



Roteiro para
Difusão de Veículos Elétricos no Brasil
RVE

“Road Map”

16/05/2011

Índice

<i>Mobilidade elétrica: perspectivas</i>	3
<i>Conceituação de veículo elétrico</i>	3
Tipos de Veículos	4
Veículo elétrico a bateria (VEB)	4
Veículo elétrico híbrido (VEH)	4
Veículo elétrico conectado à rede Elétrica (Tróibus).....	4
Dimensão dos VE	5
Leves	5
Médios	5
Pesados	5
<i>Porque veículos elétricos?</i>	5
VE em geral	5
VEB.....	5
VEH e VEHP.....	5
Tróibus	5
<i>Limitações atuais</i>	6
VE em geral	6
VEB.....	6
VEH.....	6
<i>Interação dos VE com o setor de energia elétrica</i>	6
<i>Penetração no mercado</i>	7
<i>Produção nacional de VE</i>	8
<i>Iniciativas estratégicas em curso</i>	11
<i>Rotas tecnológicas para a difusão dos VE</i>	11
Contexto.....	11
Oportunidades e Desafios.....	12
Riscos	12
<i>Recomendações</i>	13
Competitividade.....	13
Educação e informação	13
Institucionais	14
Modelos de negócios.....	14
Prioridades	14

Apresentação

Com o presente documento, a ABVE visa levantar a discussão sobre as medidas necessárias à criação da oferta e à difusão do emprego de veículos elétricos (VE) de circulação rodoviária, no Brasil. Indica medidas de natureza tecnológica, institucional, fiscal, etc. que contribuirão para antecipar a utilização dos VE no país e aponta seus principais responsáveis e interessados. Por fim, sugere a precedência, senão a prioridade de entrada dos principais tipos de VE no mercado automotivo brasileiro.

Mobilidade elétrica: perspectivas

A difusão da mobilidade individual motorizada, viabilizada pelas economias de escala na produção dos veículos e pela disponibilidade de combustível barato, constituiu uma das principais características diferenciais do século XX. Embora no início desse século veículos dotados de acionamento elétrico ou a vapor também fossem comuns, a partir de sua segunda década o acionamento por motores a combustão interna, que consumia derivados de petróleo, passou a predominar, por proporcionar maior autonomia e facilidade de abastecimento.

Há mais de um século a indústria automotiva constitui um dos principais fatores do dinamismo da maioria das economias desenvolvidas. O desenvolvimento urbano das sociedades modernas, ensejado pela mobilidade e a ela adaptado, tornou tanto o veículo individual quanto o de transporte coletivo e de cargas elementos essenciais para o bem estar e a produtividade dessas sociedades.

Entretanto, os problemas ambientais decorrentes do crescente consumo de combustíveis, principalmente os fósseis, bem como a elevação seus preços, em particular o do petróleo, colocam em xeque a viabilidade da manutenção e, sobretudo, da expansão da mobilidade sobre pneus nas bases tecnológicas tradicionais, acionada apenas por motores de combustão interna.

O acionamento elétrico, pela sua elevada eficiência e conseqüente redução de emissões, superior àquelas que vêm sendo obtidas pelo aperfeiçoamento dos sistemas de tração convencionais, será indispensável para viabilizar o aumento do número de veículos e preservar a mobilidade da maioria das sociedades contemporâneas, a qual dificilmente poderá ser baseada apenas nos transportes de massa, em parte já eletrificados.

A necessária substituição, ainda que parcial, do acionamento convencional pelo elétrico constituirá um processo mais lento do que outras transformações da indústria automotiva, pois envolve aspectos tecnológicos, energéticos, industriais e infraestruturais bem mais amplos e complexos do que as precedentes. Embora certa, sua evolução mais provável nas próximas décadas tem sido objeto das mais diversas estimativas, em virtude das incertezas que pesam sobre seus condicionantes tecnológicos, custos relativos de combustíveis e de energia elétrica, fatores institucionais, etc.

A experiência recente constitui elemento básico para a formulação de qualquer hipótese sobre tal evolução. Os primeiros modelos comerciais de VE foram lançados no final do século XX respondendo, sobretudo, a incentivos governamentais, inicialmente dirigidos apenas para a redução das emissões urbanas e, mais recentemente, também visando a eficiência energética. Embora ainda contando, eventualmente, com estímulos governamentais, os VE vão se tornando uma realidade de mercado: as principais montadoras do mundo já oferecem diversos modelos. No anexo A apresentam-se informações sobre a penetração dos VE no mercado.

Conceituação de veículo elétrico

Por definição são veículos auto-motores em que pelo menos uma roda é acionada por motor elétrico.

Tipos de Veículos

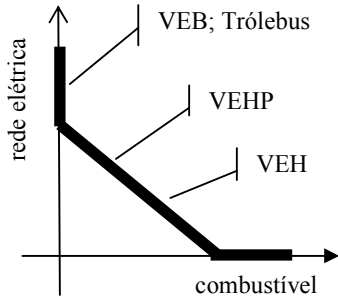
Há diversos tipos de veículos elétricos, dependendo de como a energia elétrica é suprida:

Veículo elétrico a bateria (VEB)

A energia elétrica é armazenada na bateria (e/ou capacitor), enquanto o veículo está estacionado e conectado a uma fonte externa, como a rede da concessionária local.

Veículo elétrico híbrido (VEH)

A energia elétrica é gerada a bordo, por um gerador acionado por motor de combustão interna (ou por célula a combustível, quando for competitiva). O VEH pode ser de dois tipos:



Tipos de VEs e origem da energia

Híbrido Paralelo - O acionamento das rodas pode ser feito tanto pelo motor de combustão interna quanto por motor elétrico.

