

# **Roteiro para a Difusão dos Veículos Elétricos**

**RVE**

**Road Map**

**27/05/2010**

## Sumário

Apresentação .....	3
Mobilidade elétrica: perspectivas .....	3
Porque veículos elétricos? .....	4
Conceituação de veículo elétrico .....	5
Tipos de veículos elétricos .....	5
Veículos elétricos a bateria (VEB).....	5
Veículos elétricos híbridos (VEH).....	6
Conectados à rede elétrica (trólebus) .....	6
Dimensão dos VE .....	7
Leves .....	7
Médios .....	8
Pesados .....	8
Vantagens do acionamento elétrico .....	8
VE em geral .....	8
VEB.....	8
VEH e VEHP .....	8
Trólebus.....	9
Limitações .....	9
VE em geral .....	9
VEB.....	9
Interação dos VE com o setor de energia elétrica.....	10
Penetração no mercado .....	11
Alterações no contexto do mercado .....	12
Melhorias tecnológicas - melhor desempenho e preço .....	13
Produção nacional de VE .....	13
Competitividade do VE.....	16
Educação e informação .....	17
Iniciativas estratégicas em curso .....	17
Rotas tecnológicas para alcançar os objetivos.....	18
Contexto .....	18
Oportunidades.....	19
Desafios .....	19
Riscos .....	20
Modelos de negócios para alcançar os objetivos.....	20
Oportunidades na indústria brasileira no tocante a VE.....	21
Rotas institucionais para os objetivos sejam atingidos .....	21

## **Apresentação**

A presente versão preliminar do RVE destina-se a levantar a discussão sobre as medidas necessárias à criação da oferta e à difusão do emprego de veículos elétricos no Brasil. Este documento enfoca apenas os veículos de circulação rodoviária, deixando de considerar alguns tipos de veículos elétricos já bastante difundidos como locomotivas e composições ferroviárias, metrô, teleféricos, permanentemente alimentados por fonte externa, além de navios e caminhões pesados de mineração. Procurou-se classificar essas medidas conforme sua natureza (tecnológicas, institucionais, fiscais etc.) e indicar a precedência, senão a prioridade de cada uma, destacando-se seus principais responsáveis: governos e órgãos governamentais, indústria automotiva, comercializadores, prestadores de serviços, fornecedores de energia e consumidores.

## **Mobilidade elétrica: perspectivas**

A ampla difusão da mobilidade individual motorizada constituiu uma das principais características diferenciais do século XX em relação ao passado. Foi viabilizada pelas economias de escala na produção dos veículos, apesar de sua relativa complexidade, e da disponibilidade de uma fonte de combustível barato, o petróleo. Principalmente no início do século passado, os derivados para uso automotivo, a gasolina e o óleo diesel, proporcionavam autonomias que levaram à substancial redução do uso da tração elétrica nos automóveis e ônibus, principalmente.

A importância da indústria automotiva para a maioria das economias desenvolvidas, do início do século XX até os dias atuais e o desenvolvimento urbano ensejado pela mobilidade e adaptado a ela tornaram tanto o veículo individual, quanto o de transporte coletivo e de cargas elementos essenciais para funcionamento das sociedades modernas.

Entretanto, os problemas ambientais decorrentes do crescente consumo de combustíveis, principalmente os fósseis, bem como a elevação seus preços, em particular o do petróleo, inescapavelmente colocam em xeque a viabilidade da

manutenção e, sobretudo da expansão da mobilidade sobre pneus nas bases tecnológicas tradicionais, acionada por motores de combustão interna.

O acionamento elétrico, pela sua elevada eficiência e redução de emissões, superiores àquelas que vêm sendo conseguidas graças a notáveis esforços de aperfeiçoamento dos sistemas de tração convencional, constitui a forma de se viabilizar o potencial de aumento do número de veículos, principalmente dos países em desenvolvimento, e preservar a mobilidade da maioria das sociedades contemporâneas, a qual dificilmente poderá ser baseada apenas nos transportes de massa, já eletrificados.

A necessária substituição, ainda que parcial, do acionamento convencional pelo elétrico constituirá um processo mais lento do que outras transformações no âmbito 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.

