. Desta forma, a dependência externa por petróleo³ apresentou uma ligeira queda na última década. A razão, que em 2008, era de 65%, passou para 55% em 2012.

2.1. O SETOR DE TRANSPORTES

Os Estados Unidos são, atualmente, o maior consumidor de energia para o setor de transportes entre os países da OCDE. O setor de transportes norte-americano responde atualmente por mais de 28% do consumo de energia primária do país, sendo o segundo maior consumidor setorial do país (perde apenas para o setor industrial, que responde por 31% do total)(EIA/DOE, 2012).

Em termos de petróleo e seus derivados, o setor de transportes respondeu, em 2011, por 71% do consumo total do país, que alcançou 35,28 quatrilhões de BTU. Destes, 24,49 quatrilhões de BTU (ou 69,4%) foram importados. Em outras palavras, o volume de petróleo importado pelos EUA neste mesmo ano foi quase que totalmente direcionado ao abastecimento deste setor da economia. Tais números tornam o setor de transportes absolutamente estratégico quando da necessidade de cortes nacionais de consumo. A Figura 3 mostra o consumo de energia por setor nos Estados Unidos.

Figura 3. Consumo de Petróleo por Setor da Economia nos EUA

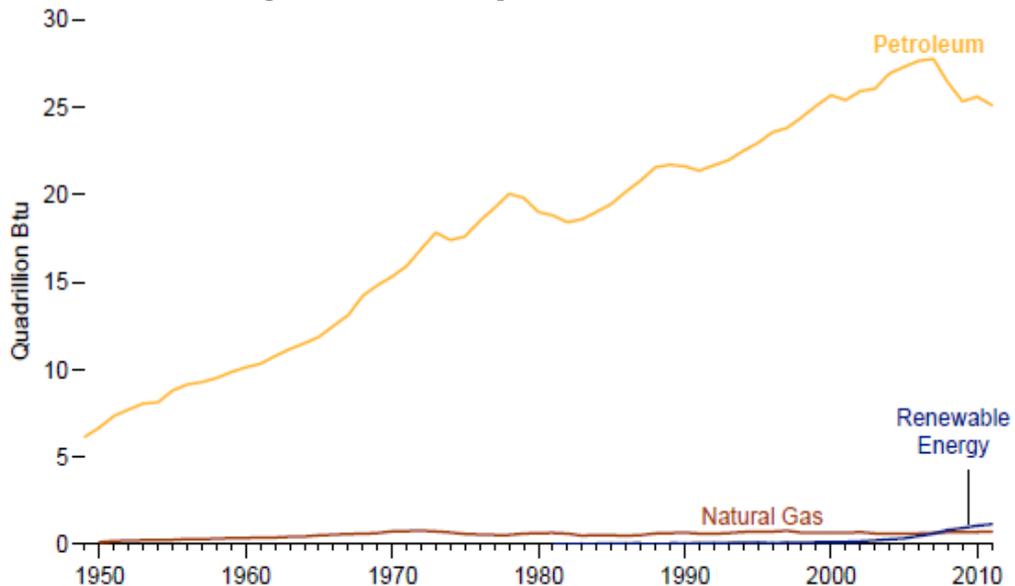


Fonte: EIA/DOE, 2012.

A Figura 4 mostra a evolução, por fonte, do consumo de energia do setor de transportes, no período de 1950 a 2011. Verifica-se que a substituição por combustíveis renováveis somente começa a se tornar perceptível a partir do início dos anos 2000, sendo irrisória até então.

³Definida no presente texto como a razão entre as importações líquidas e o total do petróleo produzido no país.

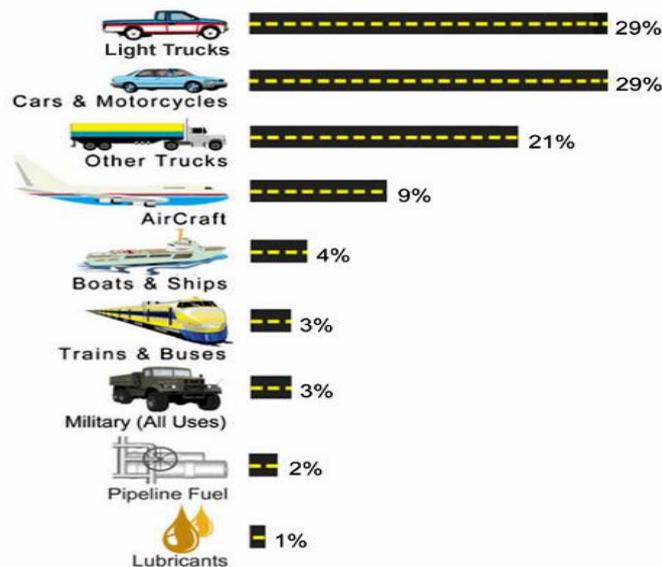
Figura 4. Consumo de Energia no Setor de Transportes dos EUA



Fonte: EIA/DOE, 2012.

Em 2011, 58% do consumo de energia do setor de transportes era relativo aos veículos leves (veículos leves de passageiros e caminhões leves) e 21%, aos veículos pesados (outros tipos de caminhões), representando quase 80% do total (EIA/DOE, 2012). A Figura 5 apresenta o consumo de derivados de petróleo no setor de transportes dos Estados Unidos, por tipo de veículo, abrangendo todos os modais de transporte.

Figura 5. Consumo de Petróleo no Setor de Transportes nos EUA por Tipo de Veículo



Fonte: EIA/DOE, 2012.

A gasolina e o óleo diesel são os principais combustíveis da matriz de transportes dos EUA (respondendo por 65% e 20% do consumo total⁴ deste setor, respectivamente). Os veículos leves de

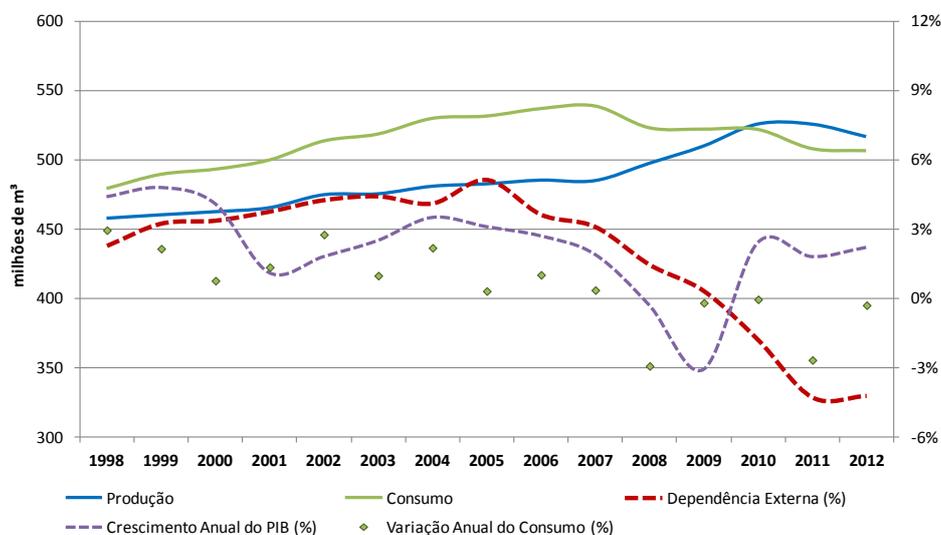
⁴Quando medidos em base volumétrica e não energética. Os EUA também incluem o consumo de óleos lubrificantes no consumo de energia do setor de transportes, diferentemente do Balanço Energético Nacional que agrega este consumo na categoria de "Usos não Energéticos".

passageiros são movidos à gasolina, enquanto que os caminhões são movidos a diesel, mas o transporte de cargas é feito essencialmente através de modal ferroviário.

A gasolina tem apresentado queda no consumo desde 2008, em função, especialmente das novas tecnologias de motorização que chegaram ao mercado automobilístico americano nos últimos anos, e que serão brevemente detalhadas mais adiante, no próximo item. Além disso, a restrição dos padrões de consumo exigidos para os veículos leves comercializados nos EUA, também contribuíram para a redução do consumo do energético e serão apresentadas no item 4 do presente estudo.

Paralelamente, a produção do combustível expandiu-se até 2010, quando ultrapassou, em volume, o consumo. Desde então, as exportações de gasolina superaram as importações. O histórico da produção, do consumo e da dependência externa resultante é mostrado na Figura 6. No caso da gasolina, a dependência externa é definida como a razão entre as importações líquidas do produto e o total de gasolina consumido no país.

Figura 6. Produção, Consumo e Dependência Externa por Gasolina nos EUA

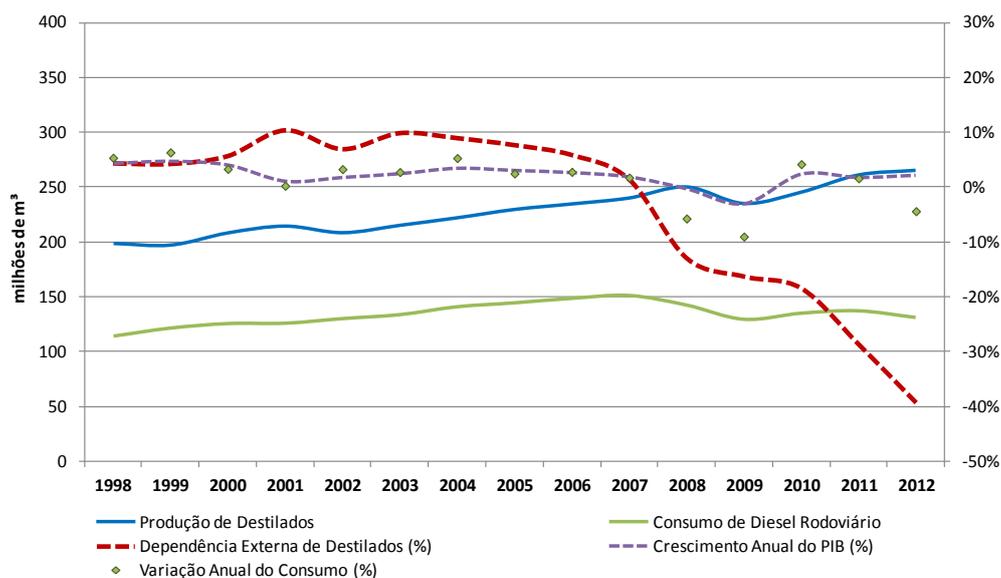


Fonte: EIA/DOE, 2012.

O consumo de óleo diesel historicamente apresentava variações anuais próximas às do PIB, tendo, entretanto, registrado quedas expressivas no consumo nos anos no período de 2008 a 2012, em virtude da recessão acarretada pela crise econômica de 2008. Uma vez mais, a restrição dos padrões de consumo exigidos para os veículos pesados comercializados nos EUA, também contribuíram para a redução do consumo do energético e serão apresentadas no item 4 do presente estudo.