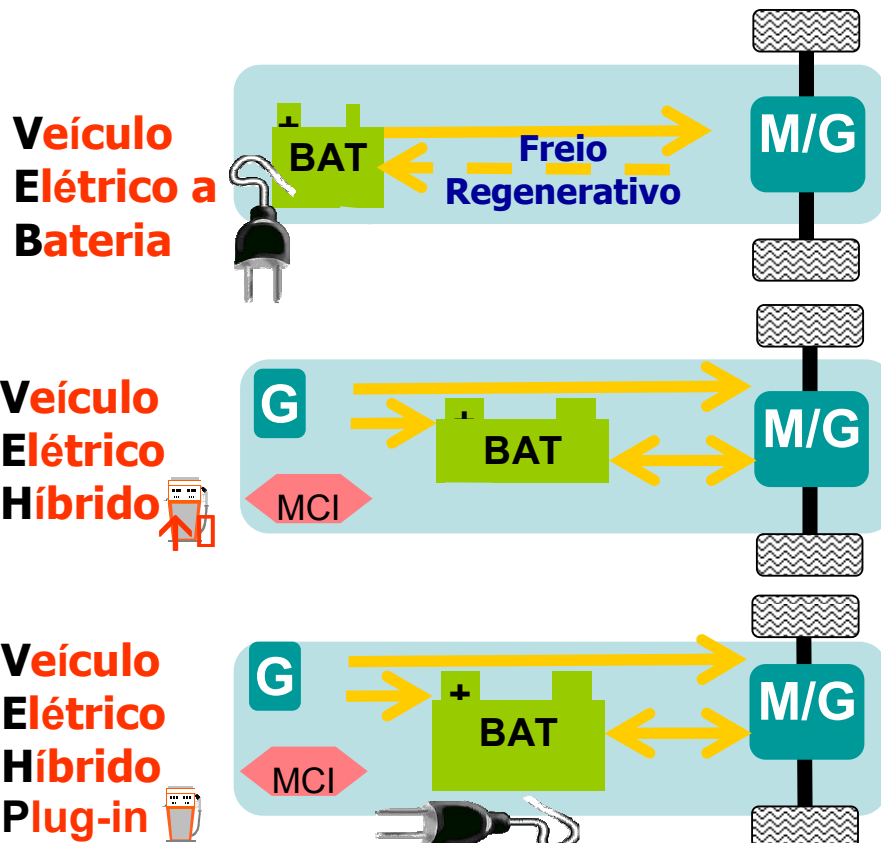
Híbrido Serial - O motor de combustão interna aciona unicamente o gerador de energia elétrica. O acionamento das rodas é feito por motor elétrico.

Híbrido Plug-in (VEHP) - Veículo híbrido (geralmente serial) em que a bateria pode ser alimentada tanto por uma fonte externa quanto pelo gerador de bordo.

Veículo elétrico conectado à rede Elétrica (Trólebus)

O acionamento das rodas é feito por motor elétrico e a energia elétrica é suprida continuamente pela rede elétrica externa. Atualmente alguns desses veículos dispõem de baterias e capacitores com capacidade de armazenamento suficiente para cobrir pequenas distâncias.

A figura abaixo indica, esquematicamente, os principais elementos dos veículos híbridos, a bateria e plug-in acima descritos, bem como seu relacionamento funcional:



Dimensão dos VE

As dificuldades tecnológicas do acionamento elétrico variam dependendo da dimensão e peso do veículo. Para a finalidade do presente texto são considerados três tipos.

Leves

Bicicletas, patinetes, scooters, triciclos, motocicletas, outras formas de mobilidade pessoal motorizada, veículos pequenos de entrega e traslado de pessoas, empilhadeiras.

Médios

Automóveis, camionetes, furgões e vans até 3500 kg.

Pesados

Camionetes, furgões e vans acima de 3500 kg, ônibus, caminhões, trólebus. Inclui-se, também, veículos fora-de-estrada com destaque para os caminhões de mineração, empilhadeiras e equipamentos de logística.

Porque veículos elétricos?

VE em geral

- **Elevada eficiência** do motor elétrico, superior a 90%, enquanto que a do motor de combustão interna é de 25% a 35%, além de menores perdas de atrito na transmissão, do motor às rodas;
- **Frenagem regenerativa**, que proporciona notável redução de consumo (o motor elétrico, operando como gerador, converte a energia cinética em elétrica, que é armazenada na bateria);
- **Redução do prejuízo da mobilidade para o meio ambiente** pois, além da redução do consumo de energia, a energia elétrica pode ser obtida a partir de qualquer fonte primária, inclusive de fontes renováveis.

VEB

- Emissões urbanas nulas;
- Mesmo quando a energia elétrica que substitui derivados de petróleo que seriam utilizados para acionar os veículos é gerada em usinas termelétricas, as emissões geralmente são menores do que aquelas devidas ao consumo desses combustíveis, pois as eficiências das termelétricas são geralmente maiores do que as dos motores dos veículos: as comparações de emissões devidas a diferentes tecnologias devem considerar a totalidade das respectivas cadeias energéticas, das fontes primárias até às rodas (W2W).

VEH e VEHP

- Motor de combustão interna opera no regime ótimo, reduzindo as emissões de particulados (diesel) e de CO (gasolina), principalmente;
- Redução do consumo de combustível;

Trólebus

- O trólebus moderno, com baterias a bordo que proporcionam autonomia para poder sair do percurso normal em caso de acidentes ou percorrer trechos onde a implantação da rede elétrica aérea seja inviável, constitui uma das soluções mais adequadas para grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, etc.

