

# Veículos elétricos de duas rodas no mercado brasileiro: benefícios e riscos

J.A. Siqueira Dias<sup>\*</sup>, E. C. Ferreira<sup>\*</sup>, P. C. Dias<sup>\*</sup>,  
L. J. Hernandez Jr.<sup>\*\*</sup>, E. R. Francisco<sup>\*\*</sup>, V. Oliveira<sup>\*\*</sup>, Fulvio Andrade<sup>\*\*</sup>  
<sup>\*</sup>Dept. de Eletrônica e Microeletrônica, DEMIC/FEEC/UNICAMP  
C.P. 6101, Campinas, SP 13081-970, Brasil.

<sup>\*\*</sup>AES-Eletropaulo S/A, R. Tabatinguera, 164, São Paulo, SP 01020-000, Brasil.

## Resumo

A utilização de veículos elétricos (VEs) de duas rodas apresenta um enorme potencial de crescimento em países emergentes devido ao perfil sócio-econômico da população nestes países, às características de tráfego nas grandes metrópolis e aos requisitos cada vez mais exigentes em relação à emissão de poluentes. A cidade de São Paulo, onde já circulam quase 1.000.000 de motocicletas com motor a explosão, é um exemplo típico de região onde pode vir a ocorrer a adesão significativa de público consumidor a estes veículos elétricos. Entretanto, a migração de parcela mínima de consumidores que utilizam a motocicleta com motor a explosão para as motocicletas elétricas pode causar problemas sérios no fornecimento de energia elétrica, principalmente nos horizontes de curto e médio prazo. Para evitar um descrédito popular quanto a este tipo de veículo elétrico, é necessário criar um controle sobre o número de veículos que poderão ser licenciados ou promover um grande investimento na rede de distribuição de energia elétrica, como mostramos neste trabalho.

**palavras chave:** Veículos elétricos de duas rodas, distribuição de energia elétrica, mercado de veículos elétricos.

## 1 Introdução

Com a marca de mais de 10 milhões de veículos atingida no início dos anos 70, a região metropolitana de São Paulo apresenta características de tráfego que remetem a um uso cada vez maior de veículos de duas rodas para o transporte de pessoas, documentos e até pequenas cargas. Dentre os principais fatores que levam a esta situação, podemos citar:

- As deficiências do transporte público (a média do tempo gasto em viagens realizadas com transporte público é mais de duas vezes maior do que a realizada com automóveis[1];
- A altíssima agilidade dos veículos de duas rodas;
- O baixo custo dos veículos de duas rodas, quando comparado com o dos automóveis;
- O baixo custo de operação desses veículos, já que o consumo de combustível das motos é muito inferior ao dos automóveis;

- Facilidade e baixo custo de estacionamento.

Com isso, a frota de motocicletas já representa mais de 39% das vendas do total de veículos automotivos no Brasil [2]. Só na região metropolitana de São Paulo já se tem quase 1.000.000 de motos, e a taxa de crescimento prevista para a participação deste tipo de veículo no mercado é muito alta (cerca de 25% ao ano, com previsão de vendas em 2007 de mais de 1,5 milhão de veículos [2]).

Como trafegar sobre duas rodas é um fato, e o número de condutores deverá crescer de forma significativa nos próximos anos, a motocicleta elétrica pode vir a representar uma parcela considerável deste mercado num futuro próximo [3]. Neste trabalho analisamos alguns fenômenos ocorridos com a introdução das motos elétricas na região metropolitana de Pequim, mercado este que apresenta várias características similares ao brasileiro, e apresentamos algumas simulações que esta migração (de motos com motor a explosão para motos elétricas) pode representar em termos de desafios para o setor elétrico brasileiro, especialmente para as empresas de distribuição de energia.

## 2 Surpresas do mercado de VEs de duas rodas: o exemplo da China

Tem-se observado, em vários países, devido às questões ambientais relativas à redução da emissão de carbono, um incentivo (ou até mesmo obrigação) para a utilização de veículos elétricos. Na China, no fim da década de 90, as autoridades passaram a não autorizar o licenciamento de veículos de duas rodas movidos a motor de combustão para tráfego nas grandes cidades (com mais de 1 milhão de habitantes) e também na maioria das capitais [4]. Além disso, houve um grande programa de propaganda e incentivo ao uso de bicicletas e *scooters* elétricas, realizado por uma agência governamental. A decisão das autoridades chinesas para a adoção destas medidas foi baseada na preocupação com as questões ambientais e também no que se refere à economia de energia.

