

**COMITÊ 37
PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE POTÊNCIA**

**ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DA UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS NA
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA MÓVEL**

Luiz Artur Pecorelli Peres (*)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ

Jayme Buarque de Hollanda

Instituto Nacional de Eficiência Energética INEE

RESUMO

Este trabalho analisa as oportunidades e dilemas que decorrem do atual estágio tecnológico dos veículos elétricos - VEs. Um tipo de VE, o veículo híbrido elétrico – VHE, quando estacionado, pode operar como um gerador distribuído móvel e ainda prover serviços ancilares tais como reserva de potência não centralizada e suprir energia elétrica e água quente. De fato o conceito de *veículo co-gerador* é usado neste trabalho. Este conceito amplia as opções de suprimento de energia e conseqüentemente, do planejamento estratégico dos serviços de eletricidade.

PALAVRAS CHAVE:

Geração Distribuída – Veículos Elétricos Híbridos – Eficiência Energética - Meio Ambiente - Planejamento

1.0 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta e discute as oportunidades e dilemas que decorrem do atual estágio tecnológico dos VEs. Novos tipos recentemente introduzidos no mercado, como os VHEs, podem ser usados como meio de transporte e, quando estacionados, como geradores elétricos integrados à rede elétrica. O VHE possui um motor a combustão interna - MCI, acoplado a um gerador, que recarrega as baterias. Sempre que necessário; estas suprem de energia o motor elétrico que aciona as rodas. O conjunto funciona de forma otimizada proporcionando baixos níveis de consumo de combustível e de emissões. Quando estacionados, VHEs podem ser conectados à rede elétrica, e portanto tornarem-se unidades de geração distribuída móvel que podem adicionalmente ser usadas para suprir água quente. O conceito de *veículo co-gerador*, usado neste trabalho assim se considera. Tal conceito amplia as opções de suprimento de energia e permite minimizar os impactos das emergências temporárias nas redes de baixa tensão. Também complementam o suprimento do sistema elétrico convencional, diminuindo a necessidade de investimentos e reduzindo perdas, no Brasil em média 15%.

É interessante que após um período no qual as atividades relacionadas com VEs no Brasil se limitaram predominantemente às iniciativas do âmbito acadêmico, este tema tem reaparecido sob um plano mais amplo aqui abordado. De fato, um considerável número de publicações técnicas tem sido publicado. Um novo panorama emerge no qual a indústria brasileira começa a comercializar VEs não rodoviários e ônibus elétricos híbridos. Fabricantes tradicionais planejam introduzir VEs que incluam dispositivos de conexão à rede elétrica. [1 - 5].

Este trabalho começa com uma breve descrição dos VEs existentes seguida por uma discussão das peculiaridades dos VEs bem como de algumas tendências possíveis associadas ao seu desenvolvimento. No item 5 são mostrados cálculos sobre o potencial de uso do VHE no intrincado cenário atual da matriz energética brasileira. Na parte final são delineadas as conclusões e recomendações visando a continuidade de pesquisas sobre este tema.

2.0 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os VEs são definidos como aqueles acionados ao menos por um motor elétrico. Ainda que hajam muitos modelos de VEs em diferentes estágios de desenvolvimento, podem ser agrupados como segue:

Grupo I: Veículos Elétricos a Bateria:

I.1 VEs não-rodoviários

I.2 VEs de uso geral rodoviário

Grupo II: Veículos Elétricos Híbridos - VHEs

II.1. Com motor a combustão interna

II.2. Com célula a combustível

O motor ou motores do Grupo I são alimentados somente por baterias. Neste caso, a energia é armazenada de forma química para ser usada mais tarde pelo motor. Os veículos do Grupo I recarregam suas baterias através da rede elétrica. Veículos típicos do sub-grupo I.1 são não rodoviários e usam motores de corrente contínua de baixa potência[6]. Os veículos

(*) Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ – Rua S. Francisco Xavier, 524 – FEN sl. 5029-A
Rio de Janeiro – RJ – Brasil (www.uerj.br - e-mail: lapp@uerj.br)

maiores, de uso geral, do subgrupo I.2 costumam utilizar motores de indução de forma eficiente. Há VEs com mais de um motor elétrico em um só carro. Alguns são providos com freios regenerativos, i.e., quando freiados o motor elétrico atua como um gerador, recuperando parte da energia de inércia que seria dissipada também em percursos de descida. A Figura 1, a seguir, resume estes conceitos onde m.g.e significa motor-gerador elétrico.



