

Etanol e veículos elétricos: via de mão única ou dupla?*

Fabiano Mezadre Pompermayer

1 Introdução

A matriz energética brasileira é das mais limpas do mundo, com mais de 45% da energia consumida no país sendo gerada a partir de fontes renováveis (BRASIL, 2008). A matriz energética mundial possui apenas 12,9% de fontes renováveis. Das fontes renováveis consumidas no Brasil para geração de energia, 37% provêm da cana-de-açúcar – somando-se o etanol e o bagaço de cana –, 30% de energia hidráulica, 26% de lenha e carvão vegetal e 7% de outras fontes.

A geração de energia, seja para a produção de eletricidade, seja para transporte de pessoas e cargas, é o principal fator de emissões de gases de efeito estufa no mundo. No Brasil, a geração de eletricidade é fortemente baseada na energia hidráulica, com baixas emissões líquidas de gases de efeito estufa, mas as emissões provenientes dos transportes são consideráveis. A isto se acrescentam as emissões oriundas do desmatamento, ainda considerado a maior fonte emissora de CO₂ no país. As pressões internacionais para a redução de emissões no Brasil estão focadas no desmatamento, em especial da Amazônia. Assim, as exigências quanto à redução de emissões a partir da geração de energia no Brasil ainda são reduzidas, não obstante a participação de fontes renováveis em nossa matriz vir decrescendo.

As pressões para que se reduzam as emissões na geração de energia, especialmente a usada em transportes, têm crescido substancialmente, apesar de a COP15¹ ter apresentado poucos avanços concretos. Na Europa, as emissões do setor de transporte respondem por mais de um quinto do total, e este é o único setor que as tem aumentado (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2010).

Grande parte das emissões de gases de efeito estufa nesse setor ocorre no transporte individual diário, no qual as pessoas utilizam seus carros para ir de casa ao trabalho, e do trabalho para casa, em deslocamentos curtos e geralmente a baixas velocidades. É exatamente neste tipo de transporte que os automóveis elétricos podem substituir os automóveis movidos a motores de combustão interna, reduzindo substancialmente a emissão de poluentes. É claro que existe a possibilidade

de emissão de gases na geração da energia elétrica, dependendo da fonte utilizada. De qualquer forma, já haveria uma redução das emissões de gases de efeito estufa, pois os automóveis elétricos são mais eficientes que os movidos a motores de combustão interna no tráfego urbano, em especial quando em baixas velocidades e constantes acelerações e frenagens. Na Europa, considerando a atual matriz de geração elétrica – que contém fontes não emissoras de CO₂, como a nuclear e a eólica, mas também utiliza carvão mineral, óleo combustível e gás natural –, estima-se que as emissões seriam reduzidas em 50% com a substituição de automóveis com motores a combustão interna por automóveis elétricos. A Agência Ambiental Europeia estima que veículos elétricos corresponderão a 60% das vendas em 2050, constituindo cerca de 25% da frota mundial. Entretanto, este seria o cenário moderado, e as estimativas têm grande variação devido às incertezas quanto ao desenvolvimento tecnológico e ao comportamento do consumidor. Para um horizonte mais curto, as próprias montadoras projetam em 2% a participação de carros elétricos nas vendas mundiais de automóveis em 2020, com a Renault-Nissan sendo mais otimista, projetando 10% de participação (CAMPOS, 2010).

O etanol também seria adequado para substituir os combustíveis fósseis usados no transporte individual diário, com a vantagem de ter aplicação mais versátil que os automóveis puramente elétricos, podendo proporcionar mais autonomia e ser usado em veículos de maior porte. Porém, existem barreiras à utilização de ambas as tecnologias. No Brasil, a solução natural seria o uso mais intensivo do etanol, associado a uma melhor oferta de transporte público urbano. Entretanto, nos demais países, a tecnologia de veículos elétricos despontou como a melhor alternativa para os veículos com motores de combustão interna. Tal escolha é influenciada, também, pela intenção de se renovar a indústria nos países mais desenvolvidos, principalmente após a crise financeira de 2008.