É interessante observar que o incentivo e a proibição do uso das *scooters* movidas a gasolina em determinadas regiões fez com que o número de bicicletas e *scooters* elétricas crescesse de forma formidável, atingindo, em 2005, a marca de cerca de 22 milhões de unidades[5], sendo esperado um crescimento anual da ordem de 80% para os próximos seis anos[6], conforme é apresentado na Fig. 1. Em 2005, o número de *scooters* movidas a gasolina na China era de cerca de 80 milhões[7], ou seja, a frota de VEs de duas rodas elétricos era cerca de 27% do número de motos movidas a gasolina.

Isso, entretanto, não ocorreu sem que sérios problemas fossem detectados pelas autoridades chinesas pouco tempo após a implementação destas medidas. Em novembro de 2006, a cidade de Guangzhou tornou-se, paradoxalmente, a terceira cidade na China a proibir a utilização de bicicletas/*scooters* elétricas (isso já havia sido feito pelas cidades de Fuzhou e Zhuhai). Isso ocorreu sob a alegação de que as enormes vantagens destes VEs (preço baixo, boa segurança, baixo custo operacional, agilidade, e facilidade de estacionar) fizeram com que a quantidade de veículos elétricos de duas rodas crescesse demasiadamente, a ponto de estar colocar em risco tanto o gerenciamento do tráfego, como segurança dos motoristas e pedestres[8].

Embora o mercado brasileiro não possa ser comparado ao chinês, no que diz respeito ao volume, fica claro que há uma necessidade de se planejar a introdução de veículos elétricos de duas rodas no mercado brasileiro, sob risco de criarmos novos problemas, decorrentes de uma eventual utilização em alta escala de tais veículos.

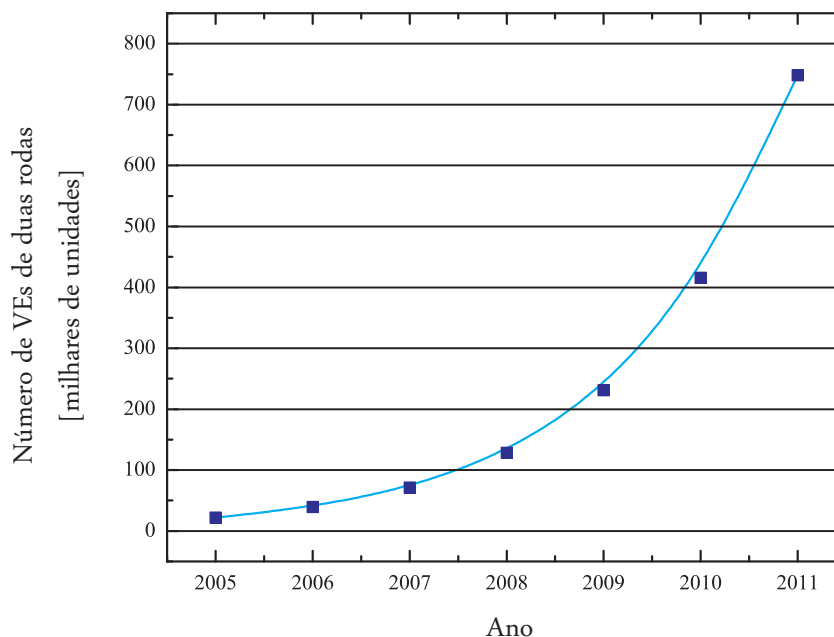


Figura 1: Previsão de crescimento do número de veículos elétricos de duas rodas no mercado chinês

### 3 Os possíveis impactos da introdução de veículos elétricos na região metropolitana de São Paulo

Nesta secção serão analisados os benefícios e os eventuais os problemas decorrentes da utilização em alta escala de veículos elétricos de duas rodas na região metropolitana de São Paulo. Aspectos referentes a poluição, segurança no tráfego, fornecimento de energia elétrica e abastecimento dos veículos, serão discutidos e analisados.

#### 3.1 Questões ambientais

Como vemos pelos dados apresentados, a frota de motocicletas é bastante importante em termos nacionais, e a possibilidade de conversão de parte desta frota para tração elétrica poderia ter um impacto significativo no que diz respeito à diminuição da emissão de carbono. Dados publicados no relatório anual da Cetesb sobre a qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo mostram que, em 60 dias do ano de 2004, a quantidade de ozônio no ar excedeu a considerada segura pela OMS. Em relação às partículas inaláveis, o máximo de 150 microgramas por metro cúbico foi ultrapassado sete vezes nos quatro bairros onde essa medição é feita, sendo que as motos são responsáveis por grande parcela deste problema.

