

Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil

Renato Baran e Luiz Fernando Loureiro Legey

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil*

Renato Baran

Luiz Fernando Loureiro Legey**

Resumo

Vistos por muitos como um grande avanço tecnológico, os automóveis híbridos e elétricos não são novidade no mercado. Já foram fortes concorrentes dos automóveis convencionais, mas, por razões que serão explicadas a seguir, foram preteridos e tiveram desde os anos 1930 participação marginal na história do automóvel. No entanto, desde o lançamento do Toyota Prius, em 1997, o mercado norte-americano tem assistido a um grande número de lançamentos de automóveis híbridos e, mais recentemente, de veículos puramente elétricos. Esse fato pode ser atribuído em grande parte ao incentivo do governo americano aos fabricantes e consumidores de veículos híbridos e elétricos.

Este trabalho tem três objetivos: (1) discutir as razões que levaram o governo norte-americano a tomar essa atitude, apresentando a dimensão e

* Este artigo foi apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Energia (novembro de 2010).

** Respectivamente, engenheiro do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior do BNDES e professor-titular do Programa de Planejamento Energético da Coppe/UFRJ.

as consequências da dependência do petróleo importado sobre a economia norte-americana; (2) analisar os principais fatos históricos que levaram à ascensão e queda dos automóveis híbridos e elétricos; e (3) discutir as implicações da introdução de carros elétricos no Brasil. Conclui-se que, além das questões ambientais e do uso mais eficiente da energia, o governo norte-americano tem como principal fator motivador o aumento a segurança energética do país. Para o Brasil, dado o estágio de desenvolvimento de sua frota, o incentivo à utilização do carro elétrico pode trazer profundas mudanças no consumo de energia num futuro não muito distante.

Introdução

Ao contrário do que muitas pessoas acreditam, a tecnologia dos automóveis híbridos e elétricos não representa uma inovação tecnológica recente. Embora haja certamente avanços tecnológicos importantes nos veículos elétricos atuais, como as baterias de íon de lítio e toda a tecnologia digital presente nos carros modernos, em essência o conceito básico se mantém. Ou seja, não houve mudanças radicais nos motores elétricos de hoje, nem mesmo na utilização da energia cinética gerada pelo movimento do veículo.

De fato, os veículos elétricos já foram fortes concorrentes dos automóveis de combustão interna, mas, por razões que serão detalhadas mais adiante, foram preteridos e tiveram, desde os anos 1930, participação marginal na história do automóvel. No entanto, desde o lançamento do Toyota Prius, em 1997, verifica-se no mercado norte-americano um número cada vez maior de lançamentos de automóveis híbridos e, mais recentemente, de veículos puramente elétricos.

Este trabalho procura analisar as razões para o ressurgimento do carro elétrico, que, acredita-se, pode ser atribuído em grande parte ao incentivo dado pelo governo americano a fabricantes e consumidores de veículos híbridos e elétricos. Esse incentivo seria uma opção estratégica, em função de razões de segurança energética. Paralelamente, o estímulo aos carros elétricos coaduna-se com a política de transformação de uma economia do petróleo (ou fóssil) para uma economia sustentável, baseada em fontes de energia renováveis.

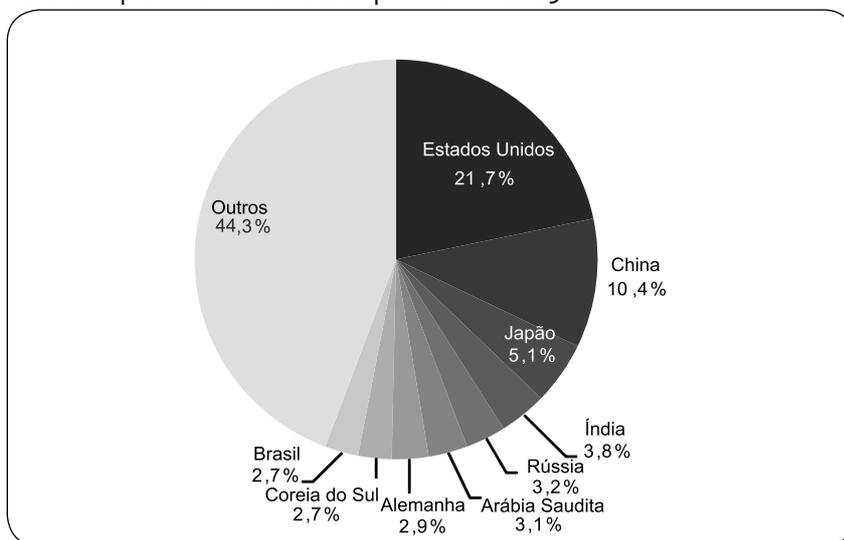
Castro e Ferreira (2010), discutem os aspectos básicos dos veículos elétricos, seu estágio atual de desenvolvimento e as perspectivas para

seu futuro desenvolvimento. O presente artigo busca discutir as implicações dos automóveis elétricos sobre a oferta e a demanda de energia e sobre o meio ambiente.