Os primeiros modelos comerciais foram lançados no final do século XX respondendo, sobretudo, a incentivos governamentais, inicialmente centrados na questão das emissões urbanas e mais recentemente na eficiência energética. Embora ainda cercados desses estímulos governamentais, vão se transformando em uma realidade de mercado: as principais montadoras do mundo já oferecem modelos de VE. No anexo A algumas informações sobre a penetração dos VE no mercado.

## **Porque veículos elétricos?**

Entendidos como aqueles nos quais pelo menos um dos eixos seja acionado por motor elétrico, proporcionam importantes vantagens em relação aos veículos convencionais, acionados por motor de combustão interna (MCI): menor emissão de poluentes e maiores eficiências energéticas. Portanto, reduzem o consumo de combustíveis e contribuem para preservar a qualidade do meio ambiente, urbano e global.

No Brasil ambos os aspectos são relevantes, em face do elevado nível de poluição urbana, prejudicial à saúde da população pois, apesar do consumo de etanol ser hoje equivalente ao de gasolina, há forte dependência do sistema de transportes em relação aos combustíveis fósseis, especialmente o óleo diesel. Atualmente os veículos utilizam mais de 80% dos derivados de petróleo e, portanto, o aumento de sua eficiência contribuirá significativamente para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e de outros poluentes.

Além das vantagens ambientais do acionamento elétrico, a evolução tecnológica, principalmente a dos sistemas eletrônicos de potência e das baterias, estimulam e viabilizam a oferta e a utilização dos veículos elétricos, que agora também despertam o interesse de autoridades brasileiras, haja vista declarações recentes de postulantes à Presidência da República, bem como do Ministro da Fazenda.

É desejável que o país se prepare para aproveitar esse novo ciclo de transformação de um dos segmentos industriais mais dinâmicos dos últimos sessenta anos e que é da maior relevância para que sejam reduzidos os níveis de emissões prejudiciais ao meio-ambiente, decorrentes do uso de combustíveis, particularmente os fósseis.

## **Conceituação de veículo elétrico**

### ***Tipos de veículos elétricos***

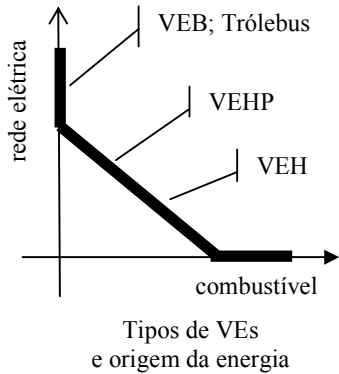
Há diversos tipos de veículos elétricos dependendo da forma como a energia é equacionada a bordo:

#### **Veículos elétricos a bateria (VEB)**

A energia elétrica, gerada por uma fonte externa, é armazenada na bateria, enquanto o veículo está estacionado.