Desde 2008, os EUA são exportadores líquidos de destilados – fração que inclui outros derivados além do diesel, tais como os óleos combustíveis destinados à calefação e à geração elétrica. Na Figura 7, estão representadas as curvas de produção e de consumo, além da dependência externa resultante. No caso do óleo diesel, a dependência externa foi definida como a razão entre as importações líquidas de destilados (óleo diesel e óleos combustíveis diversos, pois não há dados desagregados para o óleo diesel) e o total de óleo diesel consumido no segmento rodoviário do setor de transportes norte-americano.

Figura 7. Produção, Consumo e Dependência Externa por Óleo Diesel nos EUA



Fonte: EIA/DOE, 2012.

3. NOVAS TECNOLOGIAS AUTOMOTIVAS

Nos Estados Unidos, além dos veículos *flex fuel*, são comercializados atualmente três tipos de veículos com tração alternativa: os Híbridos (convencionais e *plug in*), os Elétricos e os movidos a Célula Combustível (*fuel cell*).

Os veículos híbridos são divididos em duas classes, de acordo com a possibilidade, ou não, de carga de suas baterias na rede de eletricidade: os híbridos puros e os híbridos “*plug-in*”.

O veículo híbrido puro é equipado com dois motores, um de combustão interna, utilizando gasolina, etanol ou diesel, e outro elétrico. Tais veículos contam com uma bateria especial que pode alimentar sozinha o motor elétrico por um determinado tempo. Os dois motores podem estar dispostos em série ou em paralelo. No híbrido em série o motor a combustão interna serve somente para alimentar um gerador elétrico, que carrega a bateria que posteriormente poderá ser utilizada para alimentar o motor elétrico, ou alimenta diretamente o motor elétrico. No veículo híbrido em paralelo, os dois motores, o a combustão interna e o elétrico, acionam a transmissão ao mesmo tempo.

Em um veículo híbrido em paralelo a aceleração é interpretada por um computador. Ao receber essa informação ele define se vai ser necessária maior potência, que será solicitada ao motor à gasolina ou então menor potência, que será solicitada ao motor elétrico. A grande diferença do carro híbrido, na verdade, é fazer uma combinação entre os dois motores para obter uma grande economia de combustível, ao mesmo tempo em que reduz de forma significativa a emissão de poluentes e de gases de efeito estufa.

A diferença dos motores híbridos *plug-in* para os híbridos convencionais é que os primeiros possuem uma bateria de maior capacidade, que é capaz de fornecer energia para o motor elétrico por mais tempo que as dos híbridos puros, e que podem ser recarregadas diretamente na rede elétrica, oferecendo a possibilidade de o veículo ser utilizado somente com energia elétrica da rede para trajetos curtos (por exemplo, de 17,6 km para o modelo Prius da Toyota e 64 km para o Volt, da Chevrolet).

Nos dois tipos de veículos híbridos mencionados anteriormente, também ocorre a recuperação da energia que seria dissipada durante a frenagem, que serve para gerar energia elétrica para a recarga da bateria. Ademais, ao se parar o veículo, os dois motores se desligam automaticamente, voltando a funcionar assim que o motorista aciona o acelerador.

Os veículos movidos exclusivamente à energia elétrica são similares aos híbridos do tipo *plug-in*, sendo que somente são equipados com um motor elétrico e uma bateria de alta capacidade, carregada na rede elétrica, que permite que rodem até 160 km com uma carga (um bom exemplo é o modelo *Leaf*, da Nissan).

Nos veículos movidos à célula combustível utilizam-se o hidrogênio e o oxigênio como combustíveis. Os gases passam através de uma membrana semipermeável (*Fuel Cell Stack*) que converte o hidrogênio estocado no veículo, juntamente com o oxigênio do ar, em água e energia elétrica. A última alimenta o motor elétrico que move o veículo. Nos EUA, 95% do hidrogênio produzido vem da reforma do gás natural, que pode ser obtido a partir de fontes como: metanol, etanol, carvão, etc. Pode ser também obtido a partir da eletrólise da água utilizando energia elétrica gerada por fontes convencionais (hidroeletricidade, nuclear, carvão, gás natural) e também por fontes alternativas (solar, eólica, geotérmica etc.). Atualmente existem alguns modelos de veículos propelidos a célula combustível sendo comercializados através de *leasings* nos EUA. Um exemplo é o Honda FCX Clarity, que é o primeiro veículo deste tipo a ser produzido em série no mundo, apesar de ainda não ser produzido em escala comercial.

4. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÕES

Os Estados Unidos possuem uma série de leis e regulamentações federais e estaduais que requereram, de forma direta ou indireta, ao longo de sua implantação, a eficiência da frota veicular que circula no país.

Em termos federais, o início das legislações americanas relativas a combustíveis alternativos e à economia de combustíveis, data do ano de 1970, com a promulgação do *Clean Air Act*, que criou iniciativas para reduzir as fontes móveis de poluentes atmosféricos. Em 1975, o *Energy Policy and Conservation Act* estabeleceu o CAFE – *Corporate Average Fuel Economy*, que estabelecia padrões de consumo e requeria a divulgação de informações sobre consumo veicular para os consumidores. Com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de veículos movidos a combustíveis alternativos, em 1988 foi promulgado o *Alternative Motor Fuels Act*, que concedia incentivos aos fabricantes sob a forma de créditos vinculados aos padrões CAFE.

Em 1991, foi promulgado o *ISTEA – Intermodal Surface Transportation Efficiency Act*, que lançou as fundações para diversos programas destinados à construção de estradas e melhoria de sua segurança. Os subsequentes *Surface Transportation Acts* incluem diversas leis federais (de 1998 e 2005) que concederam fundos para a construção de estradas, ampliação de sua segurança e para programas de transporte público.

O *Energy Policy Act* de 1992 estabeleceu regulamentações requerendo que certos fornecedores de frotas governamentais construíssem um inventário de veículos alternativos. Sofre várias emendas no *Energy Conservation and Reauthorization Act* de 1998 e em 2005, pelo *Energy Policy Act* de 2005, legislação que enfatizou o uso de combustíveis alternativos e o desenvolvimento de infraestruturas para os mesmos.

Em 2007, o *Energy Independence and Security Act* incluiu provisões para ampliar a oferta de fontes renováveis de combustíveis e elevou os padrões CAFE para 35 mpg⁵ até 2020. O *Emergency Economic Stabilization Act* autorizou o *Energy Improvement and Extension Act* de 2008, que concedeu créditos tributários e isenções para combustíveis alternativos e para tecnologias eficientes.

Em 2009, o *American Recovery and Reinvestment Act* destinou quase US\$ 800 bilhões para a criação de empregos, renúncias tributárias, educação, saúde, infraestrutura e independência energética e tecnologias de energias renováveis, com o objetivo de enfrentar a crise econômica de 2008.

⁵Uma milha por galão é equivalente a 0,43 quilômetro por litro, medida mais utilizada para o cálculo do consumo veicular no Brasil. Uma milha americana é equivalente a 1.609 metros.

Em 2010 e em 2012, o *Tax Relief Unemployment Insurance Reauthorization and Job Creation Act* e o *American Taxpayer Relief Act*, respectivamente, restabeleceram e estenderam certo número de créditos tributários para combustíveis alternativos.

Em termos estaduais, as leis e regulamentações são bem diversas, uma vez que o país possui dimensões continentais distribuídas por cinquenta estados com especificidades políticas, econômicas e ambientais.

Os próximos itens detalham as legislações mais relevantes em nível federal e alguns destaques em nível estadual.

4.1. CORPORATIVE AVERAGE FUEL ECONOMY – CAFE

Em 1975, através do *Energy Policy and Conservation Act*, o congresso norte-americano estabeleceu padrões máximos de consumo para os veículos leves de passageiros (para os anos-modelo a partir de 1978), em resposta ao embargo do petróleo dos países árabes ocorrido em 1973.

No mesmo ano, o programa CAFE – *Corporate Average Fuel Economy* – teve início, com o objetivo de promover a redução do consumo específico de carros e caminhões leves (pick-ups, minivans e SUVs), através do estabelecimento de padrões de consumo veiculares. A meta inicial era dobrar a eficiência energética destes veículos num período de 10 anos, atingindo o consumo médio de 27,5 mpg (~11,7 km/l), e a NHTSA – *National Highway Traffic Safety Administration* (parte do Departamento de Transportes – *Department of Transportation* – DOT) – recebeu a incumbência de fixar padrões de consumo para os veículos contemplados no programa.

A Lei de Economia de Combustível também deu à NHTSA a autoridade de propor metas mais restritas que os 27,5 mpg (~11,7 km/l) para os veículos de passageiros, o que, entretanto, poderia ser vetado pelo senado. À EPA – *Environmental Protection Agency* – coube a determinação dos procedimentos de teste e das metodologias de cálculo, com o objetivo de medir os consumos e verificar seu atendimento.

Desde a promulgação da lei, durante a década de 80, o consumo médio de combustível foi sendo reduzido de forma consistente. Entre 1975 e 1985, o consumo médio dos veículos de passageiros passou de 13,5 mpg (~5,7 km/l) para 27,5 mpg (~11,7 km/l), enquanto que o dos caminhões leves passou de 11,6 mpg (~5 km/l) para 19,5 mpg (~8,3 km/l), sinalizando o sucesso da adoção dos padrões de consumo.

Entretanto, entre 1987 e 2006, as melhorias na eficiência no consumo de combustível ficaram estagnadas e ao final deste período as médias norte-americanas eram piores do que as de muitos países em desenvolvimento. Tal fato se deu especialmente em função das pressões das maiores montadoras norte-americanas, Chrysler, Ford e General Motors, sobre as administrações de Ronald Reagan e George Bush.

Entre 1985 e 2004, mudanças nos modais de transporte, primariamente de rodoviário para aéreo, reduziram levemente o consumo de energia no setor de transportes⁶. Entretanto, a mudança mais significativa verificada neste período foi na proporção da participação do mercado entre caminhões leves e veículos de passageiros, o que contribuiu para um aumento de 2,2% no consumo de energia do transporte total de passageiros pelo modal rodoviário. Os caminhões leves contabilizavam 50% das vendas de veículos no início da década de 80, e, em 2002, os caminhões leves ultrapassaram a liderança de vendas dos veículos leves nas vendas totais, iniciando um novo paradigma de consumo da sociedade norte-americana.

Entre 1990 e 2005, o DOT, através da NHTSA, foi proibido por lei de restringir os padrões CAFE de eficiência veicular, o que acarretou que os Estados Unidos tivessem a pior média de consumo de energia por milha trafegada entre os países da OCDE, juntamente com o Canadá, país cujos padrões veiculares e indústria automotiva estão basicamente atrelados ao modelo industrial adotado nos EUA.

⁶O transporte aéreo é mais eficiente do ponto de vista energético do que o rodoviário, se considerarmos o passageiro/quilômetro*tempo transportado.

Muitas modificações e melhorias tecnológicas ocorreram nos motores entre 1986 e 2006. Contrariamente ao esperado, tais avanços foram utilizados prioritariamente com o objetivo de se projetar veículos maiores e com maiores potências, e não somente com foco na melhoria de seus consumos de energia.