É interessante, ou mesmo viável, o Brasil se isolar em relação ao mundo quanto à tecnologia usada na propulsão de automóveis? Os fabricantes de automóveis

* O autor agradece as sugestões dos colegas do Ipea com os quais discutiu o texto em seminário interno.

1. COP15: UN Climate Change Conference – 2009, em Copenhague.

manteriam no país produtos tecnologicamente tão distintos? Haveria evolução tecnológica dos motores movidos a etanol, ou dos motores *flex*, se o único mercado consumidor fosse o nosso?

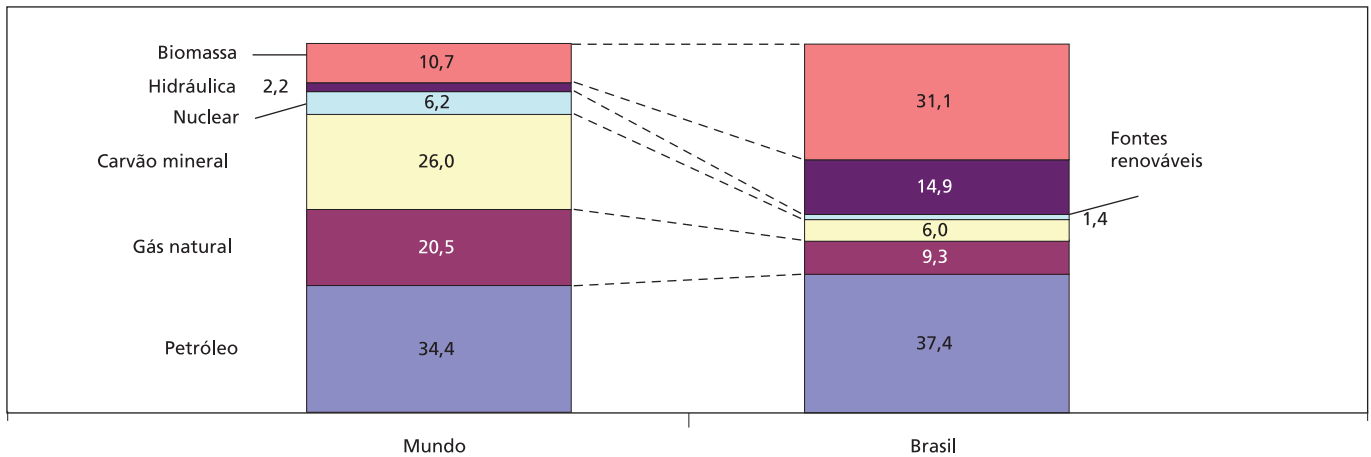
Este estudo busca analisar algumas das opções para o etanol brasileiro num cenário de ampla utilização dos automóveis elétricos nos demais países

do mundo, fomentando o debate sobre as políticas públicas brasileiras em relação a meio ambiente, energia, indústria, e pesquisa e desenvolvimento.

2 Matriz energética brasileira

Mais de 45% da matriz energética brasileira é proveniente de fontes renováveis, numa composição bem melhor que a matriz energética mundial (gráfico 1).

Gráfico 1. Matriz energética por fonte – mundo e Brasil (2006)