Figura 1 – Esquemas dos Grupos I e II

A principal característica do Grupo II é que utiliza pelo menos um combustível como fonte de energia primária. Estes híbridos por serem VEs dispõem de um motor elétrico para acioná-los. O termo *híbrido* é então explicado do fato que ainda que estes veículos sejam de tração elétrica, eles se reabastecem por um combustível ao invés de eletricidade. O papel do controle é fundamental no VHE. Supervisiona um grande número de funções dos geradores e motores, freios regenerativos, sistema de baterias etc. A viabilidade dos VHEs depende da miniaturização de componentes e da diminuição de custos de computadores e dispositivos de eletrônica de potência.

Várias configurações são possíveis no subgrupo II.1. No híbrido série, Figura 2, um motor a combustão interna, MCI., aciona um gerador elétrico que mantém permanentemente recarregado o banco de baterias existente. Em adição, é eliminada a necessidade da recarga. Os veículos deste subgrupo podem rodar utilizando qualquer combustível regularmente distribuído, como o óleo Diesel e a gasolina.



Figura 2 – Esquema do Veículo Elétrico Híbrido Série

Outro tipo de VHE é o híbrido paralelo, Figura 3, onde o MCI e o motor elétrico podem acionar as rodas através de acoplamentos mecânicos que atuam simultaneamente [7]. Esta arquitetura aproveita as melhores vantagens do acionamento de cada motor ligando ou desligando-os para maximizar a performance dos VHEs. Devido ao vasto número de possibilidades de acoplamento dos dispositivos existem vários modelos de VHEs.

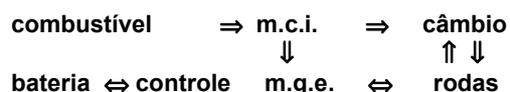


Figura 3 – Esquema do Veículo Híbrido Paralelo

Adicionalmente aos VHEs que usam motores a combustão interna, o subgrupo II.2 utiliza células a

combustível para obter eletricidade a bordo. Neste caso, esta é produzida pela oxidação do hidrogênio [8]. Estes veículos podem ser reabastecidos diretamente com hidrogênio de algum posto disponível, uma solução complicada já que o gás é muito inflamável [8], ou na forma de hidreto metálico [9]. O gás pode ser também produzido em um reformador, Figura 4, que remove os átomos de hidrogênio das moléculas de combustíveis como metano, metanol, etanol etc.



Figura 4 – Esquema do Veículo a Célula Combustível

Os veículos do subgrupo II.2 oferecem vantagens significativas um vez que não dispõem de partes móveis e apresentam pouquíssimas emissões. Por esta razão muitos fabricantes e governos – inclusive do Brasil – estão investindo nesta tecnologia, havendo carros de passageiros e ônibus em teste. Todavia, o uso generalizado destes veículos pode levar tempo uma vez que o preço das células a combustível ainda são altos e uma solução adequada à questão do combustível necessita ser definida.

Claramente, o cenário tecnológico atual mostra o desenvolvimento mais cedo do subgrupo II.1. De fato estes veículos já são comercializados em bases regulares e apresentam características de uso geral [1]. Portanto, o termo VHE no texto que se segue refere-se ao subgrupo II.1. Entretanto, a maioria das conclusões podem ser estendidas ao subgrupo II.2, o qual deve penetrar no mercado mais tarde.