Em 2002, a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos publicou um estudo declarando que os carros e caminhões poderiam atingir um consumo médio de 37 mpg (~15,7 km/l) num período de 10 a 15 anos, sem sacrifícios ao seu desempenho nem à segurança. Os autores deste estudo também estimaram que o país, naquele momento, economizava 2,7 milhões de barris de gasolina por dia, em virtude da adoção dos padrões do CAFE.

De acordo com o EIA/DOE, cerca de 60% do petróleo cru e dos derivados consumidos no país entre março de 2005 e março de 2006 (12,4 milhões de barris por dia) eram importados. Naquele momento, a um custo de US\$ 74,00/barril, os cidadãos norte-americanos remetiam US\$ 600 mil dólares por minuto aos países exportadores de petróleo.

Diante de tal contexto, em dezembro de 2007, o congresso aprovou novas metas para os padrões de economia de combustível. Uma parte do *Energy Independence and Security Act* (EISA) de 2007, se referia à elevação das metas de economia de combustível, em cerca de 40%, para carros, SUVs e pick-ups, para cerca de 35 mpg (~14,8 km/l) em 2020.

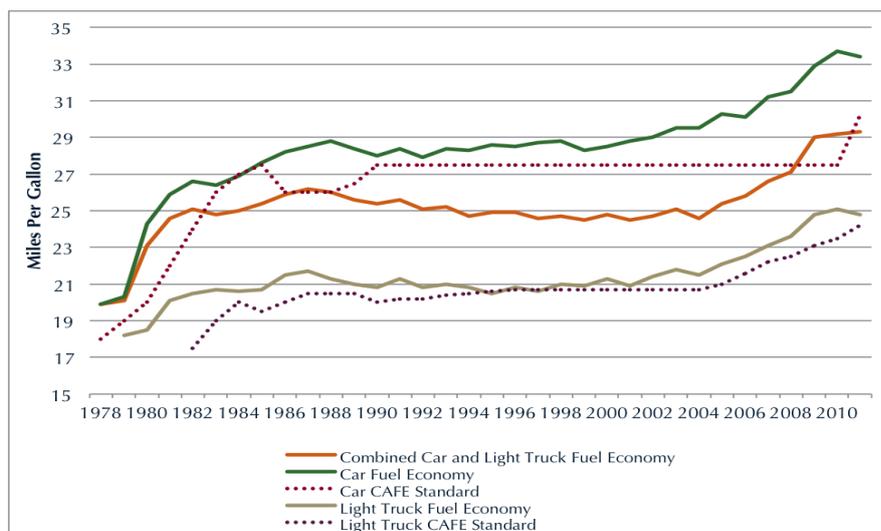
Em 2009, a administração Obama acelerou a adoção dos novos (e mais restritos) padrões do CAFE. As regras da EPA/NHTSA passaram a ser válidas para os veículos ano-modelo 2012 a 2016, o que requereu uma milhagem mínima por galão de 35,5 mpg (~ 15 km/l) até 2016. Uma melhora de 5% ao ano foi também determinada, o que terá como consequência para os veículos leves uma milhagem mínima por galão de 39 mpg (~ 17 km/l) e para os caminhões leves, 49 mpg, ao final do período (~21 km/l).

Em 2010, foram propostos padrões CAFE também para caminhões de carga média e pesada. O programa foi concebido com o objetivo de economizar 500 milhões de barris de petróleo e evitar a emissão de 250 milhões de toneladas de dióxido de carbono nos seus primeiros cinco anos. Os veículos contemplados nos novos padrões foram divididos em categorias: metas de 20% de aumento da eficiência no consumo para tratores, 10% para vans e caminhões à gasolina, 10% para caminhões e vans a diesel e para veículos profissionais tais como betoneiras e caminhões basculantes.

Para o futuro, a administração federal já considera a adoção de padrões de consumo, ainda mais restritos. A EPA prevê o estabelecimento de padrões de consumo na faixa de 47 (~20 km/l) a 62 mpg (~26,4 km/l) para os carros e caminhões leves anos-modelo 2017 a 2025, o que refletirá uma melhoria anual de 3-6% no consumo de combustível.

A Figura 8 mostra a evolução do consumo médio de combustível das frotas norte-americanas de veículos e caminhões desde o início do CAFE, em 1975, até 2010. Pode-se observar claramente o período de estagnação anteriormente mencionado, entre 1987 e 2006, e a retomada, desde então, das melhorias progressivas dos padrões mínimos de consumo de combustível.

Figura 8. Evolução do consumo médio de combustível por veículo/ano-modelo: carros e caminhões leves e padrões CAFE, no período de 1978 a 2010



Fonte: EPA, 2012.

4.2. ENERGY INDEPENDENCE AND SECURITY ACT, 2007 (EISA)

Em 2007, foi promulgado o *Energy Independence and Security Act* – EISA, lei federal cujos objetivos eram dar aos Estados Unidos maior independência e segurança energética, incrementar a produção de combustíveis limpos e renováveis, proteger os consumidores, aumentar a eficiência dos produtos, edifícios e veículos, promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico no setor de energia, implantar estratégias de captura e armazenamento de gases de efeito estufa e melhorar o desempenho energético do governo federal (EISA, 2007).

No que diz respeito especificamente ao setor de transportes, quatro pontos foram contemplados no EISA, considerando os temas mais relevantes mencionados anteriormente: os combustíveis renováveis (através do *Renewable Fuels Standard*), restrição nos padrões do CAFE (já detalhada no item anterior), regulamentações estaduais e restrições de emissões de carbono.

Nos Estados Unidos, as legislações são bastante diferentes em nível estadual, o que ocasiona diferentes percentuais para misturas obrigatórias de biocombustíveis, além de políticas com diferentes objetivos e interesses. Por exemplo, o foco em qualidade do ar e em combustíveis com baixas emissões de carbono no Estado da Califórnia e no apoio às economias agrícolas dos estados do meio oeste, além do GNV como vetor de demanda para o gás não convencional.

4.3. CAFE – PADRÕES DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (EPA E NHTSA)

Em 2007, com a promulgação do EISA, passaram também a ser determinados pela EPA padrões máximos de emissão de gases de efeito estufa para os veículos leves novos, expressos em gramas de CO₂ equivalente por milha percorrida. Os padrões são determinados de acordo com o *Clean Air Act*, outras regulamentações federais e estaduais e com os padrões do CAFE estabelecidos pela NHTSA.

Para a sua primeira fase, a EPA determinou um padrão de 250 miligramas de CO₂ eq. por milha para a média das vendas, a partir dos veículos ano-modelo 2016. Este valor estava harmonizado com os padrões de consumo de combustível estabelecidos pela NHTSA, para o mesmo período, isto é, 34,1 mpg (~14,5 km/l) para os anos-modelo 2016.

Para a segunda fase, a EPA e a NHTSA desenvolveram um programa nacional coordenado. A segunda fase foi desenhada para os veículos de 2017 a 2025 (sempre se referindo ao ano-modelo), e o novo padrão de emissão será de 163 gramas de CO₂ eq. por milha percorrida ao final do período, o que

corresponde a uma milhagem mínima de 54,5 mpg (~23,1 km/l), caso os padrões sejam alcançados exclusivamente com melhorias de eficiência no consumo.

É importante notar que não são estabelecidos padrões de emissões para os veículos individualmente. Na verdade, os fabricantes são sujeitos a uma média corporativa de padrões para os veículos leves de passageiros e para os caminhões leves. Os padrões são determinados a partir das metas para as emissões de CO₂ e das curvas de produção esperadas para os veículos destinados à venda nos Estados Unidos (exclusive exportações).

O objetivo do governo federal é que os fabricantes atendam às metas simultaneamente, produzindo uma frota que cumpra com os requisitos mínimos de consumo e máximos de emissões de GEE, ofertando aos consumidores uma grande gama de veículos entre os quais possam escolher os que melhor lhes atendam.

4.4. AMERICAN RECOVERY AND REINVESTMENT ACT OF 2009

O *American Recovery and Reinvestment Act* – ARRA – foi promulgado pelo Presidente Barack Obama em 17 de fevereiro de 2009, com o objetivo de incentivar a criação e a preservação de empregos, através de investimentos públicos em infraestrutura, eficiência energética e ciência e tecnologia, entre outros. A lei foi promulgada em resposta à recessão que teve início no país após a crise econômica de 2008.

Os recursos liberados pelo ARRA propiciaram a execução de diversos projetos de combustíveis alternativos e tecnologias veiculares avançadas, através da concessão de crédito, renúncia fiscal, financiamento de frotas cativas, entre outros instrumentos. Foram liberados US\$ 800 milhões apenas para projetos relacionados a biocombustíveis e biomassa.

O ARRA ofereceu recursos de financiamento e benefícios fiscais para diversos setores da economia, entre os quais o setor de energia, para os segmentos de energias renováveis e eficiência energética. Neste âmbito, o DOE alocou parte dos recursos recebidos no Programa de Veículos movidos a Combustíveis Alternativos. Os recursos recebidos foram utilizados para a aquisição de veículos movidos a combustíveis alternativos, veículos à célula combustível e veículos híbridos e também para o desenvolvimento de infraestruturas de abastecimento necessárias à continuidade do programa num segundo momento, sem o apoio do governo federal. Os beneficiários foram governos estaduais, locais e autoridades metropolitanas de transporte. Os recursos oferecidos foram da ordem de US\$ 15 milhões (EPA, 2009).

Em termos de incentivos fiscais, inicialmente o ARRA expandiu o crédito previamente existente para a aquisição de veículos elétricos para US\$ 2.500,00 mais US\$ 417,00 para cada kWh excedente de capacidade das baterias, acima de 5 kWh, até um limite máximo de US\$ 5.000,00 por veículo. Por exemplo, se um veículo elétrico qualificado para receber o crédito possuísse uma bateria com 8 kWh de capacidade de armazenamento, o crédito para a aquisição do veículo seria de US\$ 3.751,00 (=US\$ 2.500 + 3*US\$ 417,00).

Para veículos adquiridos após 31 de dezembro de 2009, as regras foram modificadas. Para serem qualificados ao crédito, os veículos passaram a ter de ser novos, de no mínimo quatro rodas, com um peso mínimo de 14.000 libras e possuírem baterias de, no mínimo, 4 kWh de capacidade de armazenamento, recarregáveis em fontes externas. O limite máximo de crédito foi elevado para US\$ 7.500,00, mantendo-se a variação em função da capacidade da bateria. Os créditos concedidos a um fabricante específico seriam reduzidos após a venda de 200.000 unidades do veículo (IRS, 2013).

O ARRA também proporcionou recursos significativos para o desenvolvimento tecnológico e da capacidade de produção doméstica de baterias de lítio, destinadas a equipar os veículos elétricos.

4.5. LEGISLAÇÕES E REGULAMENTAÇÕES ESTADUAIS

Conforme mencionado anteriormente, os EUA há legislações bastante diferentes em nível estadual, que somente podem ser mais restritivas do que as federais. Desta forma, diferentes estados praticam

diferentes percentuais para misturas obrigatórias de biocombustíveis, além de políticas setoriais com objetivos e interesses diversos, a depender do foco estratégico de cada governo.

