



4th International Workshop - Advances in Cleaner Production
São Paulo - Brazil - 22nd to 24th, May - 2013

*... abordagens proativas que promovam
transição para uma sociedade
mais sustentável...*

Análise Crítica da Integração em Larga Escala de Veículos Elétricos No Brasil

Douglas Wittmann

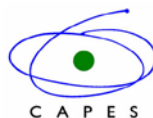
Universidade de São Paulo - Instituto de Energia e Ambiente

Thiago Ferrari Wittmann

Multinacional do Setor Privado - Marketing e Produto

Célio Bermann

Universidade de São Paulo - Instituto de Energia e Ambiente



Academic Work



Cenário:

Em termos de energia, tem-se fundamental que soluções - que permitam construir um futuro mais sustentável que o atual - façam uso de tecnologias mais limpas e eficientes, e na medida do possível, a partir de fontes renováveis (Goldemberg, 2010)



Cenário:

Entrave para Sustentabilidade >>> Setor de Transportes

Em termos de energia, tem-se fundamental que soluções - que permitam construir um futuro mais sustentável que o atual - façam uso de tecnologias mais limpas e eficientes, e na medida do possível, a partir de fontes renováveis (Goldemberg, 2010)



População global, na ordem de sete bilhões de pessoas, cada vez mais em áreas urbanas. 26 cidades superando 10 milhões de habitantes. Mais de 850 milhões de veículos consumindo anualmente trilhões de litros de combustíveis fósseis; emitindo quase três bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) e, congestionando caoticamente os grandes centros urbanos (Mitchell, 2010)

Cenário:

Entrave para Sustentabilidade >>> Setor de Transportes

Em termos de energia, tem-se fundamental que soluções - que permitam construir um futuro mais sustentável que o atual - façam uso de tecnologias mais limpas e eficientes, e na medida do possível, a partir de fontes renováveis (Goldemberg, 2010)



População global, na ordem de sete bilhões de pessoas, cada vez mais em áreas urbanas. 26 cidades superando 10 milhões de habitantes. Mais de 850 milhões de veículos consumindo anualmente trilhões de litros de combustíveis fósseis; emitindo quase três bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) e, congestionando caoticamente os grandes centros urbanos (Mitchell, 2010)

Brasil: Entrave similar. Frota ativa avaliada em 34,7 milhões de veículos automotores, dos quais 32,2 milhões (92,8%) de veículos leves (ANFAVEA, 2012). O setor de transportes foi responsável, em 2011, por 30,0% do consumo energético; consumiu 83% a partir de fontes não renováveis e; liberou 48,2% das emissões de CO₂ antrópicas do país (EPE, 2012)

Questão

- Uma alternativa que vem se firmando, ao redor do mundo, é representada por veículos elétricos. 4,5 milhões, sendo 95% híbridos, já estão, lá fora, em circulação. O veículo leve elétrico (VE) se apresenta silencioso, não poluente dos centros urbanos e consumidor de menos combustível (Feldmann, 2013). **O Brasil, com sua frota de 35 milhões de veículos, licenciou, até 2012, somente 72 automóveis elétricos. Por quê?**

Questão - Objetivo

- Uma alternativa que vem se firmando, ao redor do mundo, é representada por veículos elétricos. 4,5 milhões, sendo 95% híbridos, já estão, lá fora, em circulação. O veículo leve elétrico (VE) se apresenta silencioso, não poluente dos centros urbanos e consumidor de menos combustível (Feldmann, 2013). **O Brasil, com sua frota de 35 milhões de veículos, licenciou, até 2012, somente 72 automóveis elétricos. Por quê?**
- Objetiva-se fornecer uma análise crítica da integração em larga escala de veículos elétricos no Brasil. São apresentados e discutidos aspectos referentes a:
 - **recarga e autonomia;**
 - **investimento aquisitivo e custo operacional;**
 - **impactos no sistema elétrico brasileiro, na cadeia do etanol e da gasolina;**
 - **reflexos na matriz energética do país e, outros fatores relacionados.**