Os Estados Unidos e a economia do petróleo

Os Estados Unidos (EUA) são os maiores consumidores de petróleo e derivados no mundo. Seu consumo supera 20 milhões de barris por dia, o que equivale a 21,7% do consumo mundial de petróleo (Gráfico 1).

Gráfico 1 | Consumo mundial de petróleo em 2009



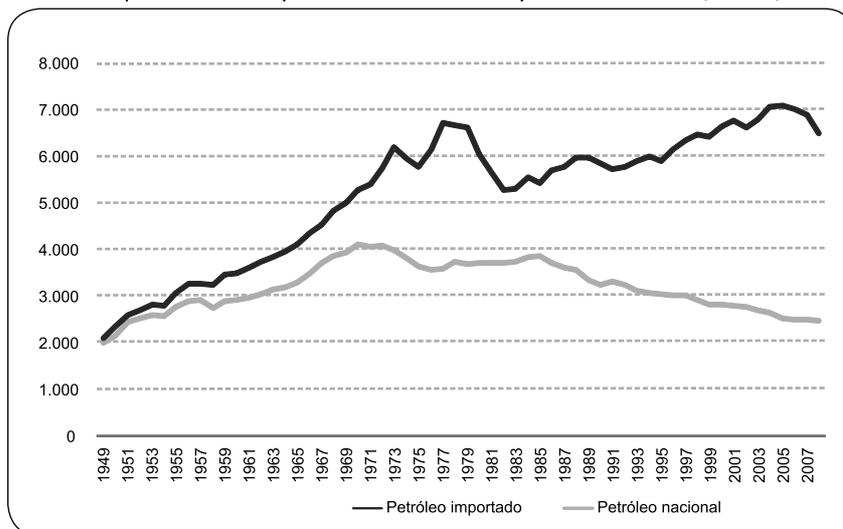
Fonte: British Petroleum (2010).

O estilo de vida norte-americano é fortemente dependente do petróleo. Em particular, no setor de transportes 95% da energia consumida é oriunda do petróleo [EIA DOE (2009)]. Por essa razão, a grande dependência externa no fornecimento desse energético é considerada questão de importância estratégica para o país.

De fato, cerca de 33% do petróleo consumido nos EUA é produzido internamente, enquanto a maior parte é importada de nações politicamente instáveis (Gráficos 2 e 3). Em 2007, os EUA consumiram mais de 75 bilhões de barris de petróleo, ao custo de US\$ 550 bilhões. O petróleo importado respondeu por 60% do total consumido, ao custo de US\$ 300

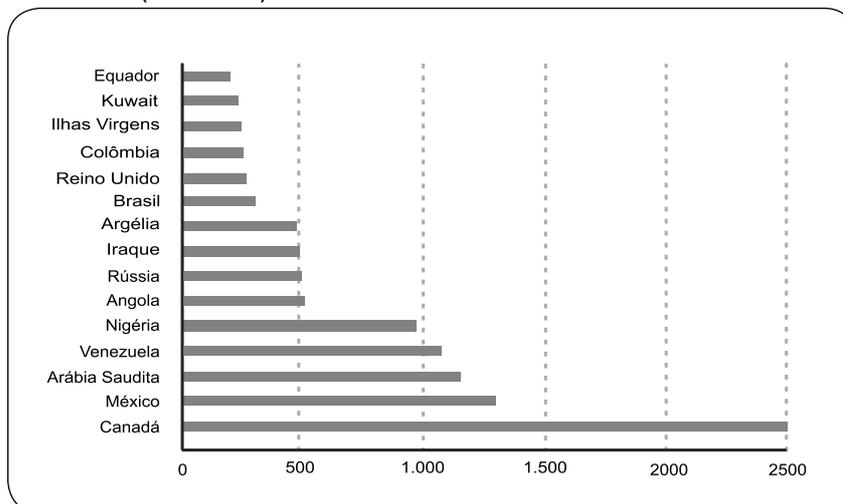
bilhões, o que equivale a 40% do valor do déficit na balança comercial americana naquele ano [Energy Security Leadership Council (2008)].

Gráfico 2 | Consumo de petróleo nacional e importado nos EUA (10³ bbl)



Fonte: EIA DOE (2010).

Gráfico 3 | Principais países de origem do petróleo americano importado (10 bbl/dia)