Segundo Geraque[9], uma moto emite até 20 vezes mais poluentes por quilômetro que um carro novo. Como em São Paulo as motos circulam 180 km por dia, em média, comparados com apenas 30 km para os carros, elas podem chegar a emitir, cada uma, o equivalente a 120 automóveis num dia.

A frota total de motocicletas na cidade de São Paulo é de quase 1.000.000 de motos, sendo que em setembro de 2006 cerca de 150.000 eram utilizadas por motociclistas profissionais[10], número que deve ter crescido aproximadamente 15% deste então. Isso nos leva a números alarmantes, pois usando a razão de equivalência de 120:1, conclui-se que a frota de motocicletas na cidade de São Paulo é equivalente a cerca 120 milhões de carros circulando diariamente!

Com o aumento anual inevitável da frota, a sociedade está ansiosa por soluções para reduzir drasticamente a poluição causada por esse tipo de veículo, e a motocicleta com tração elétrica se apresenta como uma alternativa de potencial, com imensa importância dentro deste cenário. Para avaliar a importância da substituição das motos convencionais por elétricas, vemos que se na cidade de São Paulo, se apenas 10% das motocicletas utilizadas exclusivamente profissionalmente (15.000 motos) forem substituídas por motos elétricas, isso seria o equivalente a retirarmos 1.800.000 automóveis de circulação da cidade de São Paulo.

É interessante notar que este número de motos representa apenas 2% do total de motos com motor a combustão existentes na região metropolitana de São Paulo. Isso representa uma porcentagem muito pequena do mercado potencial para estes veículos, principalmente quando comparada com os dados que o mercado chinês apresenta, já que o número de veículos elétricos de duas rodas na China é da ordem de 25% do número de motos movidas a gasolina.

### 3.2 Consumo de energia elétrica

O fator custo é um atrativo muito poderoso em mercados emergentes, sendo muitas vezes o determinante para a escolha de um produto, em detrimento de outros fatores como conforto e segurança. No Brasil, o sucesso do programa do carro a álcool foi baseado exclusivamente neste fator. Outro exemplo proporcionado pelo mercado brasileiro foi a recente conversão de um grande número de veículos com motor a combustão para GNV. Mesmo que a conversão trouxesse uma série de incômodos para os proprietários dos veículos, como, por exemplo, a redução considerável do volume disponível no porta-malas de carros pequenos, o ganho financeiro prevaleceu, e hoje o GNV é um combustível popular, inclusive já dispondo de uma boa rede de abastecimento.

Se um programa de incentivo como, por exemplo, a isenção do IPVA e a redução do ICMS, conforme proposta apresentada pela ABVE - Associação Brasileira do Veículo Elétrico às Secretarias Estaduais de Transporte e Meio Ambiente [11] for efetivamente implementado, é muito provável que as motos/bicicletas elétricas sejam introduzidas na região metropolitana de São Paulo com grande força, pois vários setores poderiam se beneficiar destes VEs elétricos, e não apenas o motorista particular.

Por exemplo, um setor que pode se beneficiar financeiramente do emprego de VEs de duas rodas, e portanto vir a empregar este meio de transporte com bastante intensidade é o setor de entrega de refeições (popularmente conhecido pela palavra em inglês *delivery*, já que estes VEs operam em regiões delimitadas, por pouco período de tempo e não necessitam de alta autonomia. Uma investigação do emprego destes VEs no setor de *delivery* é objeto de uma pequena parte de um projeto submetido à ANEEL [12], cujo foco é o desenvolvimento de medidores de energia que operem com cartões pré-pagos.

Outra aplicação que pode ser muito interessante é o emprego destes VEs em áreas centrais, por parte de serviços especiais, como em Roma, onde a polícia local utiliza *scooters* elétricas para fazer o policiamento nas zonas centrais. Correios (que já utilizam patinetes motorizados) e o transporte interno em grandes empresas também são fortes candidatos a migrarem para estes VEs. Portanto, é previsível que uma boa parcela dos veículos elétricos de duas rodas que venha a ser introduzido na região metropolitana de São Paulo seja da parcela de motos que hoje é utilizada profissionalmente. É, portanto, necessário fazer uma avaliação do impacto que estes VEs podem causar no setor de distribuição de energia elétrica.

Admitindo que, na média entre o uso particular e o profissional, estas bicicletas/motos elétricas sejam utilizada por cerca de 2 horas por dia, durante os dias úteis, podemos calcular o consumo de energia elétrica adicional que essas motos elétricas podem representar para a distribuidora de energia. Uma moto elétrica de porte médio, com autonomia de 50 km e velocidade máxima de 40 km/h, consome cerca de 2,7 kWh para andar durante uma hora.