3.0. VANTAGENS DO VHE

3.1 Elevada eficiência energética

Os VHEs possuem eficiência 20 a 30% maior que os carros convencionais equivalentes [7] devido a, pelo menos, quatro fatores que o tornam intrinsecamente superior: 1) o MCI funciona com velocidade constante operando em alto rendimento; 2) a ação do freio regenerativo, citada no item 2, tem papel significativo sobretudo em percursos urbanos; 3) quando parado no trânsito o VHE não consome energia; 4) o conjunto MGE. - baterias e controlador apresenta alta eficiência.

3.2 Baixas emissões

Os VHEs produzem emissões mais baixas se comparadas com os veículos convencionais em grande parte porque os seus MCIs operam em velocidade constante e as suas potências são menores que a dos veículos convencionais equivalentes. Por exemplo, um ônibus urbano tradicional operando a óleo Diesel requer um motor de cerca de 200 HP, enquanto um ônibus híbrido elétrico similar usa somente 80 HP. A Tabela 1 compara níveis de emissão de alguns poluentes entre um VHE a gasolina e um veículo tradicional recentemente fabricado.

Tabela 1 – Comparação de Emissões Veículos Elétricos e Veículos a Combustão Interna

| Poluentes | Grupo II.1 Híbrido Elétrico a Gasolina (g/km) | Veículo a Combustão Interna de Geração Recente (g/km) |
|-----------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| CO | 0.290 (*) | 0.700 (+) |
| HC | 0.002 (*) | 0.142 (+) |
| NO _x | 0.030 (*) | 0.200 (+) |

Notas:(*) IEEE Spectrum Nov. 1998; (+) Publicações do MCT; CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarbonetos); NO_x (óxidos de nitrogênio)

3.5 Outros fatores

Os VHEs reúnem os benefícios dos VEs - menor poluição sonora, aceleração suave e direção fácil - e o conforto dos veículos convencionais - autonomia e facilidade de abastecimento [7].

Os VHEs já ultrapassaram o estágio experimental junto aos consumidores estimando-se que hajam 150 mil circulando no Japão e EUA no final de 2002 [15]. As principais montadoras estarão introduzindo no mercado modelos de VHEs em 2003, e na cidade de São Bernardo do Campo, SP circulam desde 1999 ônibus projetados e fabricados no Brasil com esta tecnologia [1].

Ainda que os preços destes veículos, em geral, superem dos veículos convencionais, as análises de ciclo de vida apontam uma compensação vantajosa pelos custos operacionais inferiores. Com o aumento dos níveis de produção, a tendência é reduzir preços podendo se tornar um novo paradigma da indústria.

4. VHE E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Além das vantagens como veículo o VEH, quando estacionado, é um gerador sobre rodas que, conectado ao consumidor, atende necessidades locais de energia. Desta forma, ele pode também ficar interligado à rede de distribuição elétrica e, portanto, atuar como um gerador distribuído (GD). Nesta condição, torna-se assim, um prestador de serviços ancilares ao sistema elétrico.

4.1 VHE como co-gerador

A capacidade de gerar energia do VHE pode ser útil em casos especiais, como o apoio a acampamentos ou locais isolados. Atuando como *co-gerador* apresenta um potencial de competir com a geração centralizada. Este uso do VHE, naturalmente, está sujeito às restrições ambientais relativas às emissões que podem variar dependendo do local e do tipo de VHE.

4.2 O VHE e os serviços ancilares

Visto pela rede elétrica, o VHE serve, principalmente, como uma fonte descentralizada de emergência que pode responder rápido aos requisitos da rede. Sistemas de controle de elevada sofisticação podem ser programados para operarem independentemente

ou em coordenação com outros VHEs. Os VHEs podem ser despachados por um operador central [10,14,15] para suprir em tempo real os requisitos da rede elétrica. Portanto, podem prover serviços ancilares, i.e., podem localmente complementar o sistema de geração centralizado [15] com operações tais como: atender parte da carga em situações de emergência; analisar localmente e em tempo real as características da energia suprida no sentido de melhorar sua qualidade; corrigir o fator de potência; apoiar a rede em casos de recomposição e suprir potência durante horários de ponta.