Limitações atuais

VE em geral

- Pequena escala de produção dos componentes – custos iniciais maiores;
- Resistência cultural às novidades;
- Carga fiscal mais elevada na comercialização de componentes do veículo, bem como do próprio;
- Falta de infra-estrutura de conexão às redes para suprimento de energia elétrica;
- Falta de infra-estrutura de manutenção dos veículos.
- A fabricação de baterias mais eficientes, como as de íons de lítio, e de outros componentes de VE, como os ímãs permanentes dos motores elétricos, requer quantidades apreciáveis de substâncias relativamente escassas, como o próprio lítio, neodímio, samário, lantânio, gálio etc.;

VEB

- Autonomia menor do que a dos veículos dotados de motor de combustão interna, decorrente das limitações da capacidade atual dos sistemas de acumulação (baterias e capacitores) por unidade de seu peso e volume;
- Os preços e pesos atuais das baterias que proporcionem aos carros autônomas compatíveis com as necessidades da maioria dos usuários urbanos constituem parte significativa do custo total do veículo;
- A duração das baterias, em número de ciclos de carga e descarga, está aumentando, mas este fator ainda é um limitador;
- A reciclagem de algumas baterias mais eficientes, como as de íons de lítio, ainda constitui preocupação e depende, dentre outros fatores, de padronização de sua fabricação, a qual ainda está em franca evolução;
- Poucos fabricantes possuem o know-how necessário à produção de baterias mais eficientes;
- É necessário criar um grande número de pontos de suprimento, o que exige que se supere um potencial conflito de precedência: os investidores responsáveis pela criação dos pontos de suprimento relutarão em instalá-los enquanto a demanda for pequena e a falta desses pontos prejudicará a expansão da demanda.
- O licenciamento de veículos a bateria precisa ser tão expedito quanto o de veículos convencionais, o que requer providências de ordem institucional (principalmente do DENATRAN) e informação aos responsáveis locais, em todo o país.

VEH

- Custo de produção mais elevado;
- Preconceito dos ambientalistas por ser um veículo de emissão não-nula.

Interação dos VE com o setor de energia elétrica

Veículos elétricos que podem ser abastecidos por fonte externa de energia elétrica (VEB e VEHP) e a rede elétrica ao qual venham a ser conectados formam um sistema constituído por:

- Fabricantes, comercializadores e prestadores de serviços de assistência técnica e manutenção de VE;
- O próprio veículo;
- A interface entre o veículo e o fornecedor de energia, onde se efetua a medição do consumo de energia elétrica e por onde se podem estabelecer intercâmbios entre o veículo e a rede, inclusive mediante o aproveitamento da energia acumulada nas baterias; e
- As redes elétricas das concessionárias e seus prolongamentos nos edifícios residenciais, comerciais, estacionamentos e eletropostos, cujos investimentos poderão ser afetados pela demanda dos VE e cuja qualidade de serviços prestados aos consumidores será melhorada pela interação da rede com as baterias, que poderão prestar serviços ancilares.

Ainda cabe considerar que:

- A interação do VE com seu fornecedor de energia é bem mais complexa do que a do veículo convencional com a rede de fornecedores do combustível que o aciona, inclusive porque no caso do VE o fluxo de energia pode ser bidirecional.
- Embora não se vislumbrem limitações de capacidade de atendimento desse novo mercado de energia elétrica, em termos de geração e transmissão, posto que sua contribuição para o incremento da demanda global deverá ser gradual e tal que a expansão desses segmentos possa ser ajustada, serão necessários reforços em diversos pontos das redes de distribuição, além de milhares de pontos de conexão, junto às residências e outros locais de estacionamento.
- Os procedimentos de conexão do VE à rede elétrica, de medição e cobrança do fornecimento, bem como a padronização de seus conectores deverão se estabelecer de modo a permitir que um VE possa ser abastecido em qualquer localidade do país.
- Será importante explorar a interação controlada entre as baterias e as redes elétricas, que contribuirá para a valorização das “redes inteligentes”, de grande interesse para o setor elétrico.
- Enquanto o VE estiver ligado à rede, também poderá ceder energia de sua bateria e/ou de seu gerador para melhorar localmente a qualidade do serviço de eletricidade prestado pela concessionária local. Pode ter um efeito importante considerando a capacidade de acumulação das baterias dos veículos e que a maioria dos VE de uso individual fica estacionada acima de 90% do tempo.
- Pontos de recarga rápida e/ou troca de baterias também deverão ser previstos e implantados.

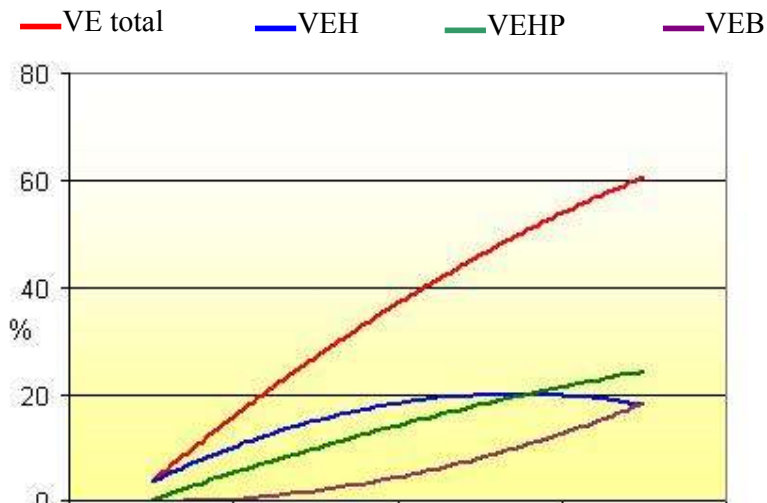
Penetração no mercado

O acionamento elétrico já deixou de ser uma novidade pouco conhecida e avaliada. Doravante, as inovações e o aumento das escalas de produção deverão reduzir os custos dos veículos dotados desse acionamento. Para tanto também será importante que recebam tratamento fiscal semelhante ao dos veículos convencionais, senão mais favorável, dados as suas vantagens em relação aos últimos