Tradicionalmente, o Estado da Califórnia tem sido o mais rigoroso estado americano em termos de regulamentações ambientais. Um dos principais focos de suas políticas é a melhoria da qualidade do ar e a redução das emissões dos gases de efeito estufa. Há políticas de descontos tributários progressivos para a aquisição de biocombustíveis para frotas cativas, e incentivos diversos para a produção e a aquisição de veículos de motorização alternativa (os incentivos financeiros são destinados aos fabricantes, consumidores, proprietários de frotas e também às instituições acadêmicas que desenvolvem as tecnologias).

O Estado do Texas, que ainda ocupa a primeira posição na produção de petróleo do país, oferece isenção tributária ao etanol e ao biodiesel misturados à gasolina e ao óleo diesel, respectivamente. As instituições do governo do estado têm de, obrigatoriamente, adquirir veículos movidos a combustíveis alternativos, a saber: etanol em misturas superiores ao E85, biodiesel em misturas superiores ao B20, GNV, GLP ou eletricidade (nesta categoria os veículos híbridos *plug in* estão incluídos). São exceções as frotas da polícia e do corpo de bombeiros.

Alternativamente, os estados do meio oeste orientam suas políticas para o apoio aos produtores agrícolas, e, conseqüentemente, à utilização dos biocombustíveis. Já os estados produtores de gás natural não convencional adotaram políticas de incentivo à utilização do GNV como combustível veicular alternativo, com o objetivo de criar demanda para o energético após a recente revolução do *shale gas*.

Também é importante mencionar que 46 dos 50 estados americanos mantêm políticas de incentivos à aquisição e ao uso de veículos elétricos e híbridos, que vão desde a concessão créditos para a compra, de privilégios em relação a registros para estacionamento, até a dispensa de inspeção veicular (emissões) e redução de impostos.

4.6. RENEWABLE FUELS STANDARD

Em 2005 foi promulgado o *Energy Policy Act* e, sob ele, o *Renewable Fuels Standard Program* – RFS entrou em vigor, estabelecendo o primeiro mandato de mistura de biocombustíveis em combustíveis fósseis dos Estados Unidos. O programa foi concebido com a colaboração de refinadores de petróleo, produtores de biocombustíveis e outros atores de expressão setorial, tendo determinado a substituição de 2,78% da gasolina comercializada em território americano (em 2006) por biocombustíveis.

O principal objetivo do RFS é contribuir para a garantia da oferta de energia e redução da dependência externa por petróleo dos EUA, através do incremento da produção de biocombustíveis. Para tanto, foram estabelecidas quatro áreas prioritárias de ações:

- **Definição de Biocombustíveis e Especificação de Mandatos de Mistura;**
- **Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico:** etanol celulósico, eficiência energética de biorrefinarias, biomassa de algas, uso de biogás, otimização de veículos *flex fuel* para o uso do E85⁷, criação de centros de pesquisa em bioenergia, entre outros;
- **Infraestrutura:** distribuição, definição de especificações de qualidade, estudo de viabilidade da construção de dutos de etanol;
- **Salvaguardas Ambientais:** renúncia fiscal para os biocombustíveis.

O RFS criou um sistema de comercialização de certificados de biocombustíveis, no qual as partes obrigadas (tipicamente, refinadoras ou companhias distribuidoras de combustíveis) devem apresentar certificados que comprovem o cumprimento de suas obrigações de mistura (*Renewable Volume Obligation* – RVO), determinado pelo RFS e variável a cada ano.

O RVO de cada agente de mercado é o volume de combustível renovável que este é obrigado a vender, com base no percentual das suas vendas totais de combustíveis e nas metas do RFS para cada ano. Os certificados de aquisição de combustíveis renováveis são denominados RINs – *Renewable*

⁷Mistura de etanol e gasolina que contém de 51% a 85% de etanol, dependendo do estado e da estação do ano (nos EUA).

Identification Numbers – e, para cada galão de biocombustível produzido ou importado em território americano, um RIN é gerado. O RIN é identificado por um número de 38 dígitos, com cada grupo de dígitos tendo um significado, incluindo o ano em que foi gerado, o produtor e o tipo de biocombustível ao qual se refere. Os RINs somente são válidos no ano de sua geração. Entretanto, no ano seguinte, um percentual máximo de 20% do ROV pode ser comprovado com os RINs adquiridos no ano anterior. A EPA utiliza os RINs para acompanhar o fluxo dos biocombustíveis ao longo da cadeia de distribuição, permitindo o monitoramento dos mandatos de mistura estabelecidos pelo RFS. Os RINs podem ser vendidos ou comprados livremente pelas partes obrigadas.

Dois anos mais tarde, em 2007, o EISA reviu e expandiu o RFS, iniciando a segunda fase do programa, que foi denominada RFS2. O RFS2 determinou que certo percentual dos combustíveis de transporte comercializados nos EUA fosse substituído por biocombustíveis. Incluiu a substituição do óleo diesel, além da gasolina, aumentando desta forma o volume de combustíveis renováveis requerido de 9 bilhões de galões em 2008 para 36 bilhões de galões em 2022, o que representará cerca de 7% do consumo nacional dos dois energéticos.

O RFS2 também estabeleceu novas categorias de combustíveis renováveis (para serem classificados em cada uma das categorias, os biocombustíveis devem apresentar uma redução mínima nas emissões de GEE, em relação aos produtos fósseis que substituem), e fixou metas de volumes a serem comercializados para cada um deles (combustível renovável⁸, biocombustível avançado⁹, diesel de biomassa¹⁰ e biocombustível celulósico¹¹). Determinou um volume mínimo de vendas para cada um dos tipos de biocombustíveis definidos pela norma, por parte dos agentes implicados (refinadores produtores de diesel e gasolina e importadores dos mesmos energéticos), não definindo, entretanto, mandatos de mistura.

Os volumes dos quatro alvos do RFS (celulósico, biodiesel, avançados e total) são atribuídos a cada uma das partes obrigadas (refinadores e importadores de diesel e gasolina), através de percentagens de seus *Renewable Volumes Obligation* – RVOs. Os RVOs são calculados através da divisão das metas de volume do RFS pela oferta total de gasolina e diesel fósseis em cada ano. Há quatro ROVs separados para cada uma das respectivas metas do RFS. Para 2013, os quatro ROVs propostos foram os seguintes:

- Biocombustíveis celulósicos, 0,008%;
- Etanol equivalente a diesel baseado em biomassa, 1,12%;
- Biocombustíveis avançados, 1,6%;
- Total de combustíveis renováveis, 9,63%.

As partes obrigadas devem garantir a oferta de seus RVOs através da aquisição de RINs num período de máximo de sessenta dias após o fim de cada ano-calendário.

A regulamentação atribuiu à EPA o estabelecimento de limites de emissões para cada categoria de biocombustíveis descritos na norma, de forma a assegurar que emitam menos GEE do que os combustíveis fósseis que substituem. As emissões são medidas a partir de análises de ciclo de vida.

A cada ano, a EPA também determina o quanto de combustível renovável cada parte obrigada deve vender a fim de atender aos requisitos do RFS2. O cálculo da EPA é feito a partir do volume total determinado pela norma a ser comercializado num dado ano. Assim, cada uma das partes deve adquirir RINs que representem a mesma porcentagem de cada um dos tipos de combustíveis renováveis mencionados na norma. As partes obrigadas podem atingir suas cotas de RINs através da aquisição dos certificados, o que criou um sistema de troca de créditos que viabiliza o atendimento aos requisitos do

⁸ Combustível produzido a partir de biomassa renovável, utilizado para substituir ou reduzir uma determinada quantidade de combustível fóssil. Redução mínima de GEE requerida em relação ao combustível fóssil substituído: 20%.

⁹ Combustível renovável que não etanol de amido de milho. Redução mínima de GEE requerida em relação ao combustível fóssil substituído: 50%.

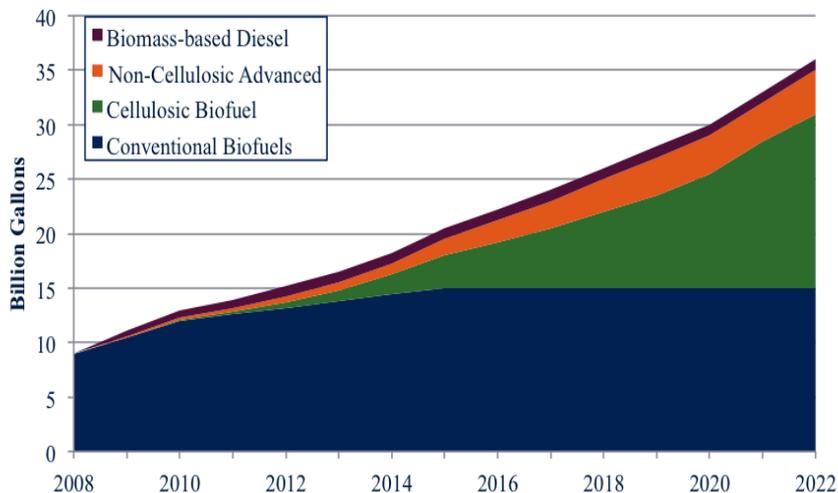
¹⁰ Inclui biodiesel (mono-álquil-ésteres) e diesel renovável sob a forma não éster (incluindo diesel de origem celulósica). Esta categoria inclui qualquer diesel produzido a partir de biomassa. No entanto, a EPA faz algumas restrições: a biomassa tem que ser renovável e combustíveis renováveis feitos a partir do coprocessamento de biomassa com uma corrente de petróleo não são incluídos. Redução mínima de GEE requerida em relação ao combustível fóssil substituído: 50%.

¹¹ Combustível renovável derivado de quaisquer celulose, hemiceluloses ou lignina que seja gerada a partir de biomassa renovável. Redução mínima de GEE requerida em relação ao combustível fóssil substituído: 60%.

RFS2 ao menor custo possível. Caso uma das partes não cumpra as metas do programa, a EPA então aplicará multas diárias com base nas determinações do *Clean Air Act*.

A Figura 9 apresenta os volumes de biocombustíveis, por tipo, previstos até 2022 para o atendimento das metas do RFS2.

Figura 9. Volumes de biocombustíveis requeridos para o atendimento das metas do RFS2 até 2022



Fonte: C2ES, 2013.

Os resultados esperados em termos de redução do consumo, segurança energética e custos de combustíveis em decorrência do cumprimento das metas do RFS2 são expressivos: substituição de 13,6 bilhões de galões de gasolina e diesel em 2022, redução das despesas com importações de petróleo da ordem de US\$ 41,5 bilhões, com benefícios adicionais de US\$ 2,6 bilhões até 2022, redução nos preços de US\$ 0,024 por galão de gasolina e de US\$ 0,121 por galão de diesel em 2022.

A redução de emissões de GEE esperada até o final do período é da ordem de 138 milhões de toneladas, o equivalente à retirada de 27 milhões de veículos das ruas.