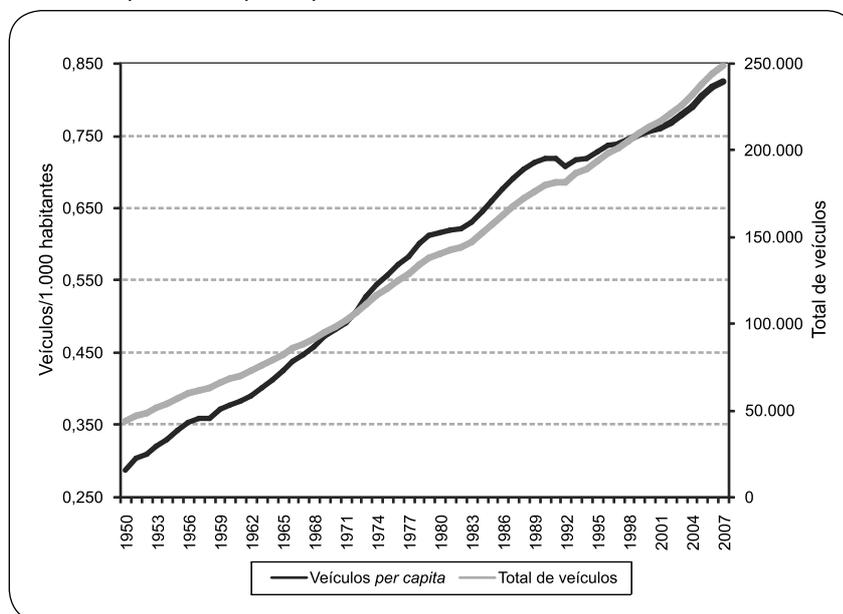


Fonte: EIA DOE (2010).

A dependência de fontes externas para o abastecimento interno de petróleo representa um alto preço para a economia americana. A vulnerabilidade do transporte internacional de petróleo e de sua infraestrutura levou os EUA a manter forças militares posicionadas em pontos estratégicos do planeta, a fim de garantir a segurança em instalações e em rotas de transporte de petróleo. De acordo com Crane *et al.* (2009), estima-se que os custos de manutenção de tropas no Golfo Pérsico variem de US\$ 67,5 bilhões a US\$ 83 bilhões anuais, que somados aos US\$ 8 bilhões gastos em operações militares anualmente, equivalem de 12% a 15% do orçamento destinado à defesa [Electrification Coalition (2009)].

A gasolina é o derivado de petróleo mais consumido pelo setor de transporte nos EUA, compreendendo 64% da energia consumida pelo segmento. Esse setor é responsável por 68% do total de petróleo consumido internamente, ou $13,7 \times 10^3$ de barris por dia [EIA DOE (2009)]. Em 2007, havia nos EUA 248 milhões de veículos, ou 0,825 veículo *per capita*.

Gráfico 4 | Veículos *per capita* e total de veículos (EUA)



Fonte: Davis, Diegel e Boundy (2009).

Como uma das respostas à forte dependência do petróleo importado, desde 2007, o governo americano vem estimulando a produção de automóveis híbridos e o desenvolvimento de automóveis com tecnologia Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV).¹ Bem recebidos no mercado desde o lançamento do Prius, em 1997, os híbridos são vistos pela população como um avanço tecnológico capaz de reduzir a poluição atmosférica e a forte dependência do petróleo.

No entanto, automóveis híbridos e elétricos não são uma tecnologia recente. No início da história do automóvel, eles dominaram parcelas significativas do mercado, mas acabaram perdendo espaço para o veículo convencional.

Veículos elétricos: uma breve história

A seguir apresentamos brevemente os principais momentos da história do carro elétrico no mundo.

O início: século XIX

A história dos carros elétricos começa em meados do século XIX. De acordo com Hoyer (2008), ela está intimamente relacionada à história das baterias. Em 1859, o belga Gaston Planté realizou a demonstração da primeira bateria de chumbo e ácido. Esse equipamento veio a ser utilizado por diversos veículos elétricos desenvolvidos a partir do início da década de 1880 na França, EUA e Reino Unido. Em 1885, Benz demonstrou o primeiro motor de combustão interna. Em 1901, Thomas Edison, interessado no potencial dos veículos elétricos, desenvolveu a bateria níquel-ferro, com capacidade de armazenamento 40% maior que a bateria de chumbo, só que com custo de produção muito mais elevado. As baterias níquel-zinco e zinco-ar foram também criadas no final do século XIX.

Além das baterias, duas tecnologias desenvolvidas entre 1890 e 1900 contribuíram para melhorar o desempenho dos carros elétricos: a frenagem regenerativa, um equipamento capaz de transformar a energia cinética do

¹ Plug-in Hybrid Electric Vehicles são veículos híbridos equipados com baterias recarregáveis, que podem ser carregadas diretamente da rede de distribuição de eletricidade.

automóvel em movimento em energia elétrica durante uma frenagem e o sistema híbrido a gasolina e eletricidade.

Na virada do século XIX, três tecnologias de propulsão concorriam no mercado de automóveis: o carro elétrico, a vapor e a gasolina.