## Veículos elétricos híbridos (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:



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

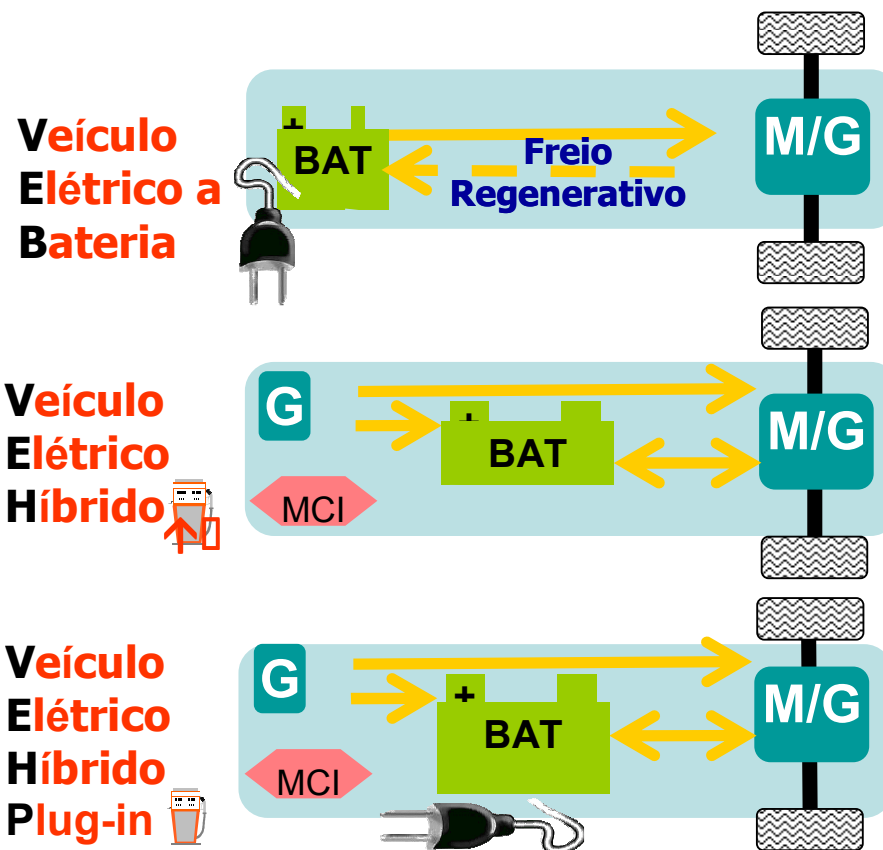
**Híbrido Serial** - O motor de combustão interna aciona unicamente um gerador de energia elétrica. O acionamento das rodas é feito por um motor elétrico.

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

## Conectados à rede elétrica (trólebus)

O acionamento das rodas é feito por motor elétrico e a energia elétrica é obtida da rede elétrica de distribuição de forma contínua. Atualmente alguns desses veículos, normalmente trólebus, 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 de acionamento elétrico variam dependendo da dimensão 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.

## **Vantagens do acionamento elétrico**

### ***VE em geral***

- Elevada **eficiência** do motor elétrico, superior a 90%, enquanto que a do motor de combustão interna é de 25% a 35%;
- **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);
- A energia elétrica pode ser obtida a partir de qualquer fonte primária de energia, particularmente de fontes renováveis, reduzindo drasticamente o prejuízo da mobilidade para o meio ambiente.

### ***VEB***

- Emissões urbanas nulas;
- Mesmo quando a energia elétrica é gerada em usinas termelétricas, a eficiência de conversão é maior e as emissões são menores do que o consumo de derivados de petróleo em veículos: as comparações de emissões devidas a diferentes tecnologias devem considerar a totalidade das respectivas cadeias energéticas, das fontes primárias às rodas (W2W).

### ***VEH e VEHP***

- Motor de combustão interna operando no regime ótimo;
- Redução do consumo de combustível;

## ***Trólebus***

- O trólebus moderno, com baterias a bordo e com autonomia para sair do percurso normal em caso de acidentes ou em trechos em que a implantação da rede elétrica aérea seja indesejável, é a solução de transporte ideal para grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, etc.

## **Limitações**

### ***VE em geral***

- Pequena escala de produção dos componentes – custos iniciais maiores;
- Resistência cultural às novidades;
- Carga fiscal mais elevada nos componentes do veículo.

### ***VEB***

- Autonomia significativamente menor do que os veículos dotados de motor de combustão interna, decorrente da capacidade atual dos sistemas de acumulação (baterias e capacitores);
- Os preços atuais das baterias de automóveis que lhes proporcionem autônias compatíveis com as necessidades da maioria dos usuários urbanos constituem parte muito significativa do custo total do veículo;
- A duração das baterias, em número de ciclos, está aumentando, mas este fator ainda é um limitador;
- A reciclagem das 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;
- A fabricação de baterias mais eficientes, como as de íons de lítio, e de outros componentes dos VE, como os ímãs permanentes dos motores elétricos, requer quantidades apreciáveis de substâncias relativamente escassas, como o próprio lítio, neodímio, samário, lantânio, gálio etc.;
- 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.