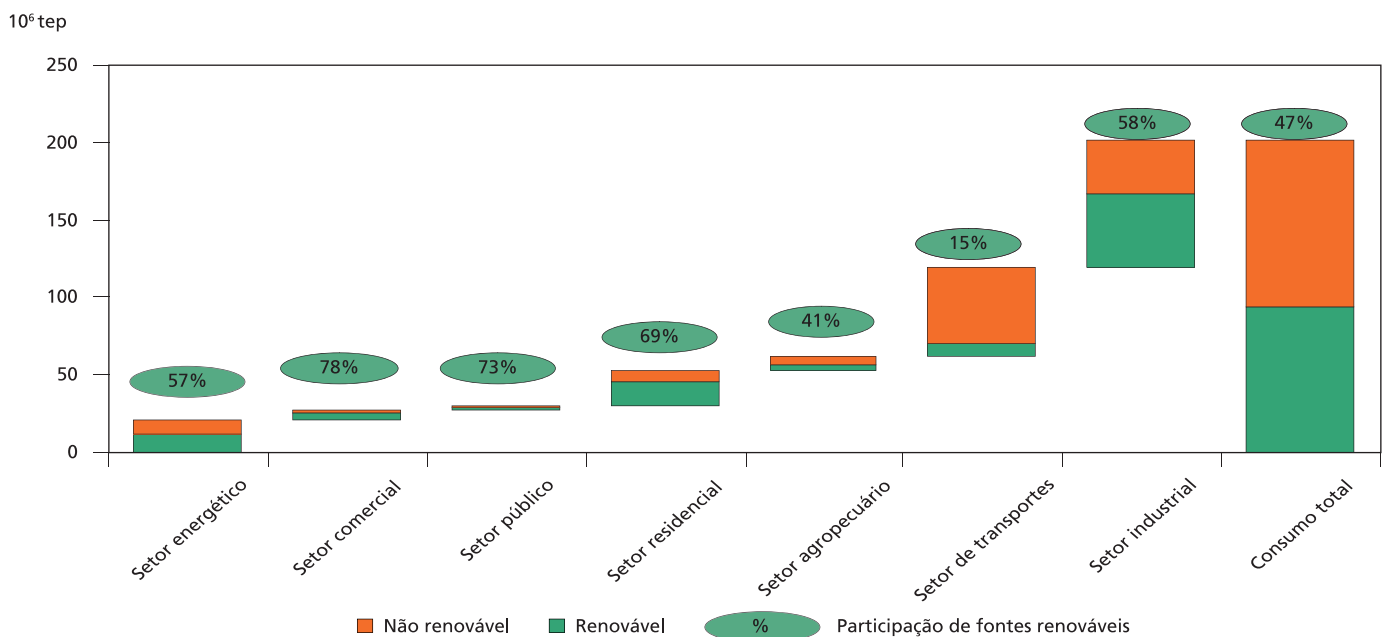


Fonte: Balanço Energético Nacional – 2007.

Entretanto, ao se avaliar o consumo de energia por setor, aparecem alguns pontos dignos de atenção. Conforme o gráfico 2, os dois setores de maior consumo são o industrial e o de transportes, os quais, em comparação aos demais, recorrem menos

a fontes renováveis, devido, basicamente, ao menor uso de energia elétrica. Esta, no Brasil, é originária principalmente da energia hidráulica, o que permite, na geração elétrica, um índice de fontes renováveis de 89% – contra 18% da média mundial.

Gráfico 2. Consumo de energia por setor e tipo de fonte



Fonte: Balanço Energético Nacional – 2007.

O segundo ponto de atenção, mais importante, é que o setor de transporte opera com um índice de fontes renováveis de apenas 15%. Saliente-se que, se comparado ao mesmo setor em outros países, é um ótimo índice, devido ao uso do etanol em parte dos automóveis brasileiros, e à adição do etanol anidro à gasolina. Contudo, é um setor cujo consumo de energia vem crescendo fortemente, e com ele as emissões de gases de efeito estufa, apesar do emprego do etanol.

Um dos principais problemas causadores de emissões no setor de transporte é sua baixa eficiência energética. No transporte de cargas inter-regional há o uso intensivo do modal rodoviário, em detrimento do ferroviário e do aquaviário. Por sua vez, nos centros urbanos a oferta precária de transporte público e a maior facilidade de aquisição de automóveis e motocicletas têm aumentado o transporte individual (CARVALHO e PEREIRA, 2009), que leva mais veículos às ruas, provocando congestionamentos e mais poluição. Mesmo sem os congestionamentos, o transporte individual já é menos eficiente, do ponto de vista energético, do que o transporte público. O uso do etanol resolve em parte o problema de emissões, mas pouco contribui para uma melhor eficiência energética. Em resumo, há um sério risco de o Brasil deixar de ter uma matriz energética das mais limpas do mundo, em virtude do alto consumo de energia não renovável no setor de transportes.