Ascensão e queda: século XX

Em 1903, havia cerca de quatro mil automóveis registrados na cidade de Nova York, sendo 53% a vapor, 27% a gasolina e 20% elétricos. Em 1912, quando a frota de carros elétricos naquela cidade atingiu o ápice de 30 mil unidades, a quantidade de automóveis a gasolina já era trinta vezes maior [Struben e Sterman (2006)]. A partir de então, a trajetória dos carros elétricos seguiu em forte queda. Entre os principais fatores apontados para o declínio dos carros elétricos a partir de então, podem-se citar [DOE (2009)]:

- O sistema de produção em série de automóveis, desenvolvido por Henry Ford, permitiu que o preço final dos carros a gasolina ficasse entre US\$ 500 e US\$ 1.000, o que correspondia à metade do preço pago pelos elétricos.
- Em 1912 foi inventada a partida elétrica, que eliminou a manivela utilizada para acionar o motor dos veículos a gasolina.
- Nos anos 1920, as rodovias dos EUA já interligavam diversas cidades, o que demandava veículos capazes de percorrer longas distâncias.
- As descobertas de petróleo no Texas reduziram o preço da gasolina, tornando-a um combustível atrativo para o setor de transportes.

O objetivo dos primeiros automóveis híbridos era o de compensar a baixa eficiência das baterias utilizadas nos veículos puramente elétricos e a falta de estrutura de distribuição de energia elétrica no início do século XX. De acordo com Hoyer (2008), há registro da produção, já em 1903, de um automóvel que apresentava as características de um híbrido em série, graças a um gerador elétrico, alimentado por um pequeno motor de combustão interna, e dois pequenos motores elétricos, que forneciam tração às rodas dianteiras. Outro modelo, produzido entre 1901 e 1906, podia ser caracterizado como um híbrido em paralelo: o motor de combustão interna era utilizado tanto para fornecer tração às rodas quanto para carregar uma bateria, enquanto o motor elétrico fornecia potência

extra ao motor de combustão ou funcionava sozinho, quando em trânsito lento. Até os anos 1920, em países como os EUA, França e Canadá, havia diversos modelos de híbridos à disposição no mercado.

No início da história do automóvel, poucas pessoas aventuravam-se pelas estradas do interior, onde não havia infraestrutura elétrica nem gasolina disponíveis. Contudo, a maior *performance* do motor a combustão interna, em termos de km/litro de combustível, e a facilidade de distribuição de combustíveis líquidos, que eram comercializados em pequenos estabelecimentos comerciais, permitiram que a rede de distribuição de gasolina se expandisse rapidamente. Além do mais, a manutenção dos primeiros automóveis a gasolina, dada sua simplicidade, era realizada por profissionais especializados em conserto e manutenção de bicicletas. Por outro lado, poucos eram os mecânicos que compreendiam o funcionamento dos motores elétricos e das baterias que equipavam os automóveis elétricos e híbridos. A propaganda boca a boca teve também, naquela época, um papel importante na difusão do uso dos automóveis a combustão interna.

A partir dos anos 1930, os veículos elétricos passaram a ser produzidos em escala cada vez menor, sendo utilizados em algumas cidades dos EUA e Reino Unido, basicamente, para coleta de lixo, serviço de entregas e para distribuição de leite. Foram observados alguns picos de produção nesses dois países durante a primeira e a segunda guerras mundiais, quando o racionamento de gasolina e diesel forçou a busca por fontes de energia alternativas ao petróleo. No Japão do pós-guerra, o carro elétrico tornou-se também bastante popular, por causa do racionamento de combustíveis, mas sua produção foi descontinuada na década de 1950 quando o racionamento cessou.

A reabilitação

Somente após a década de 1960, quando a opinião pública começou a se voltar para os problemas ambientais, os automóveis elétricos² voltaram a atrair a atenção das grandes montadoras. Naquela época, o chumbo ainda era utilizado como aditivo para a gasolina, não havia filtros nem catalizadores para conter as emissões e o automóvel era considerado uma das principais fontes da poluição atmosférica nas grandes cidades.

² A Ford Motor Company e a General Motors desenvolveram protótipos de veículos elétricos, mas nenhum deles foi produzido em larga escala nos anos 1960.

A partir dos anos 1970, a questão ambiental passou a fazer parte do debate sobre a geração e o consumo de energia. Três fatos apontaram a necessidade de se desenvolverem alternativas tecnológicas renováveis para a produção de energia.

- Em 1972, o Clube de Roma publicou o livro *Limites para o Crescimento*, que chamou a atenção para a necessidade de um limite para a exploração de recursos naturais não renováveis.
- A crise do petróleo, em 1973, causada pelo embargo de produtores de petróleo, teve como consequência ondas de racionamento em diversos países.
- A conscientização a respeito do uso da energia nuclear, tais como a segurança operacional e o destino dos dejetos radioativos.

Apesar de os anos 1970 terem sido uma época propícia para os veículos elétricos, já que esses combinavam emissão nula de poluentes com a possibilidade de utilizar fontes de energias renováveis, os protótipos desenvolvidos na época não chegaram às linhas de produção. Houve diversas iniciativas de trazê-los de volta ao mercado no período, mas nem os automóveis elétricos puros nem os híbridos estavam aptos a competir no mercado com os automóveis convencionais.