No Brasil, a população de VE ainda é pequena. Seu crescimento depende, inclusive, de políticas públicas que podem atrasar ou adiantar sua difusão, que certamente ocorrerá visto a inserção do país no mercado globalizado. Não obstante a incerteza quanto à velocidade dos diversos tipos de VE, foi feita uma análise quantitativa limitada àqueles de porte médio (carros e utilitários leves) dada a importância econômica dessa classe de veículos (anexo A).

A análise divide os veículos em três tecnologias básicas: VEB, VEH e VEHP. As vendas mundiais, constituídas principalmente por VEH do tipo “paralelo”, cresceram à taxa anual de 50% na década passada.

O gráfico seguinte indica como poderá evoluir a penetração dos carros híbridos “puros” e daqueles que são conectados à rede elétrica (VEB e VEHP) no Brasil, segundo hipótese formulada pela ABVE. A saturação da penetração (em valores percentuais) dos híbridos “puros” deve-se à melhoria do desempenho e redução de custo das baterias, que ensejará o aumento da participação dos híbridos plug-in e dos carros a bateria, provavelmente nessa ordem cronológica.



Penetração dos VE no mercado automotivo (Brasil)

O interesse pelos veículos elétricos depende de suas vantagens e desvantagens frente às demais opções de mobilidade. Atualmente, comparados com veículos convencionais similares, seu custo inicial é mais elevado mas seu custo de utilização é menor. Portanto, em termos econômicos, sua competitividade será proporcional à sua utilização. Os principais condicionantes de seu mercado são:

- Aumento da oferta de transporte público, que pode reduzir a demanda de transporte individual, particularmente o de táxis, que constituem um importante nicho de mercado para os VE;
- Restrições ambientais ao uso de veículos acionados por motores de combustão interna em determinadas áreas ou períodos, especialmente nos grandes centros urbanos, tendem a aumentar a atratividade dos VE;
- Aumento dos preços dos combustíveis, tanto pelo aumento do preço do petróleo quanto em decorrência de imposição de taxas sobre emissões de CO₂ e outros efluentes, também aumentam a atratividade dos VE por serem mais eficientes;
- Aumento da autonomia decorrente de melhorias dos sistemas de acumulação (baterias e capacitores) no sentido de reduzir seu custo, peso e volume por kWh armazenado;
- Incentivos governamentais, como redução de taxas e concessão de subsídios diretos, que aumentem sua competitividade;
- Aumento da eficiência da frenagem regenerativa, com maior aproveitamento da energia inercial, hoje limitada a cerca de 30%;
- Maior facilidade de carregamento das baterias, mediante ampla disponibilidade de pontos de recarga, inclusive de carga rápida e postos de troca de baterias;
- Aprimoramento e barateamento dos sistemas de controle;
- Incentivos para que a recarga das baterias seja feita nos horários de menor demanda nas redes de distribuição;
- Desenvolvimento de redes inteligentes para a distribuição de energia elétrica e adaptação da legislação tarifária para aproveitar e valorizar a flexibilidade no consumo e o benefício proporcionados pelos VE à rede elétrica.

Produção nacional de VE

A produção de veículos elétricos no país, em escala significativa, dependerá de diversos fatores, por exemplo:

- A disponibilidade e o custo dos componentes de maior conteúdo tecnológico, tais como baterias de grande capacidade de armazenamento, sistemas de controle e de frenagem regenerativa;
- Política de nacionalização da produção, com maior ou menor importação de materiais e componentes estratégicos, cabendo notar que, pelo menos em sua fase inicial, a produção nacional de VE não dispensará a importação desses insumos;
- Investimentos necessários para criar novas linhas de montagem e capacitar fornecedores de componentes bem como as redes de serviços pós-vendas;
- Perspectivas de evolução da demanda e de apoio governamental, mediante financiamentos e tratamento fiscal pelo menos semelhante ao dispensado aos veículos convencionais;

- Decisão estratégica do governo brasileiro de manter a atual participação da produção local de veículos no cenário mundial, onde a penetração dos VE é crescente;
- A transformação do parque industrial automotivo para produção de veículos elétricos constitui uma quebra do atual paradigma e carece de apoio governamental e financeiro em sua fase inicial, bem como de planejamento, para que os investimentos sejam coerentes e coordenados.

As condições podem variar muito dependendo da dimensão do veículo elétrico. A Tabela a seguir apresenta um resumo das possibilidades em análise.