3 Carros elétricos: vantagens e principais barreiras a sua utilização

Automóveis elétricos são excelentes candidatas a substituírem os automóveis convencionais em seu uso mais frequente, que é o transporte diário de casa para o trabalho e de volta para casa ao final do dia. Pesquisas realizadas na Europa indicam que cerca de 80% das viagens de automóveis perfazem menos de 20 quilômetros, e que os europeus percorrem, em média, menos de 40 quilômetros por dia (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2009). Para estas distâncias, o automóvel elétrico é perfeitamente aplicável, pois se trata de percursos inferiores aos permitidos pelas baterias, que têm na baixa autonomia uma de suas principais limitações. Além da menor emissão de gases de efeito estufa,

que pode ser até zero, dependendo do método de geração de energia elétrica, os automóveis elétricos não produzem outros poluentes, como particulados, e são muito mais silenciosos que os automóveis convencionais, a motores de combustão interna.²

Entretanto, o que fazer nos dias em que o usuário precisa realizar viagens mais longas? Parar a cada 200 quilômetros para recarregar as baterias por duas a quatro horas não é uma opção plausível. Um modelo que pode viabilizar tanto curtas quanto longas viagens é o desenhado pela Better Place,³ empresa americana que propõe um modelo de *leasing* de baterias, com uma rede de pontos de recarga e postos de troca de bateria, caso não se disponha de tempo para deixar o veículo ligado na tomada. Outra opção é a de veículos híbridos, com motores de combustão interna associados a baterias e motores elétricos, cuja autonomia chega a superar a dos automóveis convencionais. Esta alternativa, entretanto, envolve maiores custos por veículo que um modelo puramente elétrico.

Outra barreira ao pleno uso de automóveis elétricos é que, para conseguirem maior autonomia e usarem baterias menores, seu componente de mais alto custo, os automóveis elétricos tendem a ser pequenos. Os compradores de automóveis costumam associar carros pequenos a carros populares, não aceitando pagar um preço prêmio por tais automóveis, que teriam custo de fabricação mais alto se fossem elétricos. Além disso, o consumidor de automóvel também prefere comprar um veículo que atenda a todas as suas utilizações – inclusive a sua viagem no feriado, quando precisa de um veículo grande e com boa autonomia, mesmo que seu uso mais frequente seja para rodar menos de 40 quilômetros diários, e com apenas um ocupante.

Há ainda a questão da infraestrutura elétrica, tanto para geração quanto para distribuição. Pontos diversos para recarga das baterias serão necessários, assim como postos de troca no modelo de *leasing* de baterias. Além disso, sistemas inteligentes de fornecimento de energia elétrica (*smart electricity grids*) são necessários para evitar picos de consumo de energia elétrica e viabilizar a geração a partir de fontes renováveis, como a hidráulica, a eólica e a solar. Estes sistemas podem assegurar o fornecimento de energia para recarga de cada bateria quando houver oferta de eletricidade proveniente destas fontes, ou mesmo quando o custo de geração for mais baixo, ainda que procedente de combustíveis fósseis.

2. Estudos indicam uma eficiência energética global de 20% a 50% melhor dos veículos elétricos em relação aos movidos a gasolina, considerando-se a geração de eletricidade em termelétricas a carvão mineral e a gás natural. Sobre esse assunto, há alguns estudos disponíveis em: <www.cleancaroptions.com/html/energy_efficiency.html>; <www.straightdope.com/columns/read/2759/are-electric-cars-really-more-energy-efficient>; <techpulse360.com/2009/12/23/are-electric-cars-more-energy-efficient-than-gasoline-the-answer-is-yes/>; e <www.fueleconomy.gov/feg/byclass.htm>.