### ***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**

A oferta e a utilização de veículos elétricos, principalmente dos VEB e VEHP, cujas baterias podem ser carregadas a partir da rede elétrica, deve ser percebida como um sistema, centrado no interesse dos usuários e constituído por:

- Fabricantes, comercializadores e prestadores de serviços de assistência técnica e manutenção;
- O próprio veículo;
- A interface entre o veículo e o fornecedor de energia, onde se efetua a medição do consumo e por onde se podem estabelecer intercâmbios de serviços 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.

Ainda cabe considerar que:

- A interação do veículo elétrico 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.
- Embora não se vislumbre limitações de capacidade de atendimento desse novo mercado de energia elétrica, em termos de geração e transmissão, posto que seu efeito sobre o incremento da demanda global deverá ser suficientemente gradual para que a expansão desses segmentos seja ajustada, serão necessários reforços em diversos pontos das redes de

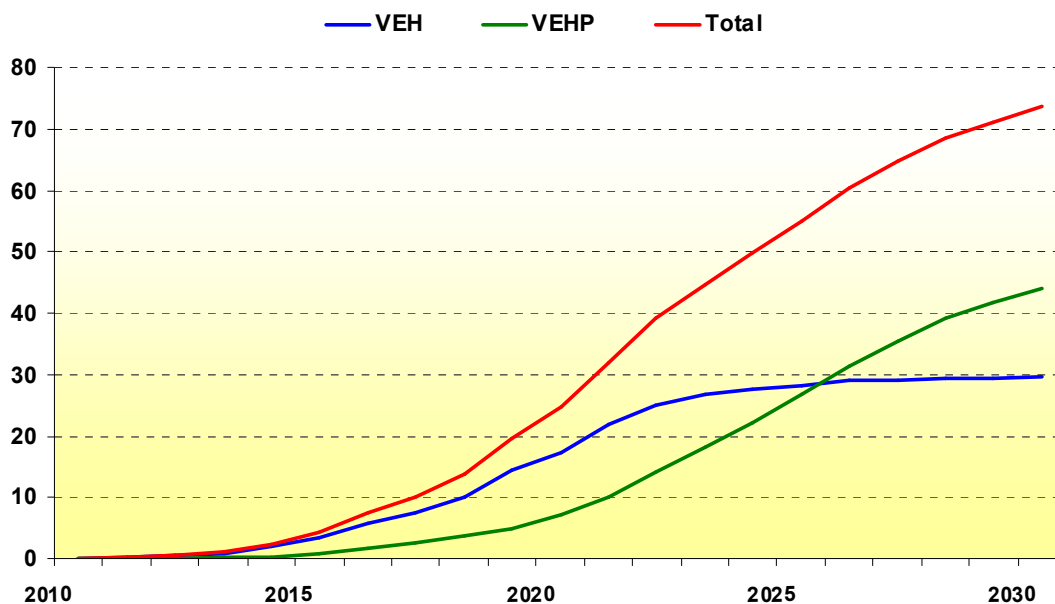
distribuição, além de milhares de pontos de conexão, junto às residências e outros locais de estacionamento.

- 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 carro 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 para contribuir para a melhoria do serviço de eletricidade prestado pela concessionária local. Pode ter um efeito importante considerando a capacidade 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**

Há muita discussão sobre como se dará a evolução dos veículos elétricos no mercado. O crescimento das vendas a nível mundial baseada, sobretudo, nos VEH paralelos, teve uma taxa anual de 50% na década (anexo A). Já foi ultrapassado o período em que o acionamento elétrico era uma novidade pouco testada, usando componentes novos. Agora, seja pelas inovações, seja pelo crescimento das escalas de produção, os custos dos componentes do acionamento elétrico devem ser reduzidos. Também terá um papel importante, um tratamento fiscal semelhante ao dos veículos com MCI.

O gráfico seguinte indica como poderá evoluir a penetração dos carros híbridos e daqueles que são conectados à rede elétrica (a bateria e plug-in) 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.