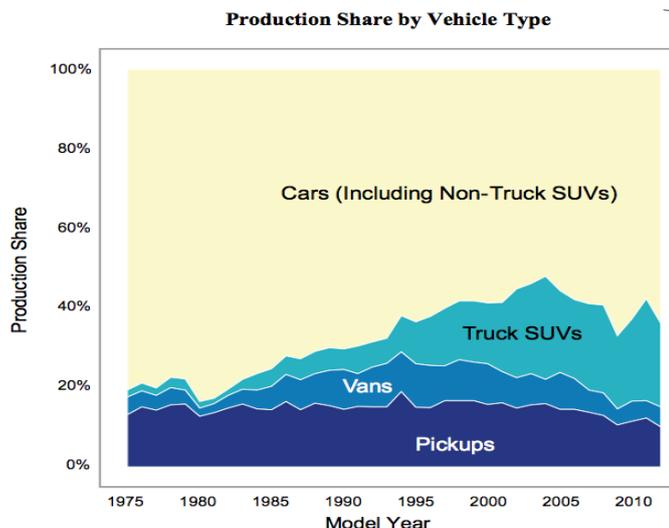
Adicionalmente, estima-se também que o RFS2 proporcionará o aumento da renda líquida das famílias dos agricultores em US\$ 13 bilhões (o que representa 36% de aumento) até 2022, reduzindo as exportações de milho em 8% e de soja em 14%. Em termos negativos, estima-se que a norma terá ocasionado um aumento de US\$ 10,00 no custo dos alimentos, *per capita*, em 2022 (C2ES, 2013).

5. A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA NORTE-AMERICANA

A indústria automobilística de cada país normalmente produz um portfólio de modelos de acordo com o perfil das preferências de seus consumidores. No caso dos Estados Unidos, onde a gasolina tem um histórico de baixos preços e a população sempre manifestou preferência por carros grandes e potentes, as montadoras sediadas no país abasteceram o mercado doméstico com veículos com estas características.

A Figura 10 apresenta a evolução da frota norte-americana, desde o início do CAFE, no período entre 1975 e 2010. No início dos anos 90 se verifica a ampliação da participação das SUVs neste mercado e em função dos elevados gastos com energia e das políticas governamentais de aumento da eficiência energética veicular, essa participação começa a cair em meados dos anos 2000.

Figura 10. Perfil da produção de veículos por tipo nos Estados Unidos, no período de 1975 a 2010



Fonte: EPA, 2012.

5.1. TECNOLOGIA FLEX FUEL

O uso do etanol está bastante difundido nos Estados Unidos e quase toda a gasolina comercializada no país possui pequenos percentuais do energético. A mistura E85, com um conteúdo bem maior de etanol, está disponível em mais de quarenta estados, sendo comercializada em mais de 2.400 postos de gasolina. Os postos estão mais concentrados nos estados produtores de milho (*Corn Belt*), uma vez que esta é a matéria-prima utilizada para a produção do biocombustível no país.

De acordo com o EIA/DOE, atualmente há 8 milhões de veículos *flex fuel* nos Estados Unidos, de diversas marcas e modelos (Ford, GM Chevrolet, Nissan, Mercedes Benz, Audi, Bentley e Dodge produzem a maior parte deles). O país detém a maior frota deste tipo de veículos, depois do Brasil. Entretanto, muitos de seus proprietários desconhecem o fato de que podem escolher abastecer com gasolina, com E85 ou com qualquer mistura de ambos.

Os veículos *flex fuel* foram qualificados como veículos alternativos pelo *Energy Policy Act* de 1992. A lei federal também determinou que os governos federais e estaduais e os produtores de combustíveis alternativos adquirissem apenas veículos com esta qualificação para suas frotas.

Apesar de a tecnologia *flex fuel* ter sido a mais difundida entre as tecnologias alternativas nos Estados Unidos nos últimos anos, em termos de número de veículos, o consumo da mistura E85 ficou abaixo dos consumos de gás natural comprimido (em ascensão) e do GLP (energético que também é utilizado no país como combustível alternativo), quando medidos em galões-equivalentes de gasolina. O consumo de GLP é pouco expressivo em relação ao total e está em declínio. Seu uso está concentrado em caminhões, ônibus, picapes e utilitários esportivos.

5.2. PERFIL DA FROTA E DAS VENDAS DE VEÍCULOS COM MOTORIZAÇÃO ALTERNATIVA NOS EUA

Os veículos híbridos começaram a ser comercializados no país no ano de 1999, com o lançamento do Toyota Prius, um híbrido convencional. Em 2002, a Honda lançou o Honda Civic híbrido e em 2006 a Toyota lançou a versão híbrida do modelo Camry. Em 2011, já eram comercializados mais de quarenta modelos, sendo que mais de 50% das vendas deste tipo de veículo correspondia às versões da família Prius.

A entrada dos veículos japoneses híbridos, sobretudo o modelo Prius produzido pela Toyota, mostrou como a indústria automobilística norte-americana estava defasada em termos de avanços tecnológicos. Analisando-se o volume vendido de veículos híbridos convencionais, elétricos e híbridos *plug in*, no período de 2004 a 2012 (Figura 11), percebe-se claramente o domínio dos japoneses, sobretudo da Toyota. As empresas japonesas tiveram a vantagem de lançar a nova tecnologia, o que obrigou as outras empresas a investir em modelos elétricos, porém tendo que recuperar o tempo e o mercado perdidos. Durante alguns anos os modelos híbridos resumiram-se ao Honda Civic e Toyota Prius. Apenas mais recentemente outros fabricantes entraram no mercado americano, reduzindo a participação relativa dos japoneses. Apesar do crescimento das vendas da Toyota em termos absolutos, nota-se que as vendas da Honda estão em queda, tendo sido superadas pela GM e pela Ford em 2012. As Figuras 12 e 13 mostram a evolução das vendas dos veículos híbridos convencionais, híbridos *plug in* e elétricos e da participação da Toyota (a montadora que responde pelo maior número de unidades vendidas) no total das vendas.

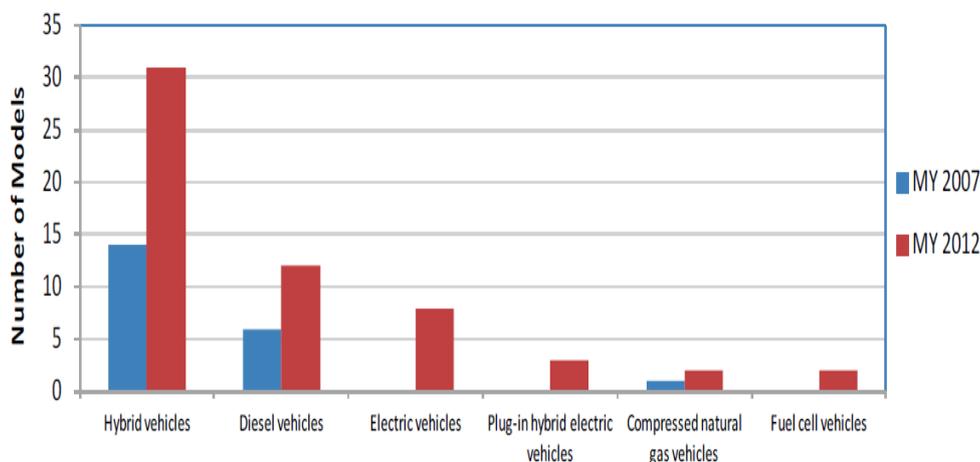
O mercado de veículos de passageiros nos EUA está se diversificando, e atualmente os consumidores têm muito mais possibilidades de escolha com respeito ao desempenho do veículo em termos de consumo de combustível e emissões, além da motorização.

Atualmente, há também um maior número de tecnologias avançadas disponíveis. Em 2007, havia apenas os veículos híbridos convencionais (e o início da chegada dos veículos a diesel). Em 2012, havia um número bem maior de modelos híbridos convencionais e de veículos a diesel, além de um número crescente de veículos elétricos, híbridos *plug in*, veículos a GNV e veículos a célula combustível. Alguns destes modelos alternativos ainda têm uma disponibilidade restrita para o consumidor, como é o caso dos veículos a célula combustível, restritos apenas a alguns consumidores do Estado da Califórnia. A Figura 11 apresenta o número de modelos da frota alternativa nos EUA, comparando o ano de 2007 com o ano de 2012 (ano-modelo) (EPA, 2013). É interessante notar a chegada dos primeiros modelos de veículos híbridos *plug in* e dos puramente elétricos no país, cujo mercado atualmente já dispõe de três e oito opções, respectivamente, além do crescimento do número de modelos híbridos convencionais disponíveis. Neste intervalo de tempo, também chegaram aos mercados americanos dois modelos de veículos movidos à célula combustível, o Honda FCX Clarity (Figura 16) e o Mercedes-Benz F-Cell.

Com a comercialização de veículos convencionais dotados de novas tecnologias e dos veículos com motorização alternativa, o que se verifica é que os fabricantes já oferecem diversos modelos de veículos que já atendem às metas de economia de combustível e de emissões de gases de efeito estufa previstas para o futuro. Dos veículos ano-modelo 2012 oferecidos nos EUA, 25% já atendem às metas estabelecidas para 2016, ou podem atendê-las com as novas melhorias especificadas para os equipamentos de condicionamento de ar.

Observando-se mais adiante, cerca de 3% dos modelos 2012 já poderiam atender as metas de 2025, e são aqueles dotados de motorização alternativa: híbridos convencionais, híbridos *plug-in*, elétricos e à célula combustível. Evidentemente, 2025 está a mais de dez anos a frente destes veículos, desta forma, há ainda muitas possibilidades de melhorias tecnológicas, mesmo para as dos motores convencionais.

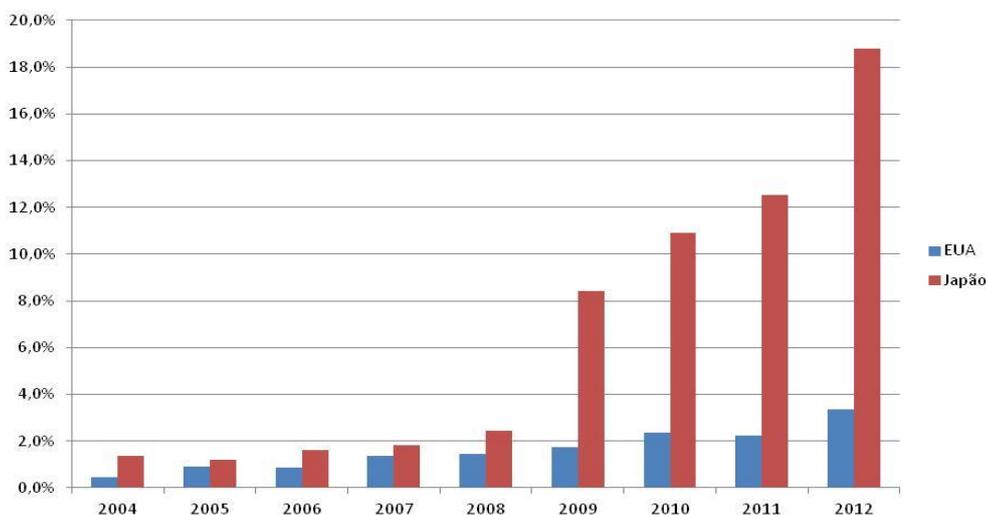
Figura 11. Número de Modelos Motorizados com Tecnologias Alternativas nos EUA (Número de Unidades) em 2007 e em 2012



Fonte: EPA, 2013.