3. Disponível em: <www.betterplace.com>.

Por fim, deve-se mencionar o descarte das baterias. Além do alto custo de produção, as baterias não podem – ou pelo menos não devem – ser descartadas em lixo comum ao final de sua vida útil. As baterias têm em sua composição metais pesados, que são tóxicos, podendo trazer danos se descartados inadequadamente. Isto acrescenta custos à utilização do veículo elétrico.

4 Etanol: concorrente ou complementar aos carros elétricos?

Veículos movidos a etanol seriam naturais substitutos dos automóveis convencionais – devendo-se sempre colocar na balança as demais oportunidades, custos e sacrifícios de usos de recursos concorrentes. Não há perda expressiva de autonomia em relação aos veículos movidos a gasolina, sendo possível utilizar o etanol em veículos de maior porte, e tecnologicamente a proposta não implica grande mudança para a indústria automobilística. As principais barreiras para seu uso em larga escala nos demais países do mundo são: a necessidade de se construir uma infraestrutura de distribuição e abastecimento, dado que os tanques e dutos usados para derivados de petróleo estariam suscetíveis a corrosão se usados para o etanol; e a necessidade de importação do etanol, devido à pequena capacidade de produção local nos países de maior consumo. Discute-se também a potencial redução da área plantada para a produção de alimentos. Entretanto, o destaque que os países desenvolvidos deram a este argumento, no passado, sugere mais o propósito de desviar a atenção da real ameaça que o etanol lhes traz: a dependência energética em relação aos poucos países produtores. Esta é, provavelmente, a principal barreira à adoção do etanol como substituto de boa parte dos derivados de petróleo no transporte. Nesse sentido, ressalte-se que o Brasil é o país que apresenta melhores condições de produzir etanol em quantidades e custos aceitáveis.

Sempre existe a possibilidade de se aumentar a oferta de etanol produzido por outros países. Por exemplo, alguns países da África, do Caribe e da América do Sul podem produzir etanol a partir da cana-de-açúcar, usando técnicas de plantio e tecnologias de destilação brasileiras. Isto, contudo, não reduziria a dependência externa dos principais países consumidores de combustíveis para automóveis, apenas reduziria a concentração da oferta. Outra opção é a produção de etanol de segunda geração,⁴ que, todavia, ainda

está em fase de pesquisa. Em princípio, este tipo de etanol poderia ser produzido nos principais países consumidores. O ponto negativo desta alternativa é que, em relação ao etanol destilado da cana-de-açúcar, o Brasil é menos avançado nesta tecnologia.

Por um lado, em comparação ao automóvel elétrico o veículo movido a etanol é mais versátil e tecnologicamente mais parecido com os automóveis convencionais, e a adequação necessária quanto à infraestrutura é menos complicada. Por outro, a dificuldade de produção do etanol é uma barreira forte, e os automóveis elétricos geralmente propiciam melhor eficiência energética.

Se for confirmada a preferência pelos automóveis elétricos nos países desenvolvidos, e também em países com grande demanda por automóveis, como China e Índia, qual seria a aplicabilidade da tecnologia de motores movidos a etanol já consolidada no Brasil? Seria adequado restringir os automóveis elétricos no Brasil para garantir mercado aos atuais fabricantes de automóveis *flex* e aos produtores de etanol? Seria possível exportar o modelo de automóveis *flex* para o restante da América do Sul?

Uma aplicação viável para o etanol, não concorrente com os automóveis elétricos, seria seu uso no transporte de cargas, em caminhões e mesmo trens, e, no transporte público urbano, nos ônibus. Estes veículos apresentam consumo energético por quilômetro muito alto, além de operarem por longos períodos, sendo inviável a utilização de baterias elétricas para sua propulsão. A adequação dos motores de combustão movidos a óleo diesel para funcionar com etanol é viável, a um custo ligeiramente superior ao das adequações necessárias ao motor de combustão movido a gasolina. No Brasil, sua utilização ainda não é adequada devido ao custo por quilômetro que um caminhão teria para rodar com etanol, muito superior ao custo do diesel. Nos outros países, onde o etanol ainda não é empregado em substituição à gasolina, isto é, onde seu preço final não é balizado pelo preço da gasolina, a introdução do etanol em substituição ao diesel seria factível com uma menor necessidade de subsídios que no Brasil. Em vez de subsídios, podem-se introduzir impostos sobre o consumo de