O interesse pelo emprego de veículos elétricos depende, entre outros fatores além de seu custo, de vantagens e desvantagens em relação às demais opções de mobilidade:

- Aumento da oferta de transporte público, que pode reduzir a demanda de transporte individual, particularmente o de táxis, que constituem um nicho de mercado importante para os VE;
- Restrições ao uso de veículos acionados por motores de combustão interna em determinadas áreas ou períodos, especialmente nos grandes centros urbanos, por razões de redução de impacto ambiental, 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 CO<sub>2</sub> e outros efluentes, também aumentam a atratividade dos VE por serem mais eficientes;

- Incentivos governamentais, como redução de taxas e prática de subsídios diretos, que alterem a competitividade do VE para os possíveis compradores.

### ***Melhorias tecnológicas - melhor desempenho e preço***

- Melhorias dos sistemas de acumulação (baterias e super-capacitores) no sentido de reduzir seu custo, peso e volume por kWh armazenado;
- 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 carregamento, carga rápida eficaz, troca de baterias;
- Aprimoramento e barateamento dos sistemas de controle; e
- Desenvolvimento de rede inteligente para a distribuição de energia elétrica e adaptação da legislação tarifária para reconhecer a flexibilidade no consumo e o benefício para a rede elétrica proporcionados pelos VE.

## **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 insumos e componentes estratégicos;
- 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 futuro cenário de crescente penetração do VE no mundo;
- 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 I apresenta um resumo das possibilidades em análise.

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

**Tabela I**

## Competitividade do VE

- Tradução das vantagens ambientais e de independência de combustíveis fósseis em termos de vantagens financeiras, como redução de impostos e taxas, facilidades de financiamento, não só para veículos de uso privado, mas principalmente para veículos de transporte e serviços públicos.
- Reconhecimento do menor impacto no ambiente urbano, com benefícios na utilização, como vias e estacionamentos preferenciais, liberação de horários e locais de circulação e de prestação de serviços.
- Atualmente, no Brasil, o custo de energia elétrica por km rodado, para VE leve e médio, já é inferior ao custo de combustíveis por km rodado para o mesmo veículo, mesmo para usuários residenciais, sem aplicação de qualquer subsídio ou vantagem tarifária ou fiscal.
- As principais desvantagens dos VE – custo inicial por enquanto mais elevado e, no caso dos VE a bateria, menor autonomia e elevado tempo de recarga das baterias – podem ser abordados segundo uma perspectiva favorável, que enfatize a importância dos progressos tecnológicos e os ganhos de escala de produção, que deverão atenuá-las ao longo dos próximos anos.
- A produção dos VE, particularmente aqueles baseados em tecnologias mais recentes e que proporcionam maiores eficiências, depende de materiais pouco abundantes e/ou irregularmente distribuídos na natureza. Devem-se avaliar as reais limitações da oferta desses materiais e quando a evolução tecnológica, em curso, poderá contorná-las ou mesmo vir a dispensar tais insumos.
- O direcionamento dos VE em relação ao mercado deveria ser feito em função de seus usuários inicialmente mais apropriados e prováveis. Entende-se que no Brasil, para que se alcance o grande público, a tecnologia mais promissora, no momento, é a híbrida, dado que alia a

redução de consumo à elevada autonomia. Pois a maioria dos usuários privados só possui um carro, de modo que a limitação de autonomia será um fator importante.

## **Educação e informação**

- Divulgação de informações sobre características dos VE que o público leigo eventualmente lhes atribui, 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;
- Divulgação dos benefícios decorrentes do uso dos VE em transporte público em termos de redução de poluição ambiental e sonora, além do aumento de eficiência energética nesse segmento;
- Esclarecer o público em geral e partes mais diretamente interessadas, sobretudo aqueles que entendam que poderão ser prejudicados pela difusão do emprego de VE, que esta não se dará de forma súbita nem total: mostrar que as previsões de diversas instituições apontam sim para a ocupação de importante parcela das vendas anuais mas que este será um processo gradual. Tais esclarecimentos são importantes para produtores e distribuidores de combustíveis e fabricantes de veículos, particularmente aqueles que investiram recentemente na utilização de biocombustíveis e no acionamento Flex, de modo a evitar impedimentos à difusão do emprego dos VE.