	LEVES	MÉDIOS	PESADOS
VEB	<ul style="list-style-type: none"> - Compatível com o uso de baterias chumbo-ácido (mais baratas, alta disponibilidade) - Mercado potencial grande - Reduz emissões urbanas, hoje - Já há mais de uma dezena de fabricantes - O DENATRAN estuda nova regulamentação - Mercado super-desenvolvido na China (20 milhões/ano). Difícil concorrer - Estratégia Brasil: importação X importação peças + montagem Brasil 	<ul style="list-style-type: none"> - Carros - Diversos modelos urbanos passeio pequenos, autonomies até 150 km - Preços elevados. Bateria até 50% do custo inicial - Montadoras buscam países que subsidiem como está China, Israel, - DENATRAN deverá regulamentar o licenciamento de carros convertidos em VE - Sistemas de troca de bateria em vários países (Better Place, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> - Caminhões urbanos com circuitos bem definidos: entrega, coleta de lixo, etc. - Empilhadeiras e equipamentos de logística- - Rebocadores e ônibus de aeroportos;
VEH Paralelo		<ul style="list-style-type: none"> - Fabricação no Brasil possível: decisão nas matrizes das montadoras; - Conviria que fossem otimizados para usar etanol (motor alta compressão); - Seria o carro “mais verde” do mundo; 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouco provável devido à duplicação do acionamento - Os primeiros modelos eram adaptados de padrões militares
VEH Série		<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia integra tecnologias dominadas: gerador estacionário, baterias chumbo-ácido , motor síncrono e controles; - Mais fácil de desenvolver e aplicar tecnologia brasileira pois estes veículos são feitos sob encomenda; - Brasil é um grande fabricante e exportador de ônibus. - Há fabricação regular de ônibus e protótipos já foram montados; - Tecnologia recomendada para veículos que têm circulação padrão como ônibus e entregas urbanas - Forma mais simples para substituir motores ciclo diesel por ciclo Otto (etanol ou gás natural no lugar de diesel) 	
VEHP		<ul style="list-style-type: none"> - O mesmo do VEH série 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouco provável devido à quantidade de baterias requeridas
Trólebus			<ul style="list-style-type: none"> - Há tecnologia no Brasil - Solução para diversos centros urbanos - Adoção de baterias e super-capacitores permitiria reduzir dependência da rede elétrica

Tabela I

Iniciativas estratégicas em curso

Diversas entidades, governamentais e não governamentais, têm atuado no sentido de divulgar as vantagens e viabilizar a criação do mercado de VE:

- BNDES – tem há algum tempo linhas de crédito para ônibus elétricos e para equipamentos energeticamente eficientes (PROESCO) que poderiam ser usadas para financiar veículos elétricos e realizou, em maio de 2010, seminário sobre VE e sua produção;
- Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda: elaborou estudo sobre mobilidade ambientalmente limpa, com ênfase nos VE;
- Instituto Nacional de Altos Estudos – INAE: está promovendo estudos sobre VE, com ênfase na sua produção no país, contando com apoio da ABVE e envolvendo a ANFAVEA;
- INEE/ABVE: desde 2003 realizam seminários e exposições sobre VE, em várias cidades do país, para divulgar as oportunidades de negócios nesse setor e as vantagens de utilização dos VE;
- DENATRAN: criou, em abril de 2010, categoria de veículos específica para aqueles que foram ou venham a ser convertidos, passando a ser acionados por motor elétrico, viabilizando seu licenciamento.
- MICHELIN: promoveu o Challenge Bibendum, evento voltado para a divulgação das tecnologias automotivas e que dedicou especial ênfase aos VE, realizado em maio/junho de 2010 no Rio de Janeiro.

Rotas tecnológicas para a difusão dos VE

Contexto

- O presente contexto da indústria automotiva e de seu mercado é de notável dinamismo, com ampla e diversificada atividade inovadora, em termos de controle do acionamento, sistemas de acumulação de energia, motores elétricos, suprimento de energia elétrica, com expectativas otimistas em relação à possibilidade de alcançar maior autonomia no modo elétrico e de reduzir os custos dos veículos e das baterias e capacitores;
- Não se percebem ainda definições claras de rotas tecnológicas relevantes, pois a possibilidade das múltiplas inovações laboratorialmente comprovadas virem a ser comercializáveis tende a desestimular decisões de caráter industrial permanentes, face ao risco de obsolescência.
- O Brasil constitui um dos maiores mercados automotivos mundiais, cuja demanda apresenta forte tendência a crescer de modo significativo. Assim, é natural que ainda na presente década, diversas montadoras aqui instaladas e que já produzem VE em suas matrizes, também venham a produzi-los no Brasil. A fase preliminar, de importação, mediante a qual se avaliará o interesse do mercado, já foi iniciada pela Ford e pela Mercedes Benz, com modelos híbridos. A Nissan e a Mitsubishi manifestam seu interesse em colocar no mercado seus veículos a bateria, e a Iveco está lançando um caminhão leve a bateria. Além desses movimentos pioneiros, utilizam-se no Brasil, há mais de uma década, ônibus híbridos fabricados no país e a experiência em conversão de veículos convencionais em elétricos a bateria, liderada pela Itaipu Binacional, é relevante.

- No Brasil há crescente motivação para reduzir a poluição urbana causada pelos motores de combustão interna, em especial dos veículos pesados, que queimam óleo diesel, o que remeterá para a utilização de VE, motivadas pela necessidade e vantagens sociais, aproveitando a experiência local já existente.
- Note-se que veículos elétricos híbridos pesados, como os ônibus urbanos, podem ser acionados por motores de ciclo Otto, que utilizem etanol, o que reduzirá o consumo de óleo Diesel e as respectivas emissões, mais prejudiciais ao meio ambiente do que as do etanol.
- Atualmente, no Brasil, o custo de energia elétrica por km rodado, para VE leves e médios, já é inferior ao custo de combustíveis por km rodado para os mesmos veículos, mesmo para as tarifas elétricas aplicadas a usuários residenciais e comerciais, sem qualquer subsídio ou vantagem tarifária ou fiscal.