4.3 O VHE e o setor elétrico brasileiro

Em um sistema elétrico interligado é indiferente o local e o tamanho dos geradores. As economias de escala, no entanto, privilegiaram centrais de grande porte apesar das perdas de transmissão e distribuição chegarem a 15% no Brasil. Devido a geração hidráulica ser majoritária, há predominância de linhas longas e da necessidade de investimentos adicionais para garantir a confiabilidade em um extenso território. Diversas áreas rurais ainda não dispõem de eletricidade mesmo quando próximas de circuitos de alta tensão constituindo uma distorção da oferta de energia.

Os automóveis encontram-se, em média, estacionados 22 ou mais horas por dia. Por estarem geograficamente dispersos e próximo dos consumidores, os VHEs podem ser considerados fontes de geração complementar para a rede elétrica brasileira, com grande potencial de redução de investimentos. Obviamente, a uma operação coordenada acrescenta-se a necessidade de uma análise ambiental devido às emissões dos seus MCI.

De fato, ainda que a potência elétrica dos VHEs seja pequena – tipicamente 30 kW – ela excede batente as necessidades individuais e 4 veículos poderiam suprir cerca de 40 residências. A potência agregada aos VHEs poderá ser muito importante para se aumentar a capacidade instalada de geração. Por exemplo, uma penetração de 20% de VHEs no mercado de 1 milhão veículos anuais agregaria nova GD da ordem de 2000 MW em um ano, considerando que cada VHE adicionasse a modesta potência de 10 kW.

Então, um novo capítulo é introduzido no tema da geração distribuída pois, neste caso, ela deixa de ser fixa. Os estacionamentos podem oferecer pontos de conexão a fim de captarem dos *veículos co-geradores* a energia passível de integração às chamadas “microgrids” ou redes locais [13,14,16]. As condições de conexão e comunicação do veículo com a rede deverão, assim, merecer uma atenção especial das empresas de eletricidade nos anos vindouros.

5.0 ECONOMIA DO VHE CO-GERADOR NO BRASIL

Um intrincado conjunto de questões emerge desta discussão exigindo deste modo o estabelecimento de metodologias específicas de avaliação [3,4,12,17]. Considerando os elementos acima, o crescimento do

uso dos VHEs oferece elementos obviamente interessantes às empresas de energia elétrica do ponto de vista econômico e ambiental.

5.1 Economia de escopo

É impossível fazer uma separação nítida dos custos e benefícios associados a cada uma das funções do VHE - tração, geração, aquecimento de água e apoio ao sistema elétrico. Os resultados econômicos dependem de que elas combinadas forneçam condições atrativas. A "economia de escopo" ocorre quando o custo para realizar diversas funções de forma simultânea é menor do que cada uma realizada independentemente.

Há diversas formas para calcular os custos dependendo do objetivo da análise. Dentro de um cenário realista supõe-se que os VHEs serão comprados para transporte e que o fornecimento de energia elétrica seja um benefício adicional. Assim, o estabelecimento do custo da eletricidade não considera o investimento, mas apenas o custo marginal do combustível usado para produzi-la [17]. Além disso, se deduz o custo evitado do combustível que seria usado para produzir o calor produzido pelo VHE e aproveitado localmente.

5.2 Preços dos combustíveis e tarifas no Brasil

O desempenho econômico do VHE como gerador depende dos combustíveis e das tarifas. A Tabela 2 compara os preços (com impostos) no Rio de Janeiro em abril de 2002 com os conteúdos energéticos.

Tabela 2 – Energia e Preços de Combustíveis

| Combustível | un. | 10 ³ kcal/[u] | R\$/[u] | R\$/kcal |
|----------------|----------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Diesel | l | 9,54 | 0,6 | 0,63 |
| Gasolina | l | 8,33 | 1,5 – 1,8 | 1,8 – 2,2 |
| Álcool Hidrat. | l | 5,34 | 0,8 – 1,1 | 1,5 – 2,1 |
| GNV | m ³ | 9,25 | 0,78 | 0,84 |

Na base da formação destes preços e da tributação há decisões independentes de variados órgãos de governo com lógicas, objetivos diferentes e subsídios cruzados. Por muito tempo o Diesel foi subsidiado e ainda apresenta uma carga de imposto relativamente baixa. As vendas do GNV, Gás Natural Veicular, ainda são pequenas mas crescem muito rápido pois as adaptações nos veículos a gasolina fazem com que as despesas para fazer a mesma quilometragem sejam reduzidas a metade. O GNV é bem mais barato que o GN distribuído, que custa 1,2 R\$/m³ na companhia distribuidora de gás, a COMGAS -SP de São Paulo, para consumidores residenciais médios.