Somente no fim dos anos 1980 as atenções voltaram-se mais uma vez para os veículos elétricos, novamente no intuito de reduzir a poluição nas grandes cidades. O conceito de desenvolvimento sustentável ganhava força, e o foco se concentrava na necessidade de utilização de fonte de energia alternativa e no desenvolvimento de novas tecnologias de transportes. Em 1990, o estado da Califórnia implementou suas primeiras normas regulatórias de emissão zero. Em 1992, a Agenda 21³ enfatizou a importância dos problemas causados pelo uso extensivo de energia fóssil, bem como a necessidade de redução do consumo de energia nos países desenvolvidos e de busca de uma possível transição para fontes renováveis de energia. Ainda no ano de 1992, a União Europeia definiu uma política de transportes por meio da expressão “uma estratégia para a mobilidade sustentável”.

³ A Agenda 21 foi resultado da conferência Rio-92, em que se discutiu pela primeira vez o aquecimento global e suas consequências. Consiste em um plano de ação que deve ser seguido por todos os setores da sociedade em questões que afetem o meio ambiente e está relacionado com o conceito de desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, a utilização dos carros elétricos era vista como uma das condições mais importantes para a sustentabilidade proposta.

No início dos anos 1990, os legisladores da Califórnia, nos EUA, decidiram que as montadoras de automóveis daquele estado deveriam oferecer veículos elétricos aos consumidores [Sovacool e Hirsh (2008)]. A California Air Resources Board – Carb, órgão do governo responsável por monitorar a qualidade do ar no estado da Califórnia, definiu uma cota de vendas de veículos com emissão zero ou, em inglês, *zero-emmissionn-vehicle* (ZEV), de 2% em 1998, 5% em 2001 e 10% em 2003. Os estados de Nova York e Massachusetts adotaram medidas semelhantes em seguida. De acordo com a legislação da Califórnia, cada montadora receberia um bônus de US\$ 5 mil para cada ZEV vendido dentro da cota. A General Motors e a Honda iniciaram então o desenvolvimento de veículos elétricos que fossem comercialmente viáveis.

Entretanto, eram muitas as forças contrárias à iniciativa da Carb. Outras montadoras e a American Automobile Manufacturers Association (AAMA) alegavam que o veículo elétrico sairia caro demais para os consumidores e que o chumbo, presente nas baterias, não traria benefícios ambientais à substituição da gasolina. Por sua vez, as grandes companhias de petróleo, como Exxon, Shell e Texaco, contribuíam financeiramente para campanhas de políticos contrários aos veículos elétricos e financiavam propagandas contrárias a esse tipo de veículo. Como resultado, em 1996 a Carb capitulou e postergou seu cronograma.

Ainda nos anos 1990, foi protagonizada uma nova tentativa de introduzir os automóveis híbridos, dessa vez, por meio de parcerias público-privadas. O governo Clinton anunciou, em 1993, uma iniciativa denominada Partnership for a New Generation Vehicles (PNGV), com o objetivo de desenvolver um automóvel “limpo”, com consumo de 4 litros/100 km. Após alguns anos e investimentos da ordem de US\$ 1 bilhão, três protótipos foram anunciados: todos eram híbridos, mas nenhum chegou às linhas de produção.

Em 1997, a Toyota, fabricante japonesa de automóveis que não estava incluída no PNGV, lançou no mercado japonês o Prius, um sedã híbrido de quatro portas. No mesmo ano, a Audi lançou o Duo, o primeiro híbrido do mercado europeu, que se revelou um fracasso. Na época, diversas

montadoras europeias dedicavam-se ao desenvolvimento de automóveis a diesel, visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

A Honda, em 1999, foi a primeira empresa a lançar um híbrido no mercado americano, o Insight, que foi um sucesso imediato. Em 2000, o Prius também chegou ao mercado dos EUA, obtendo um sucesso muito maior que o esperado pela Toyota, efeito que se repetiu mais tarde no mercado europeu. Em 2003, a Honda lançou o Civic híbrido, com a mesma aparência e dirigibilidade do Civic convencional. Em 2004, a Ford lançou o Escape, um veículo utilitário esportivo, em versão híbrida.

Com os objetivos, entre outros, de reduzir a dependência da economia dos EUA em relação ao petróleo importado e de aumentar a produção de combustíveis limpos de origem renovável, o governo norte-americano promulgou em 2007 o Energy Independence and Security Act, que destinou US\$ 95 milhões anuais, entre os anos de 2008 e 2013, à pesquisa e ao desenvolvimento de um sistema de transporte elétrico, e à formação de capital humano especializado em veículos elétricos e na tecnologia PHEV. Além disso, US\$ 25 bilhões foram destinados aos fabricantes de automóveis e fornecedores que produzirem veículos híbridos e seus componentes até o ano de 2020.

Em 2009, as vendas de híbridos no mundo atingiram 598.739 unidades [HybridCars.com (2010)], sendo 44% nos EUA, 41% no Japão e o restante na Holanda, Reino Unido e Canadá. Nos EUA, os maiores mercados se encontram em Los Angeles, Nova York, São Francisco, Washington (D.C.) e Chicago. As vendas de híbridos nos EUA em 2008 representaram pouco mais que 4% do mercado norte-americano, totalizando 279.847 unidades [HybridCars.com (2010) e U.S. Department of Transportation (2010)]. O Toyota Prius pode ser considerado um fenômeno de vendas, pois domina atualmente quase 50% do mercado de híbridos, concorrendo com cerca de 20 modelos de automóveis híbridos à venda nos EUA.