Oportunidades e Desafios

- Utilização e produção de VE: ensejam a produção de componentes, inclusive o aperfeiçoamento e a inovação na indústria nacional de baterias, capacitores e de sistemas de controle, a criação de postos de trabalho especializado na produção e manutenção dos VE, a criação de postos de recarga, etc.
- Desafios tecnológicos, como aumentar a eficiência da frenagem regenerativa, reduzir as perdas de carregamento e descarga das baterias, aumentar a eficiência dos motores, estabelecer procedimentos de interação entre os VE e as redes elétricas de abastecimento que ampliem suas características “inteligentes” pelo aproveitamento de sinergias, estabelecer padrões para os carregadores e as tomadas destinados ao abastecimento dos VE, criação de pontos e postos de abastecimento ou troca de baterias.
- Difusão dos postos de recarga das baterias: dependerá de sua evolução tecnológica, principalmente no tocante à possibilidade de recarga rápida. Em função da sua duração, será ou não possível criar postos semelhantes àqueles que vendem combustíveis; considera-se que a recarga rápida só poderá ser realizada em pontos especialmente equipados, pois exigem tensões e potências que não poderão, por enquanto, ser disponibilizadas em garagens residenciais.
- Institucionais, como aperfeiçoar as atuais regras tarifárias de fornecimento de energia elétrica para desestimular o carregamento das baterias no horário de maior demanda, reconhecer os benefícios decorrentes da possibilidade de interromper temporariamente o carregamento e de utilizar a energia elétrica armazenada nas baterias, criar categorias específicas para VE, para fins de licenciamento e fiscais;
- Financeiros: criar, independentemente de eventuais incentivos fiscais, condições de financiamento atraentes para os VE, tendo em conta que seu custo inicial é, por enquanto, relativamente elevado.

Riscos

- A obsolescência acelerada de veículos experimentais pode trazer para o Brasil tecnologias em fim de ciclo de produção, com aparência de modernidade e de interesse do país.
- A dificuldade de substituir alguns componentes que venham a ter uma evolução mais rápida do que a esperada pode comprometer a utilidade de alguns veículos elétricos.

- O desenvolvimento insuficiente da infra-estrutura de recarga prejudicar a utilização de VEB, principalmente.

Recomendações

Competitividade

- Traduzir as vantagens ambientais e de redução da dependência de combustíveis fósseis em termos de vantagens financeiras para os VE, como redução de impostos e taxas, facilidades de financiamento para a aquisição de veículos, principalmente para aqueles de transportes urbanos.
- Dado seu menor impacto no ambiente urbano, criar benefícios para a utilização dos VE, como vias e estacionamentos preferenciais, liberação de horários e locais de circulação.
- Abordar as principais desvantagens atuais dos VE – custo inicial mais elevado e, no caso dos VEB, menor autonomia e elevado tempo de recarga – enfatizando a perspectiva de serem alcançados, nos próximos anos, progressos tecnológicos e ganhos de escala de produção, que deverão atenuá-las.
- Avaliar as reais limitações da oferta de materiais pouco abundantes e/ou irregularmente distribuídos na natureza, cuja escassez ou preço possam afetar a produção dos VE, particularmente aqueles baseados em tecnologias mais recentes e que proporcionam maiores eficiências, além de orientar as pesquisas tecnológicas no sentido de poder atenuá-las ou de vir a dispensar tais insumos.
- Direcionar a oferta de VE de forma compatível com suas características e com aquelas de seus usuários mais prováveis. No Brasil, a tecnologia mais promissora, no momento, é a híbrida, tanto para carros quanto para veículos pesados de uso urbano, dado que alia a redução de consumo e de emissões à elevada autonomia e que a maioria dos usuários privados só possui um carro, o que a torna um fator importante.

Educação e informação

- Divulgar informações sobre os VE, para que o público leigo não lhes atribua problemas inexistentes, como o perigo de choque elétrico, perigo de explosão das baterias, dificuldade de descarte das baterias, mostrando o alcance das limitações reais;
- Esclarecer o público quanto ao modo de utilizar o VE e demonstrar que diferenças em relação ao veículo convencional não constituem desvantagem, sobretudo em seu conjunto;
- Divulgar os benefícios decorrentes do uso dos VE em transportes públicos, em termos de redução de poluição ambiental e sonora, além do aumento de eficiência energética nesse segmento;
- Evitar impedimentos à difusão do emprego dos VE esclarecendo o público em geral e sobretudo aqueles agentes que entendam que poderão ser prejudicados. Cabe ressaltar que essa difusão não se dará de forma súbita nem total: mostrar que embora diversas previsões apontem para a ocupação de importante parcela das vendas, este será um processo gradual. Tais esclarecimentos são importantes para produtores e distribuidores de combustíveis e fabricantes de veículos,

particularmente aqueles que investiram recentemente em biocombustíveis e no acionamento Flex.