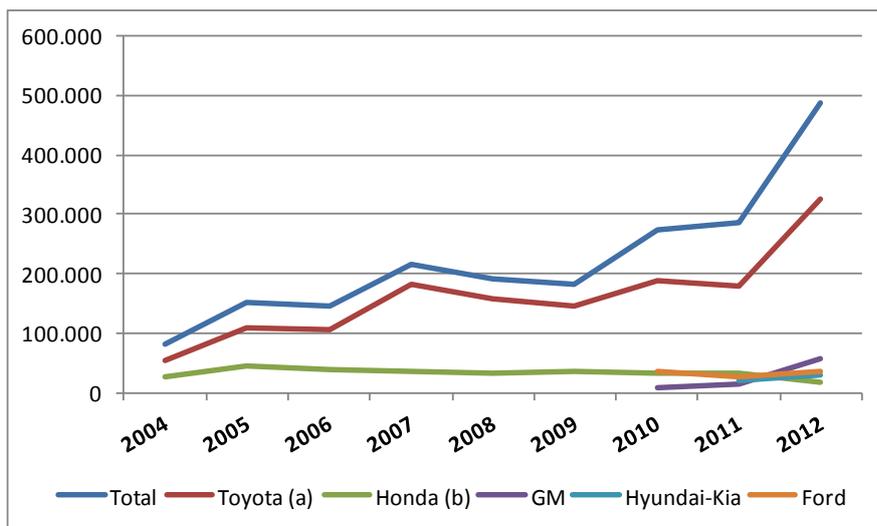
Apesar de ainda não ser expressiva, em termos de participação no mercado total de veículos leves (está em torno de 3%), as vendas de veículos híbridos elétricos, híbridos *plug-in*, e a GNV teve um crescimento significativo na última década nos Estados Unidos, conforme mostra a Figura 12. No entanto, se comparadas com as vendas no Japão, verifica-se que o mercado ainda pode crescer de forma considerável, mesmo levando-se em conta o pioneirismo das montadoras japonesas no desenvolvimento de tais tecnologias.

Figura 12. Participação das Vendas de Veículos Leves com Motorização Alternativa nos Estados Unidos e no Japão no Período de 2004 a 2012.



Fonte: Marklines, 2013.

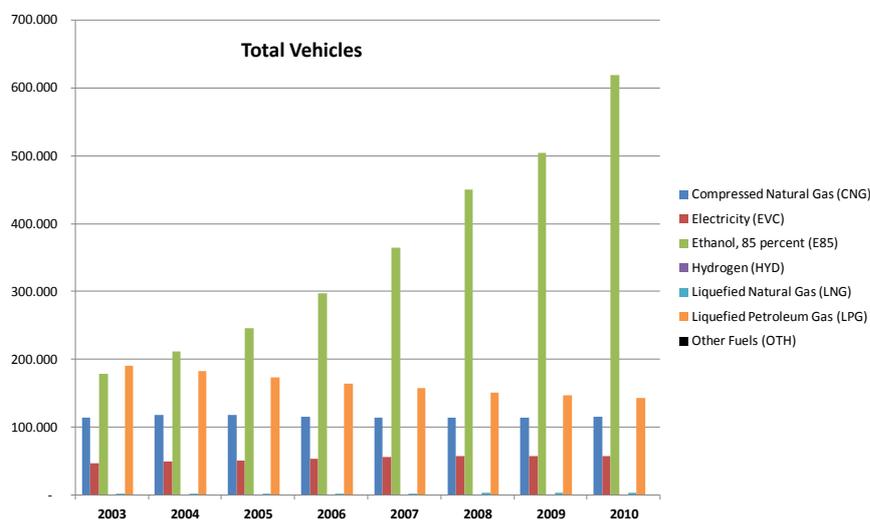
Figura 13. Vendas de Veículos Elétricos, Híbridos Convencionais e Híbridos *Plug In* nos EUA (Número de Unidades)



Fonte: Marklines, 2013.

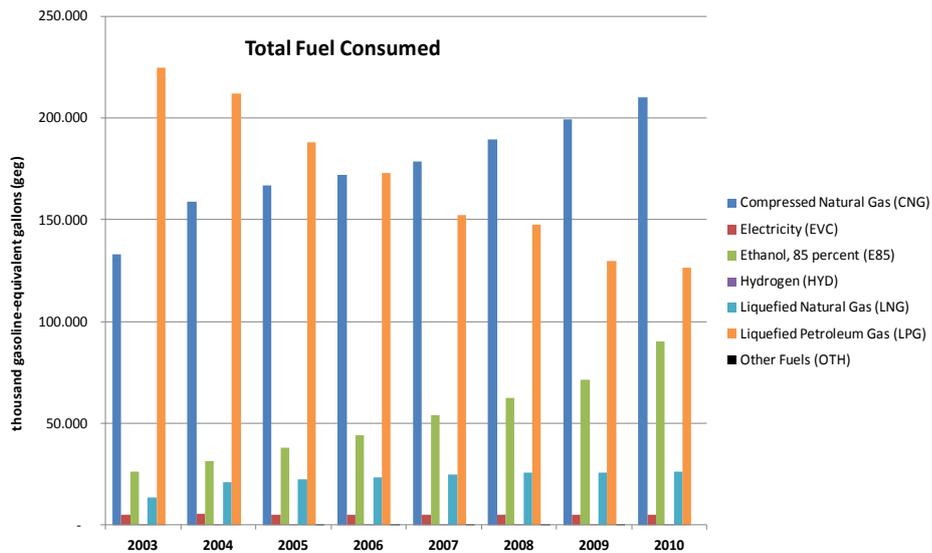
A Figura 14 mostra a evolução da frota alternativa nos EUA, por número de veículos e tecnologia utilizada e a Figura 15 mostra o consumo de energia, por fonte, necessário para os veículos. É importante notar que as colunas verdes de ambas as figuras se referem ao número total de veículos *flex fuel*, potenciais consumidores de E85 e ao volume total consumido deste energético, respectivamente. Assim sendo, o consumidor tem sempre a opção de abastecer com o E85 e com a gasolina comum (no caso americano, o produto não é misturado com etanol) misturados em quaisquer proporções.

Figura 14. Evolução da Frota Alternativa Norte-Americana de Veículos, por Tipo de Combustível e Número de Veículos no Período de 2003 a 2010



Fonte: US-EIA, 2012.

Figura 15. Consumo de Combustível, por Tipo, por parte da Frota Alternativa Norte-Americana de Veículos no Período de 2003 a 2010



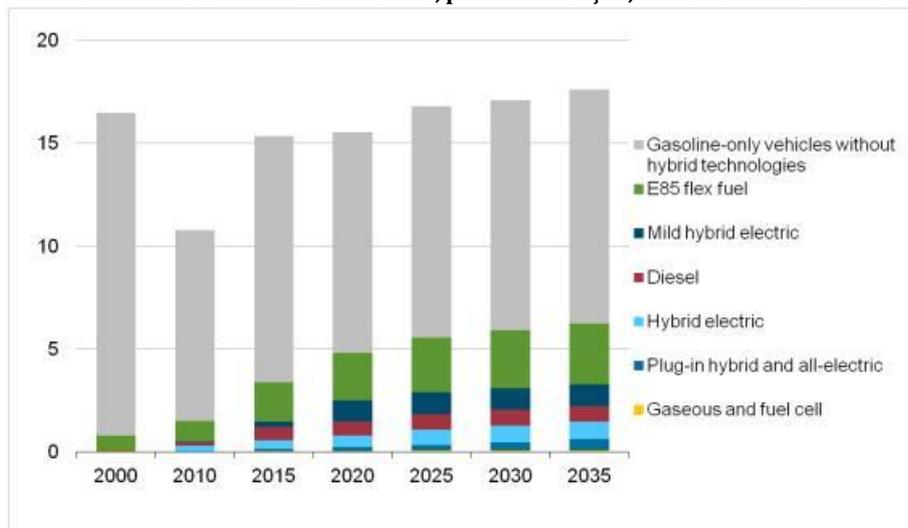
Fonte: US-EIA, 2012.

Figura 16. Honda FCX Clarity movido a Hidrogênio



Fonte: Honda, 2013.

Figura 17. Vendas de Veículos e Caminhões Leves, por Motorização, no Período de 2000 a 2035



Fonte: EIA/DOE, 2012.

6. INCENTIVOS GOVERNAMENTAIS

Os incentivos governamentais oferecidos nas últimas décadas pelos governos federal e estaduais aos fabricantes e consumidores de veículos com motorização alternativa foram diversos, alguns deles já mencionados no item sobre as regulamentações estaduais.

A seguir, são abordados com mais detalhes os incentivos à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico e os incentivos à indústria, oferecidos também com o objetivo de recuperar a sua competitividade no mercado interno.

6.1. INCENTIVOS A PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Tradicionalmente, o governo federal norte-americano tem sido o maior patrocinador de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na área de energia em todo o mundo. Pesquisas desenvolvidas no país desempenharam um papel crítico em todos os avanços obtidos neste setor, considerando-se a energia nuclear, os combustíveis fósseis, as energias renováveis e também as tecnologias de uso final. Entidades privadas de pesquisa, instituições de ensino e pesquisa e uma intensiva colaboração internacional suportam uma grande rede de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica no país (IEA, 2007).

Na área de energia, uma das principais linhas de pesquisa financiada pelo governo federal é a mudança da motorização dos veículos à combustão interna para as tecnologias alternativas mencionadas anteriormente.

O *Department of Energy* – DOE – trabalha com parceiros dos setores público e privado para promover a pesquisa, o desenvolvimento e a implantação de tecnologias que aumentem o desempenho de veículos com motorização alternativa, incluindo os híbridos, híbridos *plug-in* e elétricos. As principais áreas contempladas são baterias, tração, integração à rede elétrica e meio ambiente.

A bateria é ainda uma peça crítica no desenvolvimento das tecnologias dos veículos elétricos e dos veículos híbridos *plug in*, uma vez que estes carros demandam um aumento considerável na capacidade das baterias, o que afeta o seu tamanho. As pesquisas nesta área são direcionadas para a redução do custo de estocagem de energia eletroquímica através do desenvolvimento de tecnologias que permitam um aumento das densidades de energia e potência sem sacrificar o desempenho e a segurança dos veículos. As principais entidades envolvidas são: *Oak Ridge National Laboratory*, *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) e *Argonne National Laboratory*.