Portanto, admitindo uma utilização de 2 horas por dia, durante 22 dias úteis por mês, pode-se calcular que cada moto irá consumir mensalmente uma energia dada por:

$$E_m = 2 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times 2,7 \text{ kWh} = 118,8 \text{ kWh}. \quad (1)$$

Na Fig. 2 temos um gráfico onde é apresentada uma comparação da projeção normalizada (valor previsto = 1) do crescimento do mercado de energia elétrica na região metropolitana de São Paulo (baseada na média verificada nos últimos 5 anos pela AES-Eletropaulo) com a variação percentual do aumento deste crescimento, que seria causada pela introdução de veículos elétricos de duas rodas. A projeção é feita em proporções semelhantes aos dados observados no mercado chinês, ou seja, de forma que o número de VEs de duas rodas represente 25% do total de motos a gasolina ao fim do período de 5 anos, sendo admitido um fator de crescimento anual de 40%, que é apenas metade do esperado para o mercado na China.

Observando a Fig. 2, vemos que o crescimento do consumo é mais do que 30% do previsto sem os VEs de duas rodas, o que certamente demandaria atenção especial da distribuidora de energia, que não está preparada para um aumento de carga desta grandeza. Se o número de VEs de duas rodas atingir os valores previstos nesta simulação, a carga adicional que será ligada à rede da concessionária, ao fim de 5 anos da implantação do programa, será maior do que 460 GWh, o que representa o consumo residencial mensal de uma cidade de cerca de 4.000.000 de consumidores residenciais. Se durante este período houver também uma participação não desprezível de veículos elétricos de 4 rodas neste mercado (o que pode ser bem mais difícil de ocorrer, devido às barreiras de preços ainda existentes), a situação em relação à demanda de energia pode se tornar ainda mais crítica.

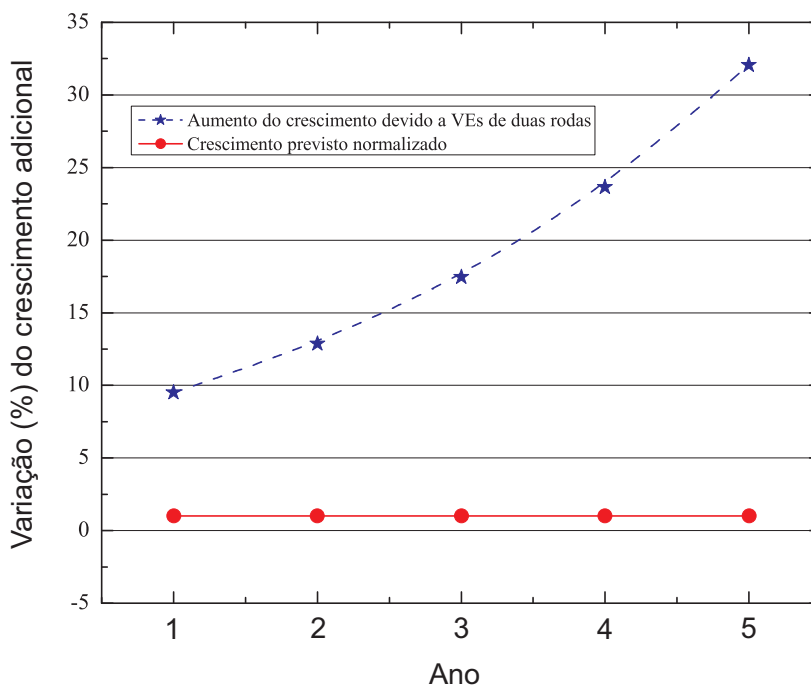


Figura 2: Projeção do aumento do consumo de energia elétrica na região metropolitana de São Paulo em relação ao valor previsto normalizado no período de 5 anos, causado pela introdução de VEs de duas rodas.

### 3.3 Abastecimento dos VEs de duas rodas

Um grande problema que se coloca para o desenvolvimento de uma frota de veículos elétricos é a logística para o “abastecimento” destes veículos, bem como o horário em que se dará esta carga. Embora estime-se que grande parte da recarga das baterias será realizada no período noturno, serão necessários “postos de abastecimento” onde, durante o dia, enquanto o veículo não está sendo utilizado, o usuário possa deixar o seu veículo recarregando por um período (por exemplo, enquanto está no trabalho ou na escola). Estes postos poderiam ser localizados em empresas, escolas, instituições públicas, *shopping centers*, que poderiam disponibilizar “carregadores públicos” para que os usuários possam utilizar o serviço.