O grau de satisfação entre os proprietários do Prius é altíssimo. De acordo com pesquisas realizadas, 88% dos proprietários estão muito satisfeitos com o automóvel e 12% estão de alguma forma satisfeitos. O sucesso do Prius se deve em grande parte ao seu *design* distintivo, à sua popularidade entre celebridades da mídia norte-americana e à propaganda

boca a boca realizada entre proprietários e pessoas interessadas em adquirí-los [Klein (2008)].

Em julho de 2009, foi promulgado nos EUA o *American Clean Energy and Security Act 2009*. Essa lei instituiu que a Secretaria de Energia, as agências reguladoras estaduais e todas as distribuidoras de energia não reguladas deveriam apresentar planos para o desenvolvimento de redes inteligentes (*smart grids*)⁴ integradas, com suporte à tecnologia PHEV até julho de 2012. Adicionalmente, definiu um teto de US\$ 50 bilhões, até 2020, para assistência financeira às montadoras e produtores de autopeças que se dedicassem ao desenvolvimento de híbridos.

Com essa lei, o governo Obama⁵ tinha como objetivos principais criar empregos “verdes”, reduzir a dependência do petróleo, amenizar as emissões de gases de efeito estufa e buscar a transição para uma economia baseada em energia limpa. Indiretamente, o incentivo financeiro à inovação tecnológica teria o propósito de ajudar a salvar a indústria automobilística americana durante a crise mais grave de sua história.

Uma opção para o Brasil

É possível afirmar que o crescimento, ao longo do tempo, da frota de automóveis em um país está diretamente relacionado ao seu nível de desenvolvimento econômico. Dargay *et al.* (2007) mostram que o padrão de crescimento ocorrido entre 1960 e 2002 em países como EUA, Alemanha e Japão, também pode ser observado em China, Índia, Brasil e Coreia do Sul. A relação entre o tamanho da frota nacional e o nível de desenvolvimento, medido pelo PIB dos países, apresenta uma curva em S, indicando que:

- a) a frota nacional cresce lentamente quando o país se encontra em níveis relativamente baixos de desenvolvimento;
- b) o crescimento da frota se acelera na medida em que a renda nacional aumenta; e

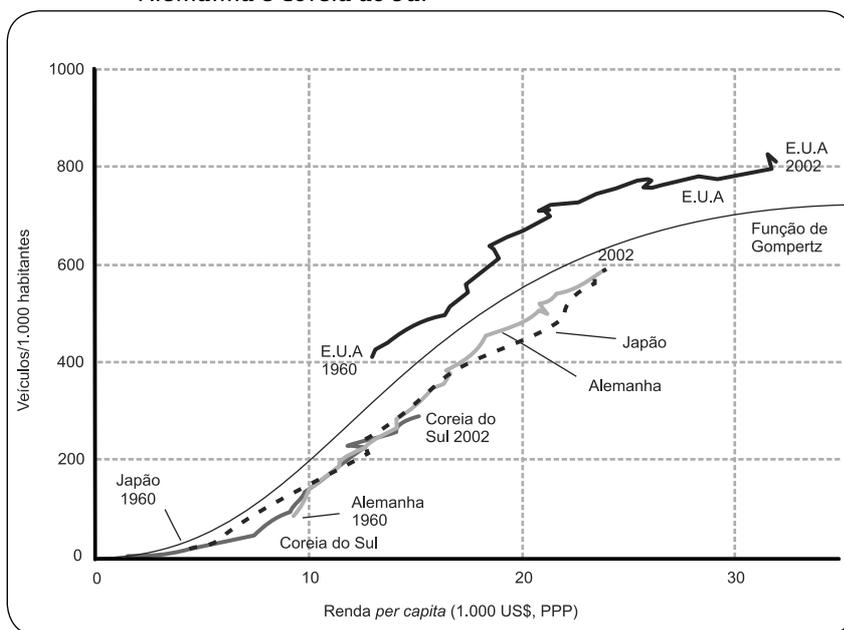
⁴ Smart grids são redes de distribuição de energia elétrica capazes de comunicar, em tempo real, os consumidores aos produtores, permitindo o acompanhamento do fluxo de energia na rede e o controle sobre os aparelhos que consomem eletricidade.

⁵ O plano de governo de Barak Obama previa colocar um milhão de PHEVs nas ruas até 2015. Fonte: http://www.barackobama.com/pdf/factsheet_energy_speech_080308.pdf

c) a frota atinge um nível de saturação quando o país chega a graus mais elevados de desenvolvimento.

O Gráfico 5 mostra a relação tamanho da frota *versus* o desenvolvimento econômico nos EUA, no Japão, na Alemanha e na Coreia do Sul.