Questão - Objetivo - Método - Resultado

- Uma alternativa que vem se firmando, ao redor do mundo, é representada por veículos elétricos. 4,5 milhões, sendo 95% híbridos, já estão, lá fora, em circulação. O veículo leve elétrico (VE) se apresenta silencioso, não poluente dos centros urbanos e consumidor de menos combustível (Feldmann, 2013). **O Brasil, com sua frota de 35 milhões de veículos, licenciou, até 2012, somente 72 automóveis elétricos. Por quê?**
- Objetiva-se fornecer uma análise crítica da integração em larga escala de veículos elétricos no Brasil. São apresentados e discutidos aspectos referentes a:
 - **recarga e autonomia;**
 - **investimento aquisitivo e custo operacional;**
 - **impactos no sistema elétrico brasileiro, na cadeia do etanol e da gasolina;**
 - **reflexos na matriz energética do país e, outros fatores relacionados.**
- Os dados são apresentados por metodologia clássica de pesquisa, análise e síntese. O tratamento ocorre sob ótica multidisciplinar. É desenvolvida uma visão, de cunho científico, quantitativa e qualitativa, dos fatos presentes e de projeção futura, deles extraíndo-se respostas sobre a idealidade.

Tecnologia Atual

VEs. Veículos que possuam um ou mais motores de tração, sendo um deles elétrico. Para efeito deste estudo, pode-se classificá-los (1 a 3) (Quadro 1):

Tipo	Motorização	Gerador (GE)	Pacote de Baterias	Recarga	Princípio
1.) VE Puro a Bateria	ME	Não possui	Usualmente a Íons de Lítio	Rede pública	Tração por ME acionado por controlador eletrônico e alimentado por energia armazenada em baterias recarregáveis externamente.
2.) VE Híbrido	ME + MCA	GE	Íons de Lítio	Não requer	Há versões com tração por ME e versões com tração combinada ME + MCA. A energia é armazenada em baterias recarregadas por GE movido pelo MCA e por forças de desaceleração e frenagem. Módulo eletrônico mantém a recarga em nível ideal e o MCA em operação ótima ou desligado.
3.) VE Híbrido Plug-in	ME + MCA	GE	Íons de Lítio	Rede pública opcional	Similar ao híbrido, porem podendo ser conectado à rede elétrica para recarga.

Quadro 1. Tipificação dos VEs, em função da diferenciação do acionamento e da recarga. *Obs.1: há outros tipos, o VE a célula de combustível, o VE conectado à rede de tróibus e o VE solar; estes não fazem parte do foco do trabalho. Obs.2: Elaboração a partir de dados da ABVE (2012).*

Recarga

Inexiste, até o presente, infraestrutura de recarga para VEs no Brasil.

- Rio de Janeiro. Instalação do primeiro posto de abastecimento de VEs, em 2009, por parceria entre as empresas Nissan e Petrobrás (Estadão, 2009).
- São Paulo. Primeiro posto de abastecimento de VEs instalado em 2012, por parceria público-privada, no Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP).

Recarga

Inexiste, até o presente, infraestrutura de recarga para VEs no Brasil.

- Rio de Janeiro. Instalação do primeiro posto de abastecimento de VEs, em 2009, por parceria entre as empresas Nissan e Petrobrás (Estadão, 2009).
- São Paulo. Primeiro posto de abastecimento de VEs instalado em 2012, por parceria público-privada, no Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP).

A inexistência de infraestrutura de recarga, no Brasil, tem conotação embrionária. O governo se mantém absterido - tendo-se aí uma clara necessidade de difusão de conhecimento correto e; de políticas públicas, capazes de nortear as atividades da iniciativa privada.

- Primeiro passo de solução. Declínio unificando a adoção por qual das tecnologias disponíveis. Se normalização por substituição dos packs, ou por recarga a bordo, bem como questões como potência individual, localização, formato, manuseio e regime horário.
- Passo subsequente. Regulamentação legal. A iniciativa privada estaria, assim, norteada; tal qual historicamente se verificou ocorrer quando da introdução de outros avanços tecnológicos.

Impactos na rede são passíveis de vir ou não a ocorrer, conforme se administre a questão dos horários de ponta.

Autonomia

O eletro posto do IEE abriga um programa em parceria com a Prefeitura de São Paulo, no abastecimento de frota de 10 taxis VEs da marca Nissan (Feldmann, 2013).



Fig. 1. Eletroposto IEE. Fonte: divulgação

Autonomia

O eletro posto do IEE abriga um programa em parceria com a Prefeitura de São Paulo, no abastecimento de frota de 10 taxis VEs da marca Nissan (Feldmann, 2013).