Institucionais

- É indispensável definir com clareza políticas para os VE, de modo a orientar a indústria automotiva, bem como os possíveis usuários e provedores de sistemas de recarga; visar, em particular, os fabricantes de componentes, como acumuladores de energia e sistemas de controle, além das montadoras e concessionárias de serviços de energia elétrica;
- Sinalizar para a indústria local e para as matrizes das indústrias automotivas e de componentes que atuam no Brasil as prioridades do país no tocante à difusão dos VE, mediante medidas concretas, tais como fiscais, regulatórias, financeiras, destacando a política de produção local versus importação;
- Esclarecer os formuladores de políticas e os formadores de opinião para propiciar uma percepção pública correta quanto à natureza, vantagens e limitações dos VE;
- Capacitar entidades como o SEBRAE, escolas técnicas, universidades e centros de pesquisas para formarem recursos humanos necessários à produção e manutenção de VE;
- Criar uma instituição de apoio técnico-econômico-institucional para a difusão da utilização de VE e estabelecer de um cronograma de implementação de medidas básicas, consignado em protocolo firmado pelo governo, pela indústria automotiva, seus distribuidores e demais agentes cuja atuação venha a ser necessária e beneficiada pela difusão do uso de VE.

Modelos de negócios

- Adotar práticas de marketing específicas para carros elétricos, baterias e postos de carregamento, pois aquelas tradicionais, empregadas para carros e combustíveis, podem não ser adequadas;
- Abordar com transparência fatores adversos à difusão dos VE, de modo a desmistificar aqueles que sejam irrelevantes ou temporários e mostrar o que esteja sendo feito para contornar esses e outras restrições, mais relevantes, como o tempo de carregamento das baterias e limitações de autonomia;
- No marketing dos VE a bateria, mostrar que as possibilidades inerentes a essa tecnologia oferecem vantagens compensatórias.

Prioridades

Na tentativa de sugerir quais tecnologias apresentam, não só no momento, mas também nos próximos anos, melhores condições de aceitação pelo mercado e pela sociedade, cabe observar o que vem ocorrendo nos países onde a participação dos VE nas vendas automotivas seja mais significativa, apesar de tais comportamentos refletirem decisões tomadas há vários anos, quando as tecnologias dos VE não tinham alcançado o estágio atual. Por outro lado, as motivações que promoveram essas vendas são, essencialmente, as mesmas, eventualmente com alterações de ênfase, e valem para o Brasil: redução de emissões e de dependência de combustíveis fósseis, bem como desenvolvimento tecnológico e industrial.

Entende-se que, para a população brasileira, cada vez mais urbanizada e ocupando áreas de elevada densidade de tráfego, a prioridade seja a de utilizar veículos menos poluentes, especialmente aqueles de uso mais intensivo, como aqueles destinados a serviços públicos, particularmente ônibus e táxis, além de caminhões de uso urbano. Nesse sentido, a preferência imediata cairia sobre os VEH, em virtude de sua autonomia comparável e mesmo superior à dos seus similares convencionais. Outra opção, ambientalmente até mais favorável, embora mais onerosa em termos de investimento inicial, é a dos trólebus. Tratando-se de serviços públicos e de significativas reduções de emissões, poderá ser mais justificável prover subsídios para o emprego desses veículos do que para os demais.

Quanto aos automóveis de passeio, que deverão constituir o maior mercado das montadoras e/ou importadores, é mais difícil sugerir prioridade para determinada categoria, embora a experiência internacional indique uma aparente preferência pelos VEH, dado o número de unidades vendidas. Entretanto, deve-se levar em conta que só muito recentemente começam a ser oferecidos VEHP e VEB. A política mais segura, no momento, será viabilizar a oferta de uma quantidade mínima de VE, suficiente para que seus futuros provedores avaliem as preferências do mercado.

Caberia ao governo assegurar, pelo menos, condições de neutralidade fiscal desses veículos e seus componentes essenciais em relação aos convencionais e estimular a criação de redes de suprimento para VEHP e VEB, o que envolverá as concessionárias de distribuição de energia elétrica, autoridades municipais, construtores e proprietários de estacionamentos, dentre outros. Vale aqui lembrar que sem a segurança de vir a dispor de pontos de recarga, adequadamente localizados, o mercado dos VEB será limitado.

Cabe também atentar para o mercado dos chamados cicloelétricos, bicicletas e motonetas elétricas de até 4000 watts de potência, em franca expansão. Seria oportuno distinguir os modelos mais leves, equipados com motores de baixa potência e que possam circular nas ciclovias, diferenciando-os das motonetas e das motocicletas, que também deverão chegar brevemente ao mercado.

É preciso ter em conta que o VE é um sistema no qual alguns componentes, como as baterias e os motores elétricos, estão sujeitos a regras específicas de política industrial, de importação e fiscais. Assim, será importante adequar essas políticas àquelas destinadas à difusão e produção nacional dos VE.

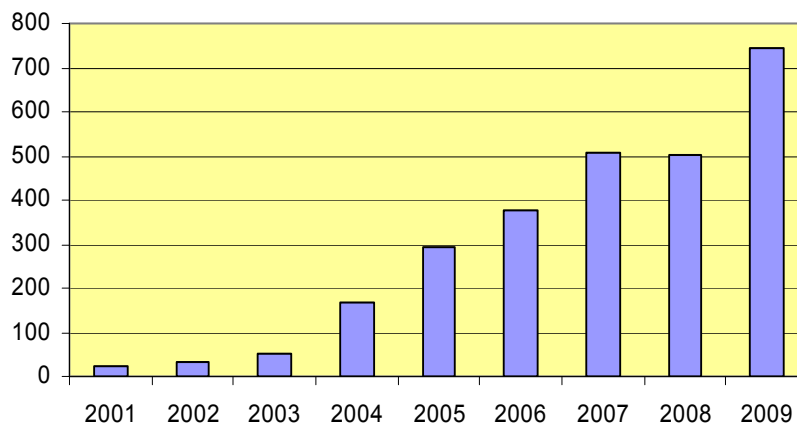
Por fim, não será demais enfatizar que uma atitude claramente definida do governo, em relação aos VE, será fundamental para antecipar ou retardar sua difusão e os benefícios dela decorrentes, no país.