Veículos híbridos, híbridos *plug-in* e à célula de combustível requerem o uso de um comando eletrônico de tração (CET) para que possam funcionar. O CET usa a energia da bateria para promover a propulsão do veículo, sozinha ou em combinação com o motor de combustão interna. Pesquisas estão sendo realizadas para desenvolver CETs avançados que melhorem a sua confiabilidade, a eficiência e a robustez, e reduzam seus custos de produção.

Em grande medida, o sucesso na utilização de carros elétricos e híbridos *plug-in* depende da implantação de uma infraestrutura de carregamento e da sua integração ao sistema existente de produção e distribuição de eletricidade. Pesquisadores, fabricantes de veículos, de equipamentos para carregar baterias, companhias elétricas e gerentes de frotas estão desenvolvendo estratégias para facilitar o acesso destes veículos à energia limpa, de forma a aperfeiçoar o uso da capacidade de produção e distribuição de energia elétrica existente, satisfazer as expectativas dos motoristas e garantir a segurança.

Ademais, os veículos elétricos também podem funcionar como uma ferramenta de gerenciamento de “*smart grids*”, tendo suas baterias carregadas fora do horário de pico e devolvendo à rede, neste horário, a energia armazenada. Este procedimento pode reduzir não apenas os custos operacionais destes veículos, mas também diminuir os custos operacionais da rede.

6.2. INCENTIVOS AOS FABRICANTES

Os incentivos fiscais promovidos pelos últimos governos dos EUA aos fabricantes de veículos estiveram relacionados inicialmente a dois fatores: redução da dependência externa por combustíveis fósseis e diminuição dos índices de poluição atmosférica nas grandes cidades. Após a crise econômica de 2008 e as dificuldades financeiras enfrentadas pela indústria automobilística do país, um terceiro fator foi adicionado: a necessidade de alterar o perfil de produção da indústria automotiva dos Estados

Unidos após os prejuízos acumulados pelas três maiores montadoras norte-americanas, Ford, General Motors e Chrysler.

Em setembro de 2008, o governo do então presidente George Bush preparou um pacote de US\$ 25 bilhões para ajudar as empresas, que atravessavam um período turbulento. Tal ajuda estava condicionada à adaptação da tecnologia de produção à nova realidade do mercado. Com isso, as montadoras deveriam desenvolver de veículos mais econômicos, o que incluía modelos *flex fuel*, híbridos e elétricos. Em dezembro de 2008 as três empresas propuseram ao governo um montante de US\$ 34 bilhões, e como contrapartida apresentaram um plano de reestruturação que incluía a redução de salários dos executivos, o refinanciamento de dívidas, investimentos na fabricação de carros híbridos e elétricos, além da retirada do mercado de algumas marcas e modelos.

Em 2008, as montadoras Ford, GM e Chrysler empregavam nos Estados Unidos, juntas, 240 mil pessoas diretamente. Com a inclusão dos postos de trabalho indiretos, a exemplo da indústria de autopeças, outros fornecedores e concessionárias, o setor respondia por 2,2 milhões de empregos e US\$ 65 bilhões anuais em salários. A indústria afirmava, provavelmente de forma superestimada, que seria responsável por 10% dos empregos norte-americanos em 2008.

Diversos fatores justificam a perda de competitividade da indústria automobilística norte-americana nas últimas décadas. Com a crise financeira global e a escassez de crédito, além do receio de os consumidores de assumirem novos endividamentos, as montadoras apresentaram um queda significativa nas suas vendas. Como resultado desse cenário, as vendas da GM caíram mais de 40%. Na Ford e na Chrysler, a queda foi de um terço das vendas. Para agravar a situação, a crise financeira também tornou mais difícil para as próprias empresas a obtenção do crédito necessário ao pagamento de suas dívidas.

De acordo com especialistas do setor, as fabricantes americanas perderam competitividade para as montadoras asiáticas, especialmente Toyota e Honda, cujos modelos de produção eram mais enxutos e os veículos fabricados, mais baratos, econômicos, resistentes e duráveis. Enquanto estas optaram por entrar no mercado dos Estados Unidos com veículos menores e mais eficientes, as empresas americanas responderam com uma elevação na produção de carros maiores, com alto consumo de combustível. Inicialmente, esses grandes veículos se mostraram populares entre os consumidores americanos e muito rentáveis para as empresas, mas no longo prazo, com o aumento nos preços da gasolina, eles acabaram perdendo mercado para os carros das montadoras estrangeiras.

Outro fator de peso foram questões trabalhistas. Os gastos com pensões e planos de saúde de milhares de ex-funcionários oneravam pesadamente as montadoras americanas. Os benefícios anteriormente concedidos causaram um impacto não previsto quando os acordos foram celebrados. Em 2007, elas firmaram um acordo com a união de sindicatos de trabalhadores do setor, o *United Auto Workers*, para reduzir esses custos em cerca de US\$ 50 bilhões, mas as medidas só entraram em vigor em 2010. Tais custos, um passivo das empresas, representavam um problema que as rivais estrangeiras não possuíam, o que desonerava sua produção, aumentando a sua competitividade.

As novas empresas optaram por ser estabelecer em regiões onde os sindicatos não tinham tanta força e não estavam presas a acordos anteriormente firmados. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e produção a menores custos, as montadoras asiáticas ampliaram sua participação no mercado americano nas últimas décadas, acentuando ainda mais a crise pela qual vinha atravessando a indústria automobilística nacional.

Mais recentemente, em março de 2012, presidente dos EUA, Barack Obama, criou um programa chamado "*EV Everywhere Grand Challenge*" com a meta de fazer com que os Estados Unidos fossem a primeira nação a produzir veículos elétricos "*plug-in*" acessíveis à família americana média, em um prazo de 10 anos, da mesma forma que os carros movidos à gasolina o são na atualidade.

Como parte deste programa, o *Department of Energy* dos EUA passou a financiar também a instalação de fábricas dedicadas à produção de veículos elétricos, de fabricantes dentre os quais se destacam a Tesla, a Nissan, a Toyota e a Ford, bem como à indústria de produção de baterias, equipamentos para a tração elétrica, infraestrutura de carregamento de baterias, de melhoria da aerodinâmica e do design dos veículos.

Cabe mencionar que o empréstimo contraído pela companhia Tesla, no valor de US\$ 465 milhões, foi quitado antecipadamente, nove anos antes do prazo e que atualmente a empresa emprega mais de 3.000 trabalhadores.

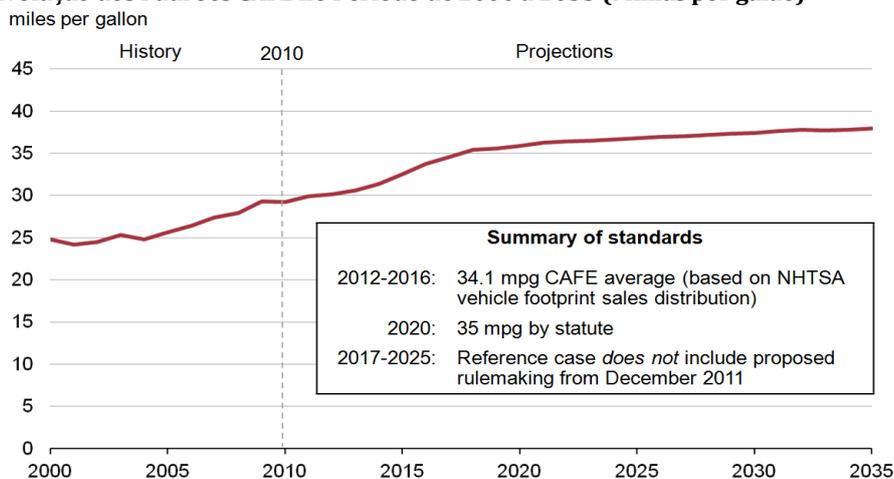
De acordo com o DOE, estes investimentos são estratégicos para os EUA e irão tornar este segmento da indústria mais competitivo, criando empregos a partir da inovação tecnológica, além de contribuírem para a redução da dependência externa por petróleo e para a redução dos gastos da população com transporte. Benefícios colaterais são a melhoria da qualidade do ar e a mitigação das emissões de GEE.

7. GANHOS OBTIDOS

Um relatório publicado recentemente pela EPA sobre a eficiência dos veículos vendidos no mercado americano mostra que houve melhorias significativas, especialmente no período de 2007 a 2012, quando foram verificados os maiores ganhos em termos de redução do consumo de energia. A economia de combustível cresceu 16% e o consumo médio chegou a 23,8 mpg (~10,1 km/l), sendo que, apenas em 2012, houve um ganho de 1,4 mpg (~0,6 km/l). As emissões de dióxido de carbono foram reduzidas em 13%, tendo atingido ao valor médio de 374 g de CO₂ equivalente por milha percorrida.

A EPA atribui esses ganhos principalmente à rápida adoção, pela indústria automobilística, de tecnologias mais eficientes, ao crescente número de opções tecnológicas e de modelos de veículos menores. Em 2007, o mercado oferecia metade das opções de veículos híbridos e a diesel, seis vezes menos modelos com níveis de consumo abaixo de 30 mpg (~12,8 km/l), e atualmente vários fabricantes de veículos oferecem modelos que já atendem a níveis de exigências futuras, por exemplo, 25% dos modelos 2012 já atendem aos padrões exigidos para 2016. A Figura 18 ilustra a evolução dos padrões CAFE (média da frota) e as projeções do EIA/DOE até 2035.

Figura 18. Evolução dos Padrões CAFE no Período de 2000 a 2035 (Milhas por galão)



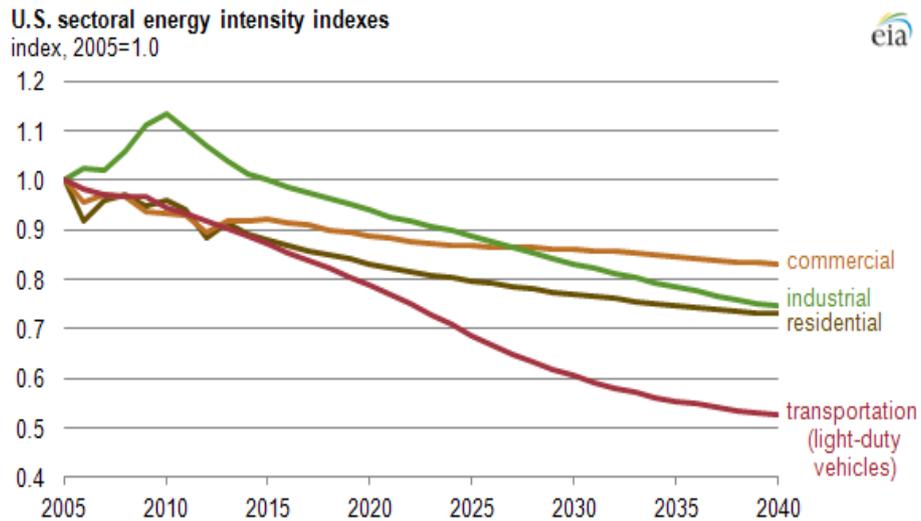
Source: EIA, Annual Energy Outlook 2012

Fonte: EIA/DOE, 2012.