- Os taxis VEs têm rodado em percursos variando entre 115 a 160 km por dia e por recarga.



Fig. 1. Eletroposto IEE. Fonte: divulgação

Autonomia

O eletro posto do IEE abriga um programa em parceria com a Prefeitura de São Paulo, no abastecimento de frota de 10 taxis VEs da marca Nissan (Feldmann, 2013).

- Os taxis VEs têm rodado em percursos variando entre 115 a 160 km por dia e por recarga.
- O custo da recarga elétrica tem se apresentado na ordem de 25% de um equivalente MCA.



Fig. 1. Eletroposto IEE. Fonte: divulgação

Autonomia

O eletro posto do IEE abriga um programa em parceria com a Prefeitura de São Paulo, no abastecimento de frota de 10 taxis VEs da marca Nissan (Feldmann, 2013).

- Os taxis VEs têm rodado em percursos variando entre 115 a 160 km por dia e por recarga.
- O custo da recarga elétrica tem se apresentado na ordem de 25% de um equivalente MCA.
- O tempo da recarga tem variado de 30 minutos a seis horas, em função do nível da recarga e do tipo de conexão – *rápida ou lenta*.



Fig. 1. Eletroposto IEE. Fonte: divulgação

Autonomia

O eletro posto do IEE abriga um programa em parceria com a Prefeitura de São Paulo, no abastecimento de frota de 10 taxis VEs da marca Nissan (Feldmann, 2013).

- Os taxis VEs têm rodado em percursos variando entre 115 a 160 km por dia e por recarga.
- O custo da recarga elétrica tem se apresentado na ordem de 25% de um equivalente MCA.
- O tempo da recarga tem variado de 30 minutos a seis horas, em função do nível da recarga e do tipo de conexão – *rápida ou lenta*.
- O desempenho urbano tem sido satisfatório e a manutenção nula.

Estes valores apontados condizem com outras fontes pesquisadas, para o caso de VEs a bateria.

Para o caso de VEs híbrido plug-in, tenha-se em conta que a autonomia obtida – *ampliada por GE a bordo* – pode atingir número da ordem de 500 km; e no caso dos híbridos autônomos, é irrestrita.



Fig. 1. Eletroposto IEE. Fonte: divulgação



Investimento Aquisitivo

Mercadologicamente, o atual patamar de preço prossegue como barreira para penetração em larga escala.

Investimento Aquisitivo

Mercadologicamente, o atual patamar de preço prossegue como barreira para penetração em larga escala.

Tem-se no Brasil, tributação com carga podendo atingir 120%.

- 25% relativos ao imposto sobre produtos industrializados (IPI), 35% de imposto de importação (II), 13% de PIS/COFINS, 12% a 18% de imposto de circulação de mercadorias (ICMS), conforme o Estado. Além de taxas alfandegárias e outras despesas decorrentes.

Investimento Aquisitivo

Mercadologicamente, o atual patamar de preço prossegue como barreira para penetração em larga escala.

Tem-se no Brasil, tributação com carga podendo atingir 120%.

- 25% relativos ao imposto sobre produtos industrializados (IPI), 35% de imposto de importação (II), 13% de PIS/COFINS, 12% a 18% de imposto de circulação de mercadorias (ICMS), conforme o Estado. Além de taxas alfandegárias e outras despesas decorrentes.

Os VEs são enquadrados na categoria “outros” por inexistência de específica. Equiparação aos MCA flexfuel de menor cilindrada – *poluem menos, consomem menos e permitem participação de fontes renováveis* - traria redução do IPI de 25% para 7%.

Outras medidas poderiam atuar, em somatória, tal qual o Governo administrou, todo um conjunto de medidas, para que se lograsse êxito nos programas do etanol, do biodiesel e dos motores *flexfuel*

Investimento Aquisitivo

Mercadologicamente, o atual patamar de preço prossegue como barreira para penetração em larga escala.

Tem-se no Brasil, tributação com carga podendo atingir 120%.

• 25% relativos ao imposto sobre produtos industrializados (IPI), 35% de imposto de importação (II), 13% de PIS/COFINS, 12% a 18% de imposto de circulação de mercadorias (ICMS), conforme o Estado. Além de taxas alfandegárias e outras despesas decorrentes.