Portanto, não convém usar nem o Diesel nem o GNV como referências. Para isto decidiu-se usar o álcool tendo em vista que o seu preço e o da gasolina são aproximadamente iguais por unidade de energia. De fato, trata-se do único combustível em que o preço reflete as condições mais próximas de mercado.

A tarifa de energia tem uma estrutura complexa onde há subsídios cruzados que hoje privilegiam as altas potências. Para as potências mais baixas, residencial e comercial, a tarifa para o consumidor na cidade do Rio de Janeiro em abril de 2002, com impostos, é 344 R\$/MWh. Os consumidores de maiores potências, sujeitos à tarifa "verde", pagam 863 R\$/MWh, em horas de ponta e 81,6 R\$/MWh nas demais.

5.3 Custo da energia elétrica produzida pelo VHE

Para completar a análise são admitidos os dados da Tabela 1, considerando que 1kWh = 860 kcal e as seguintes hipóteses:

- Eficiência do motor-gerador do VHE → 30 %
- Conteúdo energético de 1 m³ de álcool hidratado: 5,34 Gcal → 6,26 MWh
- Conteúdo energético de 1 m³ de GN: 9.25 Kcal → 10,76 KWh
- Aproveitamento do calor liberado do VHE: 70%
- Eficiência para produzir calor a GN ("boiler" residencial) → 85%
- Preço final da energia residencial: → 344 R\$/MWh
- Preço final do GNV → 0,78 R\$/m³
- Preço final do GN distribuído: → 1,2 R\$/m³
- Preço final do álcool hidratado → 1 R\$/l

Visando-se obter o custo da energia elétrica para os proprietários dos VHEs, tomou-se a produção de 1 MWh e exprimi-se as outras formas de energia a partir dos valores considerados. Nestes termos o VHE como unidade co-geradora pode ser visualizado de maneira simplificada através do diagrama da Figura 5.

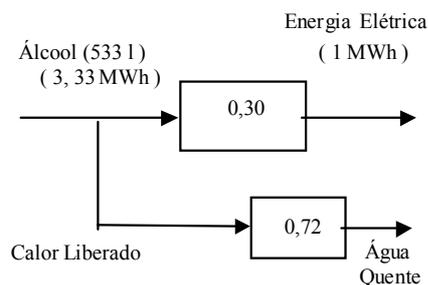


Figura 5 – Diagrama de blocos representativo do VHE como unidade co-geradora

Nas condições da Figura 5 a despesa do proprietário do VHE com o álcool seria de R\$ 533,00. Como a energia do calor liberado equivale a 2,33 MWh e considerando que 72% deste calor é usado localmente, a energia útil seria de 1,67 MWh. Para obter esta mesma energia caso se utilizasse um "boiler" com uma

eficiência de 85%, seriam necessários 181 m³ de GN e, desta forma, o VHE evitaria ao seu proprietário uma despesa de R\$ 219 (1,2 R\$/m³ x 181m³).

Em resumo, o custo equivalente da energia elétrica produzida pelo VHE corresponde a diferença entre o custo total pago pelo álcool e a despesa evitada com o gás da concessionária, resultando em 314 R\$/MWh. Logo torna-se vantajoso, a princípio, usar a energia elétrica do VHE no lugar da concessionária.

Devido às incertezas mencionadas e o número de hipóteses assumidas prefere-se afirmar que as duas energias são produzidas com a mesma ordem de grandeza de custos. É possível, no entanto verificar que a energia do VHE é certamente competitiva para o horário de ponta mesmo que não seja proporcionada pela produção de calor.