Gráfico 5 | Frota *versus* desenvolvimento econômico – EUA, Japão, Alemanha e Coreia do Sul

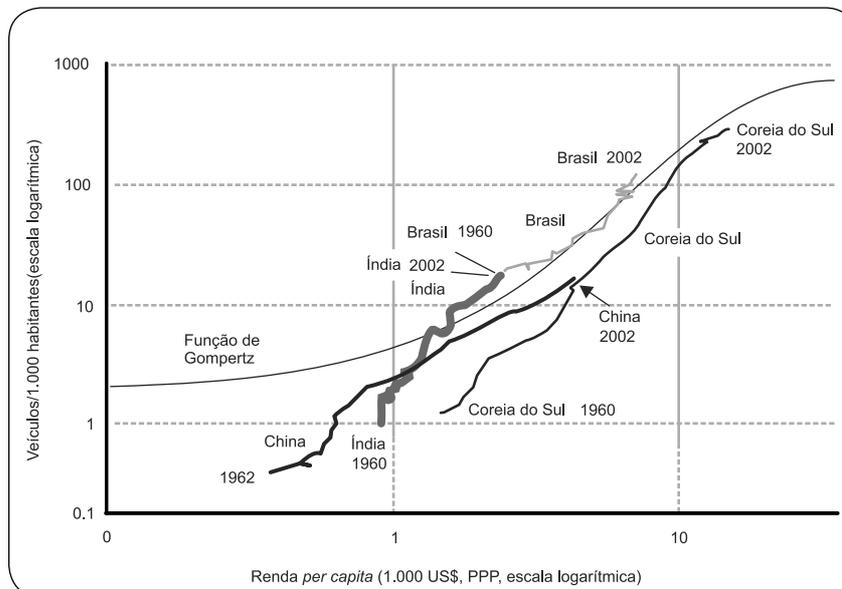


Fonte: Adaptado de Dargay *et al.* (2007).

De acordo com uma projeção para o Brasil [Dargay *et al.*(2007)], considerando a renda *per capita* de US\$ 15.900 e uma população de 222 milhões de habitantes, em 2030, a frota nacional seria a quinta maior do mundo, atingindo 83,7 milhões de automóveis, e ficando atrás apenas de China (390 milhões), EUA (314 milhões), Índia (156 milhões) e Japão (86,6 milhões). Isso representaria um crescimento da ordem de 127% em 20 anos, uma vez que a frota atual é de cerca de 36,9 milhões de automóveis [Denatran (2010)].

O Gráfico 6 mostra a relação frota *versus* desenvolvimento econômico em Brasil, China, Índia e Coreia do Sul, em escala logarítmica.

Gráfico 6 | Frota versus desenvolvimento econômico – Brasil, China, Índia e Coreia do Sul



Fonte: Adaptado de Dargay *et al.* (2007).

Pode-se notar que os países representados no Gráfico 6 seguem a mesma trajetória dos países representados no Gráfico. O Brasil encontra-se atualmente numa zona de crescimento acelerado e somente deverá atingir o ponto de saturação quando a renda *per capita* ultrapassar os US\$ 30.000.

O aumento do número de automóveis no Brasil irá certamente demandar uma quantidade crescente de energia nos próximos anos, o que torna o uso da eletricidade no setor de transportes uma interessante alternativa aos combustíveis utilizados atualmente, tanto sob o ponto de vista estratégico quanto ambiental.

Pelo lado estratégico, ocorreria maior diversificação de fontes energéticas para o setor de transportes. A eletricidade no Brasil é gerada localmente e distribuída por um sistema interligado altamente confiável, com um custo relativamente baixo, se comparada aos demais combustíveis líquidos. Além disso, o uso do PHEV aliado aos *smart grids* permite que os automóveis elétricos funcionem como *buffers* da rede de distribuição, carregando suas baterias nas horas de baixa demanda e descarregando-as nos horários de pico.

Pelo lado ambiental, reforça o uso de energia elétrica, que no Brasil é gerada quase que totalmente a partir de fontes renováveis [em torno de 85%, de acordo com MME (2009)], e reduz o uso do motor de combustão, uma importante fonte emissora de gases de efeito estufa. Além do mais, contribui para aumentar a eficiência energética, já que o motor elétrico tem eficiência da ordem de 90%, contra 40% do motor de combustão.

Conclusão

Automóveis híbridos e elétricos estão longe de ser uma novidade no mercado. Nos primórdios da indústria automobilística, foram fortes concorrentes do automóvel convencional, mas perderam a corrida e por mais de 80 anos foram uma mera nota de rodapé na história do automóvel.

O retorno dos carros híbridos e elétricos nos EUA tem como foco principal a segurança energética do país, pois permitiria que o petróleo, em grande parte importado de lugares politicamente instáveis, fosse substituído pela energia elétrica, totalmente produzida no próprio país.

Se o objetivo tivesse apenas motivação ambiental ou de eficiência energética, as medidas propostas não enfatizariam o meio de transporte individual, em detrimento de transportes coletivos, nos centros urbanos. As medidas tomadas pelo governo irão, por um lado, estimular a produção e o consumo de mais automóveis, e por outro, aumentar o consumo de energia elétrica, que nos EUA é gerada em sua maior parte a partir de carvão e gás natural, dois combustíveis fósseis muito poluentes.