Os VEs são enquadrados na categoria “outros” por inexistência de específica. Equiparação aos MCA flexfuel de menor cilindrada – *poluem menos, consomem menos e permitem participação de fontes renováveis* - traria redução do IPI de 25% para 7%.

Outras medidas poderiam atuar, em somatória, tal qual o Governo administrou, todo um conjunto de medidas, para que se lograsse êxito nos programas do etanol, do biodiesel e dos motores *flexfuel*

Os players interessados nos VES são unânimes em considerar que **a atual carga tributária está inviabilizando os VEs frente aos seus congêneres a MCA.**

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) acena com redução tributária, mas adverte que o Governo só estaria intervindo, havendo produção nacional. Ora, quem vai investir sem viabilidade financeira? É uma situação, para startup, de necessidade de intervenção do Estado – *premissa da Economia.*

Tem-se no aspecto tributário, outra clara falta de políticas públicas, para que se obtenha integração em larga escala dos VEs.

Custo Operacional

(1) Auto	(2) Investimento aquisitivo (R\$)	(3) Consumo/ km	(4) Custo do combustível (R\$)	(5) = (3) x (4) Custo por combustível/km (R\$/km)	(6) = (2) ÷ 365.000 Custo por depreciação do investimento (100 km/dia x 10 anos = 365.000 km) (R\$/km)	(7) = (5) + (6) Custo operacional resultante (R\$/km)
VE Nissan Leaf	95.000	0,165 kWh	0,3768/kWh	0,062	0,2603	0,3223
VE Híbrido Toyota Prius	120.000	0,0667 l gasolina	2,5/l	0,1668	0,3288	0,4956
MCA Congênere (hatch médio)	55.000	0,1 l álcool	1,9/l	0,19	0,1507	0,3407

Tabela 1. Comparativo de custo operacional entre um VE, um VE híbrido e um MCA, agregando-se a depreciação do capital ao custo de combustível.

Confirmação de maior economia no custo de energia por quilômetro (km) rodado para os VEs; vantagem que tende a desaparecer quando se acresce o custo de depreciação; nesse caso tornando os VEs menos econômicos quando em baixas escalas de quilometragem.

Impactos no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB)

A penetração, dos VEs, deve ocorrer, no início paulatinamente, à medida que os consumidores se apercebam de suas vantagens. Mas seguida, em segundo instante, de aumentos substanciais. Estes aumentos conduziriam a números em patamares entre 1,5 milhão a 4 milhões de unidades, para por volta de 2020, segundo convergência de levantamentos entre a ABVE (2013), Feldmann (2013) e Borba (2012; 2013), entre outros.

Mesmo para o cenário otimista **(4 milhões em 2020)**, os VEs ainda não estariam representando problemas insolúveis para o SEB, vindo a significar 1% do consumo projetado para aquele ano (BORBA, 2012; 2013; Tringueiro, 2013).

Impactos no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB)

A penetração, dos VEs, deve ocorrer, no início paulatinamente, à medida que os consumidores se apercebam de suas vantagens. Mas seguida, em segundo instante, de aumentos substanciais. Estes aumentos conduziram a números em patamares entre 1,5 milhão a 4 milhões de unidades, para por volta de 2020, segundo convergência de levantamentos entre a ABVE (2013), Feldmann (2013) e Borba (2012; 2013), entre outros.

Mesmo para o cenário otimista **(4 milhões em 2020)**, os VEs ainda não estariam representando problemas insolúveis para o SEB, vindo a significar 1% do consumo projetado para aquele ano (BORBA, 2012; 2013; Tringueiro, 2013).

Para o SEB **existe vantagem na transformação de energia elétrica em mecânica**; posto que a maior parte da eletricidade do SEB tem origem hidráulica - *fonte na maior parte renovável*. Em 2011, a geração hidráulica supriu 81,9% do consumo de energia elétrica do país (EPE, 2012), isso a partir de um potencial viável explorado até 2008 em 33,7% (ANEEL, 2011).