5.4 Economia do serviço ancilar do VHE

Os ganhos do VHE como meio auxiliar da operação da rede dependem da óptica de análise. Assim, os proprietários dos VHEs que vendem energia teriam como custo fixo o consumo próprio do veículo ao manter disponível os equipamentos de interface com a rede visando melhorar a qualidade de suprimento.

Todavia, apesar da lei prever os sistemas ancilares estes ainda não foram regulados. Além disto, o sistema tarifário brasileiro não explicita os itens de custo a exemplo da componente de confiabilidade. A pouca familiaridade do setor elétrico com a geração distribuída faz com que se torne implícita a localização da reserva de potência em unidades geradoras distantes dos centros consumidores. Ao contrário, os VHEs poderiam assumir este papel evitando assim taxas que oneram contas residenciais em 2% e as industriais em 8% a título de “encargo de capacidade emergencial”, o que representa uma provisão para alugar por cinco anos geradores para emergências.

6.0 CONCLUSÕES

Fica destacada a importância da introdução da tecnologia veicular elétrica. O conceito de *VHE co-gerador* traz novos desafios ao planejamento da rede ao se contemplar a inserção da geração distribuída móvel.

Considera-se válida a parceria entre distribuidoras e consumidores usuários de VHEs co-geradores pois o aporte de recursos destinados a expansão da rede poderá ser otimizado se antecipadamente as empresas se prepararem para estas novas perspectivas.

O custo da energia elétrica produzida pelo VHE mostrou-se vantajoso no cálculo apresentado neste trabalho. Todavia como o resultado é influenciado por distorções que influenciam os preços e tarifas há um comprometimento que restringe a sua abrangência e generalização. Apesar das limitações e das simplificações apontadas constata-se que o custo da energia elétrica produzida pelo VHE é potencialmente

competitiva em situações em que exista a possibilidade de aproveitar a energia térmica. O VHE pode ser particularmente útil em centros comerciais, hotéis, hospitais, onde são necessárias grandes quantidades de calor em temperaturas não muito altas. Deve-se notar também que a alteração dos preços e tarifas em relação a data de referência adotada não traz modificações sensíveis à validade destas conclusões.

Os custos podem ser bem reduzidos com o aumento da eficiência. Assim, a introdução da co-geração com base em VHEs com células a combustível, nos quais a eficiência poderá superar 40%, é promissora devido ao aumento da sua viabilidade.

É evidente dos cálculos apresentados, que o custo da energia elétrica – usando ou não a parcela térmica - seria competitivo, em qualquer caso, com a produção na hora da ponta. Esta constatação importante deve ser vista com muita cautela pois é pouco provável que os ganhos com uma estrutura baseada em elevadíssimas relações entre tarifa de ponta e fora da ponta possam perdurar indefinidamente.

A idéia de o VHE vir a se tornar um item importante da geração distribuída merece ser aprofundada pois, como foi apresentado, a presença crescente do VHE é uma alternativa real e irreversível que independe de grandes saltos tecnológicos [9].

Outros aspectos técnicos de ordem prática se farão necessários a exemplo do tipo de conexões a serem usadas para ligar o VHE às edificações no local de estacionamento. Vale notar que o projeto desta conexão deve considerar a troca de energia elétrica e de água quente. A questão dos protocolos de comunicação que vão interligar o VHE aos sistemas fixos de energia elétrica caberá ser analisada.

Distorções de preços aos consumidores, incluindo a carga fiscal, das várias formas de energia tornam-se mais visíveis perante a tendência de maior difusão dos VHE devido ao benefício adicional que oferece como unidade co-geradora móvel.

Haverá necessidade de pesquisas e novos estudos. Ao se optar pelo *VHE co-gerador* com motor a combustão interna caberá uma análise profunda das emissões decorrentes empregando-se metodologias já testadas de avaliação [3,4,12]. Além disto, deverá ser examinado o etanol como combustível dos futuros VHEs no mercado brasileiro. Sua característica renovável e as suas intrínsecas vantagens econômicas merecem especial atenção.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Pecorelli Peres, Luiz A.; Horta, Luiz A. N.; Lambert-Torres, Germano. *Veículos Elétricos: O limiar de uma Era de Transição onde o “Hiper carro” é também Fonte de Energia*. VII Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, Brasília, Brasil, Maio de 2002.