4. Diversas são as rotas tecnológicas atualmente pesquisadas para o desenvolvimento dos novos processos de segunda geração, sendo, no momento, a hidrólise e a gaseificação da biomassa as mais promissoras. A este respeito, consultar: <www.agroreodenoticias.com.br>.

combustíveis emissores de gases de efeito estufa, não incidentes no etanol. O etanol, neste caso, competiria com o biodiesel, que já vem sendo usado nestes tipos de veículos. O biodiesel exige menor adaptação dos motores a diesel. Por seu turno, a oferta de biodiesel tem sofrido restrições de óleos vegetais para sua fabricação. A principal fonte, atualmente, é o óleo de soja, cujo preço internacional tem onerado os cofres públicos para sua utilização como insumo do biodiesel. A melhor opção “verde”, seja etanol ou biodiesel, para os veículos atualmente movidos a diesel, dependerá de diversos fatores, entre eles a eficiência na produção agrícola em termos de área plantada necessária por quilômetro rodado.

Outra possibilidade é o emprego do etanol nos automóveis de porte médio e grande, como grandes *sedans*, *vans*, camionetes e *sport utility vehicles* (SUVs), nos quais o uso de propulsão puramente elétrica é menos adequado. Para estes veículos, cujos preços já são mais elevados, poderia ser utilizada a tecnologia de propulsão híbrida, a bateria elétrica e a motor de combustão interna, dependendo da opção mais eficiente em cada condição de tráfego e da autonomia necessária. Este motor a combustão interna seria movido a etanol. Obviamente, esta opção também é viável para os derivados de petróleo, gasolina e óleo diesel, o que para o Brasil, como potencial exportador de petróleo e derivados, não é mau negócio, pois mantém a demanda mundial por estes produtos. De qualquer forma, para viabilizar tanto o etanol quanto os veículos elétricos, ou no mínimo acelerar a mudança, uma eficiente regulação, com a combinação de incentivos e penalidades, deve ser elaborada.

A energia para os carros elétricos se originará das fontes existentes, e dado o custo de geração mais elevado a partir das fontes solar e eólica, é natural que parte seja proveniente de combustíveis fósseis, ou ainda da energia nuclear. Neste contexto, uma possibilidade é a utilização do etanol, e de outros produtos da cana-de-açúcar, nas centrais termelétricas. Para gerar energia elétrica de combustíveis fósseis com reduzida emissão de gases de efeito estufa estão sendo estudadas as tecnologias de captura e armazenagem de carbono, mais conhecidas como CCS (*carbon capture and storage*). Entretanto, mesmo que se tornem viáveis técnica e economicamente, os sistemas de CCS devem ser implantados, primeiramente, em novas termelétricas. Nas centrais existentes, movidas

a carvão mineral, óleo combustível e gás natural, a adaptação para o CCS pode ser onerosa demais. Nestas, poderia ser utilizado o etanol, ou mesmo outras fontes renováveis como o carvão vegetal, para as quais os custos de conversão devem ser menores que para o CCS. Isto reduziria sobremaneira as emissões na geração de energia elétrica nestas centrais.

5 Considerações finais

A utilização do etanol como combustível dos automóveis nos demais países do mundo não parece ser a opção de mais provável escolha para se reduzir a emissão de gases de efeito estufa, sendo o uso de automóveis elétricos a opção mais discutida no momento. Neste cenário, nem mesmo a utilização do etanol no Brasil parece viável, uma vez que a tecnologia de motores de combustão interna para pequenos veículos ficaria praticamente restrita ao país.