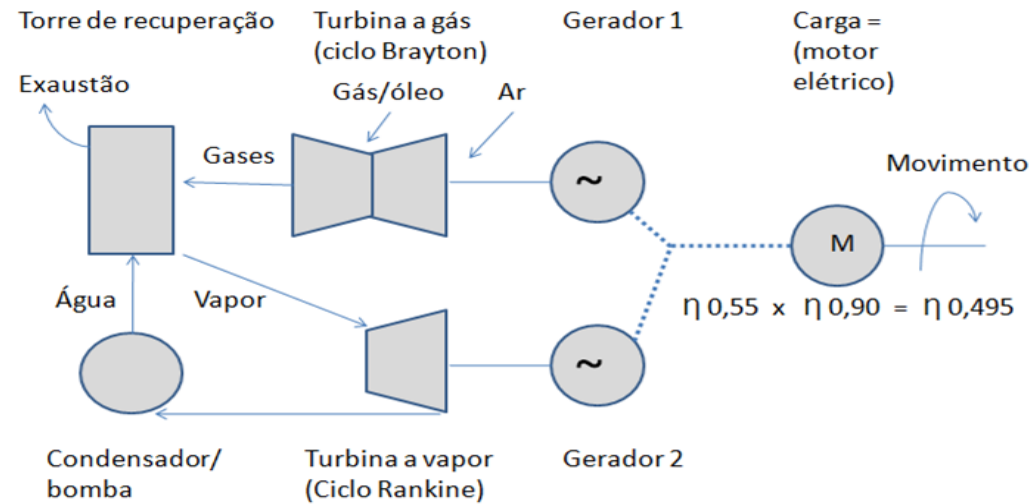
Para um futuro mais distante, além das reservas hídricas, há opções como a expansão da geração eólica, solar e por biomassa, isso sem contar com a expansão do programa nuclear e com o possível excedente de gás e óleo, ainda não definido, oriundo do pré-sal.

Opção de Geração de Eletricidade por Ciclo Combinado

Queima de gás, óleo ou etanol em usinas termoeletricas (UTES), de última geração a ciclo combinado, para fins de eletrificação automotiva, poderia significar **ganho energético e ambiental para o país:**

Opção de Geração de Eletricidade por Ciclo Combinado

Queima de gás, óleo ou etanol em usinas termoeletricas (UTES), de última geração a ciclo combinado, para fins de eletrificação automotiva, poderia significar **ganho energético e ambiental para o país:**

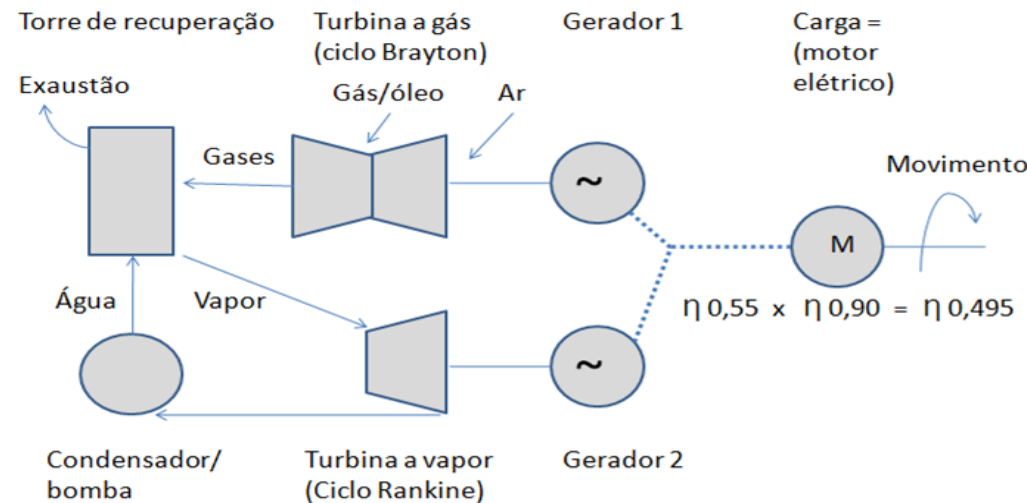


Uma primeira turbina é acionada a gás ou óleo. Os gases de exaustão são direcionados a uma torre de recuperação de calor, produzindo vapor. Uma segunda turbina é acionada com esse vapor. Cada turbina aciona um gerador. Da soma de ambos geradores é obtida energia elétrica com $\eta = 55\%$. Essa energia elétrica deixa a usina, despachada na rede. No consumo é transformada em energia mecânica por meio de um motor elétrico com $\eta = 90\%$. Encadeia-se, assim, um processo onde energia fóssil é transformada em mecânica, com $\eta = 49,5\%$.

Figura 2. UTE a ciclo combinado Brayton-Rankine. Elaboração com base em MOREIRA (2010) e HALLIDAY et al (2009).