ANEXO A – Penetração dos VE no Mercado

Há diversos estudos sobre a evolução das vendas de VE e das participações de suas modalidades no mercado. As projeções decorrentes desses estudos apresentam resultados os mais dispares como tipicamente ocorre nas transições tecnológicas. Para exemplificar a dinâmica do processo apresenta-se a seguir os resultados um exercício quantitativo realizado pela ABVE, supondo que a introdução dos VE será feita inicialmente com os VEH e, na seqüência, vai se basear nos VEHP série (“com extensão de autonomia”) e logo a seguir, nos VEB.

Em 2009 foram vendidos 745 mil carros elétricos híbridos quando as vendas mundiais de veículos totalizaram 52 milhões, uma participação de 1,43%. Nos EUA, onde foram vendidos 290 mil, a penetração de mercado foi, aproximadamente, o dobro, atingindo 2,78%. Ao longo da década, o mercado cresceu (vide gráfico a seguir) a uma taxa média anual de 50%.

Vendas de VEH - mundo



Estudos sobre a penetração de mercado de diversas tecnologias indicam que elas evoluem segundo uma curva logística.

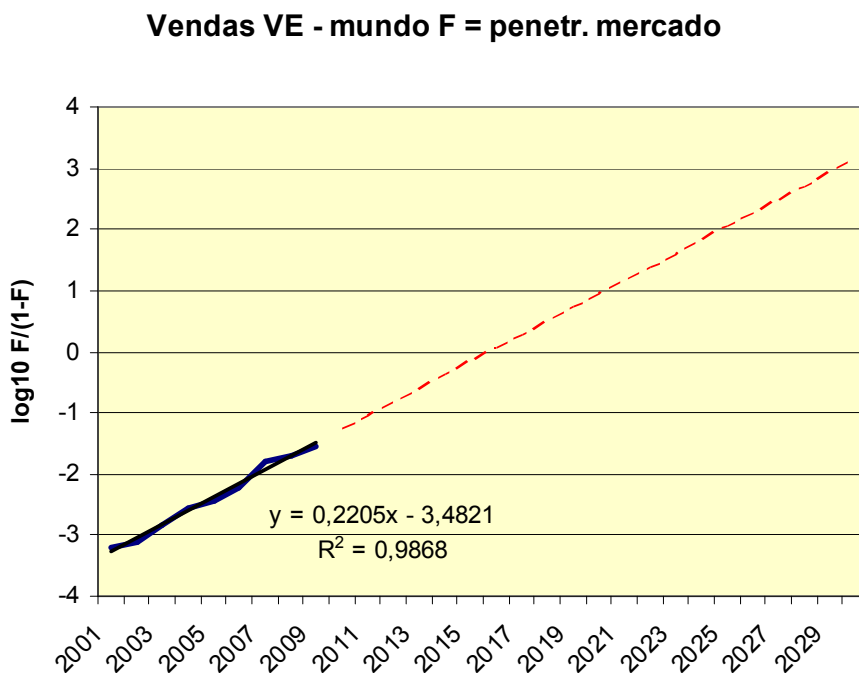
Logística

A curva tem o formato de um “S” alongado com três fases: i) inicial, até $F=0,1$ (valor arbitrado), a penetração cresce a taxas muito elevadas, mas a nova tecnologia tem pouca visibilidade; ii) intermediária entre a penetração de 0,1 e 0,9 no período característico (Δt) quando o crescimento da taxa é aproximadamente constante; e iii) final, o aumento da penetração tende a zero, aproximando-se da saturação.

A transformada de Fisher-Pry, $\log [F/(1-F)]$ facilita a análise pois a logística fica linearizada e facilita a visualizar o início do processo.

A fig. A1 apresenta a logística linearizada (FP). Na parte inferior da figura à esquerda, estão os dados relativos à penetração de mercado no mundo entre 2001 e 2009¹ que se ajustam a uma reta, com elevada correlação. A extrapolação dos valores dessa reta indica que, se os dados disponíveis forem representativos e o processo de expansão da penetração dos VE nas vendas seguir o ajustamento logístico, a penetração atingirá 50% do mercado em cerca de 8 anos, tanto no mundo quanto nos EUA. Estima-se que essa evolução projetada seja demasiado rápida, função da natureza e escassez dos dados disponíveis.

No gráfico referente ao mercado norte-americano, observa-se que os dois últimos anos apresentam os efeitos da crise de 2008-2010. Esse gráfico ainda indica que se não houvessem outras tecnologias de VE, os VEH, que predominam fortemente nas vendas históricas, atingiriam 90% do mercado em 2023, aproximadamente. Entretanto, além das vendas de VEHP e de VEB, é preciso considerar outros fatores que afetam o mercado automotivo, o que deverá alterar substancialmente a estrutura do mercado naquela época, possivelmente mantendo-se uma participação superior a 10% para as vendas de carros convencionais e possivelmente uma participação dos VEHP semelhante à dos VEH, dependendo da evolução das baterias e dos preços dos combustíveis.



¹ 1999(F=0,04; log[0,04x0,96]= -3,4) e 2009 (F=0,0278; log[0,028x0,932) = -1,54)

Vendas VEH e Projeção EUA (F = proporção vendas)