Em termos de Intensidade Energética, a Figura 19 mostra a evolução do indicador para o setor de transportes, entre outros, no período de 2005 até a atualidade, além das projeções do EIA/DOE para o indicador até 2040, no Cenário de Referência, considerando-se o cumprimento dos padrões do CAFE e de emissões de GEE no horizonte da projeção. O indicador se refere aos veículos leves, que, conforme visto anteriormente, respondiam em 2012, por 66% do consumo total referente ao setor de transportes. Já a Figura 20 mostra a evolução da participação dos tipos de veículos no consumo de energia do setor de transportes até 2035, também segundo as projeções do Departamento de Energia dos Estados Unidos. Conforme pode ser observado, as estimativas do DOE indicam que a participação continuará praticamente a mesma, e o consumo de energia total do setor terá uma variação pequena, não se

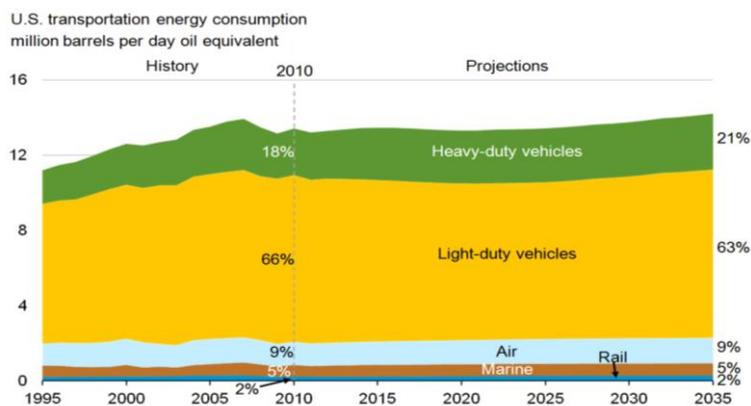
alterando nos segmentos marítimo, ferroviário e aéreo (5%, 9% e 2%, respectivamente). Em termos absolutos, o consumo de energia aumentará levemente até 2040, em relação a 2010. No entanto, com os ganhos de eficiência estimados, a quantidade de energia necessária para a realização dos serviços de transporte terá sido reduzida de forma significativa, conforme poderá ser visto mais adiante.

Figura 19. Evolução da Intensidade Energética de Diferentes Setores da Economia até 2040



Fonte: EIA/DOE, 2012.

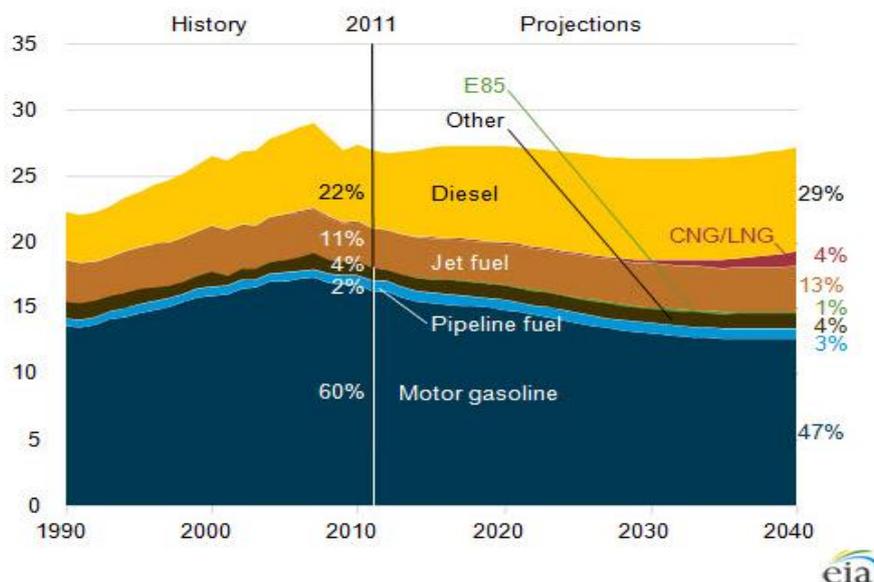
Figura 20. Evolução do Consumo de Energia do Setor de Transportes, por Segmento, de 1995 a 2040 (Milhões de boe por dia)



Source: EIA, Annual Energy Outlook 2012

Fonte: EIA/DOE, 2012.

Figura 21. Evolução do Consumo de Energia do Setor de Transportes, por Fonte de Energia, de 1990 a 2040 (Quadrilhões de BTU)



Fonte: EIA/DOE, 2013.

Na verdade, espera-se que os ganhos de eficiência descritos no presente estudo, futuramente, compensem o crescimento previsto para o nível de atividade do setor de transportes dos EUA. A Tabela 1 apresenta dados relativos às expectativas do EIA/DOE para o segmento rodoviário, em 2035, quando comparados com os dados obtidos para 2010. Os crescimentos esperados para algumas variáveis são expressivos, com exceção para o número de milhas viajadas por motorista licenciado, que terá aumentado muito pouco, cerca de 5%, especialmente em função de melhorias nos sistemas de transporte público.

Tabela 1. Melhorias de Eficiência no Segmento de Transporte Rodoviário

TIPO DE VEÍCULO	2010	2035	Crescimento (2010-2035)
VEÍCULOS LEVES			
Consumo de Combustível (milhões de boe/dia)	8,6	8,6	0%
Número de Veículos Licenciados (milhões)	210	269	28%
Milhas Viajadas por Motorista Licenciado	12.700	13.300	5%
Eficiência da Frota (mpg)	20,4	28,2	38%
VEÍCULOS PESADOS			
Consumo de Combustível (milhões de boe/dia)	2,3	2,8	21%
Produção Industrial (Bilhões de Dólares de 2005)	4.260	6.285	48%
Número de Caminhões de Carga (Milhões)	8,9	12,5	40%
Milhas Viajadas por Veículo (por ano)	26.200	27.600	5%
Eficiência da Frota (mpg)	6,7	8,1	22%**

*Equivalente à redução de 28% da quantidade de combustível utilizada por milha trafegada;

** Equivalente à redução de 18% da quantidade de combustível utilizada por milha trafegada.

Fonte: EIA/DOE, 2012.

Colateralmente, as ações descritas nos itens anteriores promoveram estímulos ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras e à recuperação da indústria automotiva norte-americana, com consequente geração de empregos, estimada em 570 mil postos de trabalho em tempo integral, até 2030. Neste total, estão incluídos os 50.000 postos de trabalho estimados para montadoras de veículos e fabricantes de autopeças.

Através de uma única medida (melhoria da eficiência energética veicular), os Estados Unidos pretendem alcançar uma economia de mais de três milhões de barris de petróleo por dia em 2030, o que, em valores grosseiros, equivale às suas importações oriundas da Venezuela somadas às do Golfo Pérsico. Em termos ambientais, as duas fases do Programa Nacional (Padrões CAFE e Padrões de

Emissão de GEE), evitarão a emissão de 570 milhões de toneladas de dióxido de carbono, também em 2030, o equivalente ao descomissionamento de 140 plantas geradoras a carvão, durante um ano inteiro.

Estima-se que o cumprimento dos padrões também possibilitará ao país uma economia de US\$ 140 bilhões em termos de gastos com combustíveis, em 2030. Quando comparado a um veículo vendido atualmente no país, o dono do carro ano-modelo 2025 economizará cerca de oito mil dólares por toda a vida útil do automóvel, mesmo pagando mais pela aquisição das novas tecnologias embutidas no mesmo.

8. CONCLUSÕES

Conforme pode ser visto ao longo do presente texto, os objetivos principais das políticas, planos e programas mencionados são a redução do consumo nacional de petróleo (e consequente redução da dependência externa pelo produto), a redução dos gastos dos norte-americanos com combustíveis nos postos de gasolina, a proteção da saúde pública e a proteção do meio ambiente. Atualmente, as novas tecnologias de motorização são consideradas essenciais pelo governo norte-americano para que estes objetivos possam ser atingidos a contento e nos prazos requeridos.

Parece evidente, entretanto, que para que se atinjam os consumos máximos determinados pelas novas regulamentações do governo federal norte-americano, será necessária a progressiva eletrificação da frota norte-americana. Em tal contexto, os veículos híbridos representariam a etapa de transição entre os motores à combustão interna e os motores elétricos.

Evidentemente, há ainda gargalos tecnológicos que precisam ser resolvidos, como é o caso das baterias dos veículos elétricos e híbridos *plug in*, e o estabelecimento de redes de abastecimento específicas para os novos automóveis. Sem soluções eficazes para tais problemas, a penetração das novas tecnologias não poderá avançar mais rapidamente, de forma a poder contribuir em tempo hábil, para a descarbonização desejada para o setor de transportes norte-americano.

Cabe mencionar ainda que apesar das ações que promoveram a eficiência energética dos veículos comercializados em território americano, iniciativas como esta, *per se*, não garantem uma redução expressiva na demanda dos combustíveis fósseis automotivos, na medida em que não retiram os automóveis das ruas. Sem investimentos significativos em transporte público de boa qualidade e na efficientização de modais deste tipo de transporte, a redução da demanda continuará a ser pouco significativa, o mesmo ocorrendo com a redução esperada para as emissões de GEE e de poluentes atmosféricos que continuam a representar um sério problema de saúde pública, especialmente nas metrópoles dos países menos desenvolvidos e ainda em processo de desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Isto, sem mencionarmos a perda da qualidade de vida nas cidades (especialmente nas grandes metrópoles) devido aos engarrafamentos e às externalidades sociais e ambientais associadas aos mesmos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *American Recovery and Reinvestment Act of 2009: A guide to renewable energy and energy efficiency opportunities for local and tribal governments*, Washington, 2009.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2012*, Washington, 2013.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *Technology Innovation: Transforming the Automotive Market*, Washington, 2013.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Technology Roadmap: Electric and Plug-In Hybrid Electric Vehicles* (updated on June 2011), Paris, 2012.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Energy Policies of IEA Countries*, Paris, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *World Energy Outlook 2012*, Paris, 2012.

KIRBY, Eric G., *An evaluation of the effectiveness of US CAFE Policy*, Energy Policy, Vol. 23, Nº 2, pp. 107-109, Great Britain, 1995.

ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES, *World Oil Outlook 2012*, Viena, 2012.

PEW ENVIRONMENT GROUP, *History of Fuel Economy: One decade of innovation, two decades of inaction*, 2011.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION/DEPARTMENT OF ENERGY, *Annual Energy Review 2012*, Washington, 2013.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION/DEPARTMENT OF ENERGY, *Annual Energy Review 2011*, Washington, 2012.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION/DEPARTMENT OF ENERGY, *International Energy Outlook 2011*, Washington, 2011.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION/DEPARTMENT OF ENERGY, *International Energy Outlook 2012*, Washington, 2012.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION/DEPARTMENT OF ENERGY, *International Energy Outlook 2013*, Washington, 2013.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION/DEPARTMENT OF ENERGY, *Annual Energy Review 2011*, Washington, 2012.

www.marklines.com (acesso em agosto de 2013).