Opção de Geração de Eletricidade por Ciclo Combinado

Queima de gás, óleo ou etanol em usinas termoeletricas (UTEs), de última geração a ciclo combinado, para fins de eletrificação automotiva, poderia significar **ganho energético e ambiental para o país**:



Uma primeira turbina é acionada a gás ou óleo. Os gases de exaustão são direcionados a uma torre de recuperação de calor, produzindo vapor. Uma segunda turbina é acionada com esse vapor. Cada turbina aciona um gerador. Da soma de ambos geradores é obtida energia elétrica com $\eta = 55\%$. Essa energia elétrica deixa a usina, despachada na rede. No consumo é transformada em energia mecânica por meio de um motor elétrico com $\eta = 90\%$. Encadeia-se, assim, um processo onde energia fóssil é transformada em mecânica, com $\eta = 49,5\%$.

Figura 2. UTE a ciclo combinado Brayton-Rankine. Elaboração com base em MOREIRA (2010) e HALLIDAY et al (2009).

- **Ganho Energético.** $\eta = 49,5\%$ significa resultado 60% superior (*superior a 40% deduzidas perdas técnicas do SEB*) mais eficiente que a opção usual via um MCA automotivo a ciclo Otto, o qual se situa em $\eta = 30\%$.
- **Ganho Ambiental.** Emissões ambientais são mais passíveis de tratamento e controle em uma instalação de UTE, do que nos escapes automotivos e, ocorrem não necessariamente dentro dos grandes centros urbanos



Impactos na Cadeia do Etanol, da Gasolina e Reflexos na Matriz Energética Brasileira

- Projeções oficiais no Brasil indicam que o aumento de demanda provocado por elevado crescimento esperado no transporte individual, em médio prazo, será atendido pelo pré-sal. Mas **há dúvidas quanto ao programa do etanol ser capaz de acompanhar esse crescimento e atender a futura demanda** (Baran, 2012).



Impactos na Cadeia do Etanol, da Gasolina e Reflexos na Matriz Energética Brasileira

- Projeções oficiais no Brasil indicam que o aumento de demanda provocado por elevado crescimento esperado no transporte individual, em médio prazo, será atendido pelo pré-sal. Mas **há dúvidas quanto ao programa do etanol ser capaz de acompanhar esse crescimento e atender a futura demanda** (Baran, 2012).
- Por outro lado - *assim como a idade da pedra não terminou por falta de pedra* - **mais benéfico para efeito futuro do país é, cada vez mais, privilegiar os energéticos, notadamente os fósseis, para aplicações de maior valor agregado, a exemplo dos compostos plásticos e da química fina, do que sua simples queima.**

Impactos na Cadeia do Etanol, da Gasolina e Reflexos na Matriz Energética Brasileira

- Projeções oficiais no Brasil indicam que o aumento de demanda provocado por elevado crescimento esperado no transporte individual, em médio prazo, será atendido pelo pré-sal. Mas **há dúvidas quanto ao programa do etanol ser capaz de acompanhar esse crescimento e atender a futura demanda** (Baran, 2012).
- Por outro lado - *assim como a idade da pedra não terminou por falta de pedra* - **mais benéfico para efeito futuro do país é, cada vez mais, privilegiar os energéticos, notadamente os fósseis, para aplicações e maior valor agregado, a exemplo dos compostos plásticos e da química fina, do que sua simples queima.**
- A integração em larga escala dos VEs, aparenta só ter a contribuir. **O balanço futuro final a partir da sinergia obtida da integração poderá compor decréscimo no consumo total.** Em projeção para 2031, estudo de BARAN (2012) aponta o balanço do saldo – *aumento de eletricidade & diminuição de etanol e gasolina* – como promotor de redução entre 9,2% a 27,5% no consumo energético da frota nacional, para aquele ano, conforme a composição da frota.

A Face Oculta

Estaria o Governo preocupado com a evolução do equilíbrio das curvas de oferta e demanda de energia elétrica no país, ou mantendo barreira por considerar os motores a álcool e bicompostível - *flexfuel* - como a maior contribuição brasileira para a sustentabilidade?



A Face Oculta

Estaria o Governo preocupado com a evolução do equilíbrio das curvas de oferta e demanda de energia elétrica no país, ou mantendo barreira por considerar os motores a álcool e bicompostível - *flexfuel* - como a maior contribuição brasileira para a sustentabilidade?