- [2] Editorial Board of IEEE Power Engineering Review - *Future EVs May Help Power your Home*; July 2001, Vol. 21, No 7, pg. 48.
- [3] Pecorelli Peres, L. A.; Horta N., L. A.; Lambert Torres, G.. - *Planejamento do Sistema com a Inclusão de Novos Veículos Elétricos e a Gestão Ambiental*; VII Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, Curitiba, Brasil, Maio de 2000.
- [4] Pecorelli Peres, L. A.; Horta, L. A.; Lambert Torres, G.- *A Inserção do Veículo Elétrico no Planejamento Estratégico das Empresas de Energia*, VIII ERLAC, CIGRÉ, Ciudad del Este, Paraguai, Junho de 1999.
- [5] Pecorelli Peres, Luiz A., Horta, Luiz A. N., Lambert Torres, Germano. *Influências Sobre os Sistemas de Energia com a Introdução dos Veículos Elétricos na Sociedade*. III Congresso Latino-Americano Geração Transmissão de Energia Elétrica, Campos do Jordão, SP, Brasil, 1997.
- [6] Pecorelli Peres, L. A.; Horta N., L. A.; Lambert Torres, G. - *Analysis and Discussion on Energy Supply to Non-Road Electric Vehicles in Brazil*, IEEE/PES T&D 2002 – Latin America; São Paulo, Brazil, March, 2002.
- [7] Wolf, R.; *Le Véhicule Electrique Gagne le Couer de la Ville*, Paris, CFE, 2^e édition, 1999.
- [8] Thomas, S.; Zalowitz, M. – *Fuel Cells – Green Power*; Los Alamos National Laboratory, EUA, 1999.
- [9] Wyczaleck, F. A. - *Hybrid Electric Vehicles Year 2000 Status*; AES Systems Magazine; March 2001.
- [10] Lovins, A. B. – *Hypercars: The Next Industrial Revolution*, Symposium in Osaka, Japan: October, 14, 1996, The Hypercar Center, Rocky Mountain Institute.
- [11] Pecorelli Peres, L. A.; Horta N., L. A.; Lambert Torres, G.. - *Discussão e Estimativa das Emissões Indiretas Provocadas Pelos Veículos a Gasolina na Bacia Aérea III da Região Metropolitana do Rio de Janeiro*, XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, UERJ, Outubro de 2000.
- [12] Pecorelli Peres, L. A.; Horta N., L. A.; Lambert Torres, G. – *Considerations about Electric Vehicles Impacts on Daily Load and Environment*, Advances in Physics, Electronics and Signal Processing Applications; Edited By Nikos Mastorakis; WSES/IEEE; 2000; ISBN:960-8052-17-3.
- [13] Sweet, W. – *Networking Assets*, IEEE Spectrum, January 2001, pg 84-88.
- [14] Lasseter, B. – *Microgrids*, IEEE 2001 WM – Panel, 07803-6672-7/01/ (C) 2001.
- [15] Alec N. Brooks - *Vehicle-to-Grid Demonstration Project: Grid Regulation Ancillary Service with a Battery Electric Vehicle*, California Air Resources Board, 2002.
- [16] Carney, Dan – *Tecnologia do Caminhão Híbrido da GM*; Engenharia Automotiva e Aeroespacial, Ano 2, nº 8, pág.49, SAE Brasil, Abril de 2001.
- [17] Hollanda, Jayme Buarque; - *Veículo Elétrico Híbrido e a Geração Distribuída*; publicado na página do Instituto Nacional de Eficiência Energética (www.inee.org.br), Abril de 2002

Nota: Este trabalho foi elaborado no âmbito do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE (www.gruve.eng.uerj.br/), que funciona na Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ em parceria com o Fórum de Cogeração e Geração Distribuída do Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (www.inee.org.br)