## **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 podem ser usadas para financiar veículos elétricos.
- Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda: está elaborando amplo 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;
- BNDES: realizou, em maio de 2010, seminário sobre VE e sua produção;
- 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.
- Challenge Bibendum: o evento realizado em maio/junho de 2010 no Rio de Janeiro, promovido pela MICHELIN e voltado para a divulgação das tecnologias automotivas, dedica especial ênfase aos VE.

## **Rotas tecnológicas para alcançar os objetivos**

### ***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, carregamento de baterias, com expectativas otimistas em relação à possibilidade de alcançar maior autonomia no modo elétrico e de se reduzir os custos dos veículos e das baterias;

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.

### ***Oportunidades***

- No Brasil há diversas oportunidades de utilização de VE, motivadas pela necessidade e vantagens sociais de reduzir a poluição urbana causada pelos motores de combustão interna, em especial dos veículos pesados, que queimam óleo diesel e aproveitando a experiência local já existente;
- A utilização e eventual produção ensejam a produção de componentes, inclusive o aperfeiçoamento e a inovação na indústria nacional de baterias, a criação de postos de trabalho especializado na manutenção dos VE, a criação de postos de abastecimento de baterias etc.

### ***Desafios***

- Desafios tecnológicos, relacionados à eficiência dos VE, 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 as características “inteligentes”, pelo aproveitamento de sinergias, estabelecer padrões para os carregadores e as tomadas destinados ao abastecimento das baterias, criação de pontos e postos de abastecimento de baterias.
- A difusão dos postos de recarga das baterias dependerá de sua evolução tecnológica, principalmente no tocante à possibilidade de carga rápida. Em função da duração da recarga, será ou não possível criar postos semelhantes aos atuais postos de venda de combustíveis; é preciso considerar 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 o aperfeiçoamento das atuais regras tarifárias elétricas, para desincentivar o carregamento das baterias no horário de maior demanda de energia elétrica e reconhecer os potenciais benefícios de interrupção de carga e utilização da capacidade de armazenamento de energia elétrica nas baterias, a criação de categorias específicas de 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 com aparência de excelente negócio a curto prazo para o país.
- A dificuldade de substituir alguns componentes que venham a ter uma evolução mais rápida pode comprometer a utilidade dos veículos elétricos.

## **Modelos de negócios para alcançar os objetivos**

- Práticas de marketing tradicionais, para carros e combustíveis, podem não ser adequadas para carros elétricos, baterias e postos de carregamento;
- Fatores adversos à difusão dos VE devem ser abordados com transparência, de modo a desmistificar aqueles que sejam irrelevantes ou temporários e mostrar o que esteja sendo feito para contorná-los;
- Em particular, como o tempo de carregamento das baterias e a autonomia que proporcionam devem ser levados em conta, o marketing dos VE a bateria deverá enfatizar as possibilidades de minorar essas limitações, mostrando que as possibilidades inerentes a essa tecnologia oferecem vantagens compensatórias. Por exemplo, o uso dos celulares, principalmente nos primeiros anos, quando as pessoas rapidamente se adaptaram às suas limitações, que não prejudicaram sua demanda.

## **Oportunidades na indústria brasileira no tocante a VE**

- Situação da indústria de componentes para VE no Brasil
- Fabricação de componentes; em particular, baterias e carregadores
- Reciclagem de baterias
- Conversão de veículos convencionais em VE
- Criação de pontos e postos de carregamento de baterias

## **Rotas institucionais para que os objetivos sejam atingidos**

Diversos fatores não tecnológicos afetam a difusão dos VE, tais como:

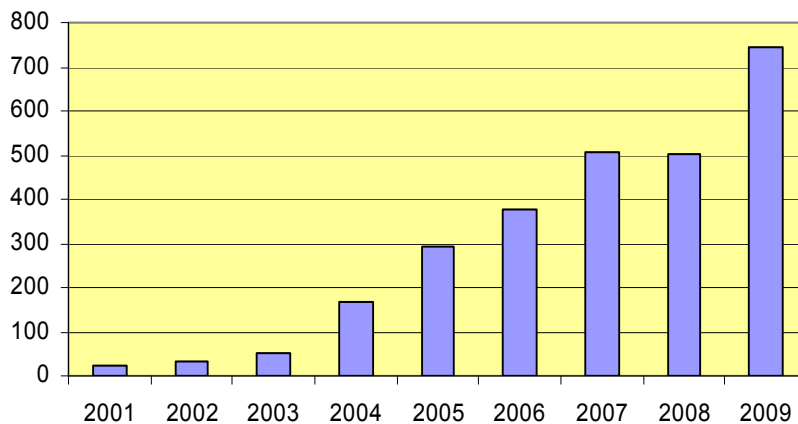
- Políticas governamentais (fiscais e regulatórias);
- Políticas da indústria local e de suas matrizes, destacando-se a produção local versus importação;
- Recursos humanos: importância, situação atual e principais carências, iniciativas estratégicas (investimento na formação de especialistas, particularmente em manutenção dos VE);
- Percepção pública e educação: situação atual, lacunas na informação atual, esclarecimento dos formadores de opinião e dos formuladores de políticas, informação ao público.
- Implementação: criação de um comitê de implementação do RVE e de uma instituição de apoio técnico-econômico-institucional e estabelecimento de um cronograma de implementação de medidas básicas, consignado em protocolo firmado pelo governo e a pela indústria automotiva e seus distribuidores.

## ANEXO A – Penetração dos VE no Mercado

Há diversos estudos sobre projeções, com resultados os mais díspares como tipicamente ocorre nas transições tecnológicas. Para exemplificar a dinâmica do processo foi feito a seguir um exercício quantitativo supondo que a introdução dos VE foi feita com os VEH e, na seqüência, vai se basear nos VEH paralelos (“com extensão de autonomia”) e 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 as 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 ( $\Delta t$ ) quando o crescimento da taxa é aproximadamente constante; e iii) final, o aumento da penetração tende a zero, aproximando-se da saturação.

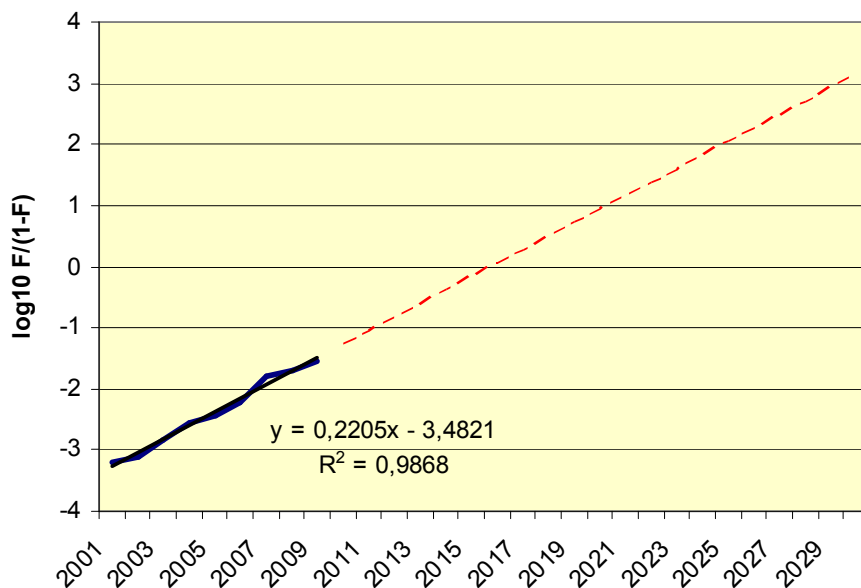
A transformada de Fisher-Pry,  $\log [F/(1-F)]$  facilita a análise pois a logística fica linearizada e facilita a visualizar o início do processo.

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 2009<sup>1</sup> que se

<sup>1</sup> 1999( $F=0,04$ ;  $\log[0,04 \times 0,96] = -3,4$ ) e 2009 ( $F=0,0278$ ;  $\log[0,028 \times 0,932] = -1,54$ )

ajustam a uma reta, com correlação elevada. 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 atingiria 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.

### Vendas VE - mundo F = penetr. mercado



### Vendas VEH e Projeção EUA (F = proporção vendas)