Ao nível do presente estudo não há como afirmar. É possível; pois em nosso regime político por representação democrática, maiores benefícios, obtêm as classes com maior poder de representatividade – *players das cadeias do etanol, das autopeças, das montadoras e, dos lubrificantes.*

A Face Oculta

Estaria o Governo preocupado com a evolução do equilíbrio das curvas de oferta e demanda de energia elétrica no país, ou mantendo barreira por considerar os motores a álcool e bicombustível - *flexfuel* - como a maior contribuição brasileira para a sustentabilidade?

Ao nível do presente estudo não há como afirmar. É possível; pois em nosso regime político por representação democrática, maiores benefícios, obtêm as classes com maior poder de representatividade – *players das cadeias do etanol, das autopeças, das montadoras e, dos lubrificantes.*

Estando isto ocorrendo, pode tratar-se de erro estratégico passível de acarretar enormes prejuízos futuros para a nação. Por série de principais razões:

- O motor flexfuel é, por definição, menos eficiente, energeticamente, que um similar monocombustível;
- O etanol já atingiu, na atualidade, o patamar de commodity com mercado comprador, sendo essa a tendência a prosseguir, inclusive ao nível de mercado internacional;
- A queima de etanol, destinada a UTEs de última geração a ciclo combinado poderia propiciar η 40% superior ao da queima direta em MCA a ciclo Otto.
- O direcionamento dos energéticos a aplicações mais nobres do que a simples queima, poderia produzir maior agregação de valor futuro.
- A sinergia obtida da integração permitiria decréscimo no consumo total, estimada em 27,5% em por volta de 2030
- A defasagem à vanguarda da tecnologia dos VEs pode implicar na perda da oportunidade de participação, da economia brasileira, em um mercado internacional que cresce e se agiganta, capaz de cifras vultuosas, ainda incomensuradas – *há previsões de que ao nível mundial, em 15 anos, metade da frota de automóveis (Feldmann, 2013) possa vir a estar composta por VEs.*



O Estudo Conclui:

1) Os veículos elétricos representam opção não poluente dos centros urbanos, consumidora de menos combustível e vantajosa para países com recursos renováveis para transformação, caso do Brasil;

O Estudo Conclui:

- 1) Os veículos elétricos representam opção não poluente dos centros urbanos, consumidora de menos combustível e vantajosa para países com recursos renováveis para transformação, caso do Brasil;
- 2) O governo tem se absterido, possivelmente mantendo barreira à integração, devido à concentração dos esforços no etanol e nos motores bicombustíveis;

O Estudo Conclui:

- 1) Os veículos elétricos representam opção não poluente dos centros urbanos, consumidora de menos combustível e vantajosa para países com recursos renováveis para transformação, caso do Brasil;
- 2) O governo tem se absterido, possivelmente mantendo barreira à integração, devido à concentração dos esforços no etanol e nos motores bicombustíveis;
- 3) O principal determinante do crescimento será representado por políticas públicas que venham a ser adotadas;

O Estudo Conclui:

- 1) Os veículos elétricos representam opção não poluente dos centros urbanos, consumidora de menos combustível e vantajosa para países com recursos renováveis para transformação, caso do Brasil;
- 2) O governo tem se absterido, possivelmente mantendo barreira à integração, devido à concentração dos esforços no etanol e nos motores bicombustíveis;
- 3) O principal determinante do crescimento será representado por políticas públicas que venham a ser adotadas;
- 4) Nos parâmetros atuais, a integração deverá ocorrer de início de forma lenta, sem introduzir grandes problemas na matriz de geração de eletricidade do país;

O Estudo Conclui:

- 1) Os veículos elétricos representam opção não poluente dos centros urbanos, consumidora de menos combustível e vantajosa para países com recursos renováveis para transformação, caso do Brasil;
- 2) O governo tem se absterido, possivelmente mantendo barreira à integração, devido à concentração dos esforços no etanol e nos motores bicombustíveis;
- 3) O principal determinante do crescimento será representado por políticas públicas que venham a ser adotadas;
- 4) Nos parâmetros atuais, a integração deverá ocorrer de início de forma lenta, sem introduzir grandes problemas na matriz de geração de eletricidade do país;
- 5) No longo prazo, a integração em alta escala seria capaz de propiciar redução de consumo final para a matriz energética;