Entretanto, o uso de eletricidade para a propulsão de veículos é menos adequada quando os veículos são grandes e quando sua operação ocorre por longos períodos ininterruptos, como no transporte de carga e no transporte público urbano. Esta é uma potencial aplicação do etanol em substituição aos combustíveis fósseis atualmente utilizados. Para viabilizar este cenário, há ainda algumas barreiras, em especial o preço do etanol em relação ao do óleo diesel no Brasil, que tornaria antieconômico o emprego do etanol nos veículos hoje movidos a óleo diesel. Ademais, apesar de já existir tecnologia para se utilizar o etanol nos veículos movidos a diesel, ela se encontra em um grau de desenvolvimento menor que o dos motores *flex*, de ciclo Otto, usados em automóveis. Existe ainda a opção do biodiesel, que atualmente enfrenta dificuldades no que concerne ao aumento da oferta de óleos vegetais a um custo competitivo.

A opção que talvez tenha menor resistência nos países desenvolvidos é a utilização do etanol em automóveis de grande porte, preferencialmente de propulsão híbrida. Os veículos híbridos já têm o apelo de agredirem menos o meio ambiente. Se os motores de combustão interna neles utilizados forem movidos a etanol, eles teriam virtualmente emissões zero de CO₂, equiparando-se aos veículos puramente elétricos. Além disso, não teriam o problema das emissões na geração de energia elétrica, que geralmente ocorre em centrais termelétricas. Por fim, seriam automóveis versáteis, podendo ser usados tanto no deslocamento diário, de

curta distância, quanto em percursos de longa distância e com maior quantidade de pessoas e carga, como nos fins de semana. Para fomentar esta aplicação, o Brasil precisará interagir com a indústria automobilística mundial, tanto para fornecer etanol aos automóveis híbridos já fabricados nos países desenvolvidos, como a fim viabilizar a utilização destes veículos em seu próprio território, onde a infraestrutura de distribuição do etanol já está desenvolvida.

Ainda não há uma definição de qual será a tecnologia dominante na propulsão ecologicamente correta dos veículos, sejam estes movidos a baterias elétricas, a biocombustíveis como o etanol, ou mesmo a células de hidrogênio. Os países desenvolvidos continuam avaliando os biocombustíveis, e o Brasil conseguiu bons resultados nas avaliações de seu etanol pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) e pelo Instituto Internacional para Pesquisa em Política Alimentar (IFPRI) (AL-RIFFAI, DIMARANAN, e LABORDE, 2010). A manutenção dos preços do petróleo em patamares elevados, em especial os anteriores à crise de 2008, contribuiu para o desenvolvimento dos veículos elétricos, mas também incentiva o etanol. De qualquer forma, se há interesse do Brasil em viabilizar o etanol como forma de reduzir a emissão de gases de efeito estufa no mundo, é necessário pensar em alternativas que

se complementem às demais tecnologias, caso não seja possível tornar o etanol a opção dominante. Além disso, se o etanol não for adotado nos demais países, que não se incorra no erro de isolar o Brasil tecnologicamente, apenas para viabilizar sua utilização. Aplicações diversas existem para o etanol, sendo necessário o seu desenvolvimento, bem como a elaboração de um eficiente sistema de incentivos e penalidades que leve o usuário a adotá-lo.

Referências

- AL-RIFFAI, P.; DIMARANAN, B.; LABORDE, D. **Global trade and environmental impact study of the EU Biofuels Mandate**. IFPRI, Final Draft Report, March, 2010. Disponível em: <www.ifpri.org>.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional**. 2008 Disponível em: <www.epe.gov.br>.
- CAMPOS, J. R. Montadoras na encruzilhada. **Valor Econômico**, 8 de abril, 2010.
- CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. **Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil**. Brasília: Ipea. Boletim Regional, urbano e ambiental, n. 03, dez. 2009.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **The electric car - a green transport revolution in the making?** Jan., 2010. Disponível em: <www.eea.europa.eu/articles>.