Evidentemente, além da retórica ambiental empregada para justificar os incentivos aos veículos elétricos, existe também o interesse em promover a renovação da indústria automobilística, de modo a torná-la de novo a líder mundial desse segmento. De fato, a ajuda do governo norte-americano à General Motors (e ao seu veículo elétrico, o Volt) foi justificada nesses termos.

Carros híbridos, como o Volt da GM, vêm tendo boa aceitação no mercado, e podem servir como uma “ponte” entre a gasolina e a eletricidade como fonte de energia no setor de transportes. Ou seja, essa seria uma

“tecnologia de transição”, que abriria o caminho para um produto totalmente distinto daquele hegemônico no mercado. É importante observar, no entanto que, em virtude do tamanho da frota e do nível de saturação do mercado norte-americano de automóveis, serão necessárias décadas para que a mudança traga resultados significativos na balança energética norte-americana.

No Brasil, o carro elétrico pode tornar-se uma alternativa importante, caso se adote, no curto prazo, uma política de incentivo à sua utilização. Dado o nível de desenvolvimento da nossa frota, ainda em estágio inicial, o uso do carro elétrico em larga escala, em detrimento do carro convencional, traria benefícios estratégicos e ambientais efetivos no longo prazo. Há de se convir, no entanto, que o transporte individual não é uma forma tão eficaz de utilização de recursos quanto o transporte coletivo, principalmente no caso do Brasil, considerando-se o atual nível de desenvolvimento do país.

É importante notar que, mesmo nos casos em que a eletricidade é gerada a partir de combustíveis fósseis, como o carvão e o gás natural, o carro elétrico traz a vantagem de concentrar as emissões nas fontes geradoras de energia, que são passíveis de serem reguladas, e não nos pontos de consumo, que são numerosos, dispersos e de difícil controle. Por outro lado, um importante risco ambiental do carro elétrico está associado à bateria, que deve ser reciclada ao final de sua vida útil.

Além do mais, a história tem mostrado que não são poucas as forças contrárias à ideia do carro elétrico. Há barreiras institucionais e políticas, além das mercadológicas, a serem vencidas para que o carro elétrico se consolide no mercado. No entanto, o imperativo da exaustão dos recursos fósseis e as questões ambientais deixam os veículos elétricos em posição ímpar para se tornarem realidade.

Referências

BRASIL – Ministério de Minas e Energia (MME). *Balanço Energético Nacional 2009*. Brasília, 2009.

BRITISH PETROLEUM. BP Statistical Review of World Energy 2010. Londres, 2010.

DE CASTRO, B. H. R., FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 32, out. 2010.

CRANE, K. *et al. Imported Oil and U.S. National Security*. Pittsburgh,: R. Corporation, Ed. 2009.

DARGAY, J., GATELY, D. E SOMMER, M. Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030. *Energy Journal*, 2007.

DAVIS, S. S.; DIEGEL, W. S.; BOUNDY, G. R. *Transportation Energy Data Book*. 2009. Disponível em: <http://cta.ornl.gov/data/tedb28/Edition28_Full_Doc.pdf>. Acesso em: 29 de agosto de 2009.

EIA DOE. *Annual Energy Review*, 2009. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/contents.html>>. Acesso em: 20 de março de 2010.

_____. *Independent Statistics and Analysis*, 2010. Disponível em <<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/contents.html>>. Acesso em: 2 de fevereiro de 2010.

ELECTRIFICATION COALITION. *Electrification roadmap*. Washington(DC), 2009.

ENERGY SECURITY LEADERSHIP COUNCIL. *A national strategy for energy security – recommendations to the nation on reducing U.S. oil dependence*. Washington (DC), 2008.

HYBRIDCARS.COM. 2009. Disponível em <www.hybridcars.com>. Acesso em: 13 de setembro de 2009. A referência é o próprio site.

HOYER, K. G. The History of Alternative Fuels in Transportation: *The Case of electric and Hybrid Cars*. Utilities Policy. S/l: Elsevier, 2008.

IEA. *Key World Energy Statistics 2009*. Paris: 2009.

KLEIN, J. *How the Prius went viral*. 2008. Disponível em <http://www.toplinestrategy.com/green_form.htm>. Acesso em: 13 de setembro de 2009.

SOVACOO, B. K.; HIRSH, R. F. *Beyond batteries: an examination of the benefits and barriers to plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) and a Vehicle-to-Grid (V2G) transition*. Energy Policy. S/l: Elsevier, 2008.

STRUBEN, J.; Sterman, J. D. *Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems*, 2006. Disponível em: <<http://www.systemdynamics.org/conferences/2006/proceed/papers/STRUB391.pdf>>. Acesso em: 26 de agosto de 2009.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *National Transportation Statistics*. 2010. Disponível em: <http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_12.html>. Acesso em: 15 de junho de 2010.