O Estudo Conclui:

- 1) Os veículos elétricos representam opção não poluente dos centros urbanos, consumidora de menos combustível e vantajosa para países com recursos renováveis para transformação, caso do Brasil;
- 2) O governo tem se absterido, possivelmente mantendo barreira à integração, devido à concentração dos esforços no etanol e nos motores bicombustíveis;
- 3) O principal determinante do crescimento será representado por políticas públicas que venham a ser adotadas;
- 4) Nos parâmetros atuais, a integração deverá ocorrer de início de forma lenta, sem introduzir grandes problemas na matriz de geração de eletricidade do país;
- 5) No longo prazo, a integração em alta escala seria capaz de propiciar redução de consumo final para a matriz energética;
- 6) O grande risco seria não integrar-se. O país se defasaria da vanguarda tecnológica e por consequência perderia a oportunidade de participação da economia brasileira em um mercado internacional que já cresce e tende a agigantar-se. Perda qualitativa, não só quantitativa.

Referências Citadas

- ABVE – Associação Brasileira dos Fabricantes de Veículos Elétricos. 2013. Dados e notícias. Disponível em: WWW.abve.org.br. Acesso em 04.02.2013.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. 2008. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3^a. Ed. ANEEL, Brasília.
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2012. Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira. ANFAVEA, São Paulo.
- Baran, R. 2012. A Introdução de Veículos Elétricos no Brasil: Avaliação do Impacto no Consumo de Gasolina e Eletricidade. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE, Rio de Janeiro.
- Borba, B. S. M. C. 2012. Modelagem Integrada da Introdução de Veículos Leves Conectáveis à Rede Elétrica no Sistema Energético Brasileiro. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE, Rio de Janeiro.
- _____. 2013. Utilização do MESSAGE para Análises do Impacto de Novas Tecnologias no Setor de Transporte. Terceiro Workshop Internacional de Verão em Planejamento Energético. Universidade de São Paulo. Instituto de Eletrotécnica e Energia, São Paulo.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. 2013. Estatística. Disponível em: www.denatran.gov.br. Acesso em 15.02.2013.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. 2012. Balanço Energético Nacional 2012 – Ano base 2011. EPE, Rio de Janeiro.
- Erber, P. Comentários da ABVE sobre o Artigo “Carro Elétrico Vale a Pena?”. Artigo. Disponível em: www.inee.org.br/informacoes_imprensa_artigo.asp?id=571&Cat=info. Acesso em 06.02.2013.
- Estadão. 2009. Petrobrás Inaugura Posto para Motos e Carros Elétricos. Matéria. Estadão.com. 10.06.2009. Disponível em: www.estadao.com.br/noticias/vidae,petrobras-inaugura-posto-para-motos-e-carros-eletricos,385502,0.htm. Acesso em 15.01.2013
- Feldmann, P. R. 2013. Entrevista. Revista Cesvi Brasil, edição 83 de 05.02.2013.
- Goldemberg, J. 2010. Energia e Desenvolvimento Sustentável. Blucher, São Paulo.
- Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. 2009. Fundamentos de física. 8^a. Edição, 4 volumes. LTC, Rio de Janeiro.
- Mitchell, W. J. 2010. A Reinvenção do Automóvel: Mobilidade Urbana Pessoal para o Século XXI / Wilian J. Mitchell, Christopher E. Borroni-Bird e Lawrence D. Burns. Tradução de Eric R. R. Heneault. Alaúde, São Paulo.
- Moreira, J. R. S. 2010. Engenharia Termodinâmica Aplicada em Termelétricas. Apostila do curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Usinas Termelétricas. Universidade de São Paulo. Instituto de Eletrotécnica e Energia, São Paulo.
- Tringueiro, A. 2013. Utilização de Carros Elétricos Cresce Lentamente no Brasil. Matéria Jornal da Globo 18.02.2013. Disponível em: <http://www.abve.org.br/destaques/2013/destaque13004.asp>. Acesso em 05.03.2013.

Análise Crítica da Integração em Larga Escala de Veículos Elétricos no Brasil

Douglas Wittmann dwit@usp.br
Thiago Ferrari Wittmann thiago_wittmann@yahoo.com.br
Célio Bermann cbermann@iee.usp.br



Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES,
por possibilitar a realização desta pesquisa.