Entretanto, como para repor algo em torno de pelo menos 15% a 20% da carga, o período mínimo de recarga é sempre relativamente longo (tipicamente maior do que uma hora), é extremamente importante que o processo seja do tipo “self-sevice”, como nos postos de combustíveis nos EUA e Europa. Uma excelente alternativa que está sendo proposta para estudo, em projeto já submetido à ANEEL[12], é o desenvolvimento de pontos de fornecimento de energia que operem com cartões pré-pagos (como os cartões telefônicos), disponibilizando a quantidade de energia ao usuário que ele desejar comprar. O cartão, da mesma forma que o cartão telefônico, seria “queimado” de acordo com a energia fornecida pelo carregador ao veículo elétrico. A tecnologia de cartões telefônicos é barata, muito madura, com excelente confiabilidade e a prova de fraudes, sendo bastane adequada para este tipo de aplicação.

Por outro lado, a carga no período noturno deverá ser estimulada por tarifas mais econômicas para o melhor aproveitamento da rede de distribuição, pois à medida que essa nova demanda se torna importante em magnitude, mais importante é que ela ocorra nos horários de carga mais leve e de maior disponibilidade do sistema elétrico.

## 4 Conclusões

Embora os veículos elétricos de duas rodas possam ser uma excelente alternativa para a substituição de boa parte das motocicletas movidas a gasolina no que se refere ao consumo de energia, redução drástica de emissão de poluentes e aumento da segurança no tráfego (devido à menor velocidade final atingida por estes veículos), a sua introdução no mercado pode ser extremamente problemática se não for realizado um planejamento adequado para este processo. As vantagens financeiras oferecidas por estes veículos podem fazer com que a sua participação no mercado seja muito importante, com crescimentos anuais muito altos, gerando a necessidade de alocação dessa carga por estímulos tarifários nos horários de carga leve, para melhor aproveitamento do sistema elétrico e para evitar riscos de inadequação da rede de distribuição, pois a capacidade de crescimento da rede para fornecimento de energia pode ser rapidamente ultrapassada pela demanda criada pela nova carga introduzida no mercado. Além disso, existe a possibilidade, embora remota, de que o excesso de bicicletas/motos elétricas, como o verificado no mercado chinês, coloque em risco a segurança do trânsito, e que eventualmente venham a ser necessárias medidas para, paradoxalmente, diminuir o número de veículos elétricos de duas rodas no mercado.

## Referências

- [1] C. Zarattini, “Circular (ou não) em São Paulo”, Estudos avançados 17 (48), pp. 185-201, 2003.
- [2] Informativo FENABRAVE sobre emplacamentos, ano de 2006,  
[http://www.tela.com.br/dados\\_mercado/emplacamentos/index.asp?coditem=1](http://www.tela.com.br/dados_mercado/emplacamentos/index.asp?coditem=1)

- [3] Antonio Nunes Jr., “Ações para acelerar o uso de veículos elétricos”, 3o Seminário e Exposição de Veículos Elétricos, São Paulo, SP (2005).
- [4] Jonathan X. Weinert, Chaktan Ma and Xinmiao an, “The Transition to Electric Bikes in China and its Effect on Travel Behavior, Transit Use, and Safety”, Institute of Transportation Studies University of California, Davis, USA, UCD-ITS-RR-06-15, 2006.
- [5] Ni J., “Feasibility Study: Proposal for the Manufacture of Mini Electric Cars Based on Experience with Large Scale Manufacture of Light Electric Vehicles”, China LEV Development and Strategic Study Report (Chinese), Luyuan Bicycle Company, p.49.
- [6] “China Expected to Get Back on Their (Electric) Bicycles”, China People’s Daily Online, May 2006, [http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2006-05/16/content\\_590600.htm](http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2006-05/16/content_590600.htm)
- [7] National Bureau of Statistics, China Statistical Yearbook, 2005
- [8] “Guangzhou bans Electric Biles”, Xinhua Net (Chinese), Nov. 2006, [http://news.xinhuanet.com/fortune/2006-11/03/content\\_5284544.htm](http://news.xinhuanet.com/fortune/2006-11/03/content_5284544.htm)
- [9] Eduardo Geraque, "Perigo no ar"Scientific American Brasil, No. 54, novembro de 2006.
- [10] José A. dos Santos, “Executive Express”, I Seminário DENATRAN de Educação e Segurança no Trânsito, São Paulo, SP, 26 de Setembro 2006.
- [11] <http://www.abve.org.br/destaques/destaque88.shtml>
- [12] “Medidores inteligentes de energia para carregadores de baterias de veículos elétricos”, FEEC/UNICAMP e AES-Eletropaulo, Projeto submetido à ANEEL, 2007.