



PRODUÇÃO DO CD "VEÍCULOS ELÉTRICOS: BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS" E A SUA INTERFACE COM A EXTENSÃO ACADÊMICA

Luiz Artur Pecorelli Peres – lapp@uerj.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Faculdade de Engenharia
Rua S. Francisco Xavier, 524 – FEN / DEL sala 5029 - A
20559-900 – Rio de Janeiro - RJ

Fabiano Alves Pinheiro (estudante de engenharia elétrica da UERJ)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Faculdade de Engenharia
Rua S. Francisco Xavier, 524 – FEN / DEL sala. 5029 - A
20559-900 – Rio de Janeiro - RJ

Resumo: Este trabalho descreve um projeto educativo que consistiu na produção do CD "Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos" e que tem como objetivo a difusão da tecnologia veicular elétrica em estabelecimentos de ensino de engenharia e instituições engajadas com ações voltadas para o desenvolvimento sustentável. É importante destacar que o CD foi elaborado no âmbito do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE, da Faculdade de Engenharia da UERJ. Consta do CD uma ampla descrição ilustrada sobre o histórico do veículo elétrico no Brasil, componentes, tipos, modelos, normas, simulação e estudos típicos bem como uma biblioteca de artigos técnicos publicados pelo autor. O tema do trabalho vem despertando um vivo interesse pelos alunos de engenharia uma vez que engloba diversas áreas tais como: eficiência energética, meio ambiente, fontes de energia, eletrônica, controles, mecânica, motores e transportes. Um dos desdobramentos deste projeto consistirá na apresentação do conteúdo do CD em outras instituições, pelos próprios alunos, participantes do GRUVE, que estão recebendo o treinamento adequado. Os exemplares do CD serão gratuitamente ofertados às instituições que se mostrarem interessadas

Palavras-chave: Veículos elétricos, Energia, Meio ambiente, Transporte, Qualidade do ar

1. INTRODUÇÃO

As atividades voltadas para os veículos elétricos no Brasil se limitaram na última década às iniciativas quase que circunscritas ao âmbito acadêmico. Todavia, é interessante analisar o ressurgimento recente deste assunto sob um plano mais amplo no qual este trabalho pretende abordar, destacando-se como marcante a inserção do país na tecnologia veicular elétrica híbrida a partir da fabricação e exportação de ônibus utilizando estes sistemas. De fato, observando-se mais recentemente, constata-se um número considerável de publicações técnicas sobre o tema e o prenúncio de um novo panorama onde a indústria brasileira passa a comercializar veículos elétricos.

Entretanto, uma complexidade inerente acompanha este processo. A existência de uma extensa variedade de aplicações e modelos de veículos elétricos torna necessário examinar as possíveis formas de penetração desta tecnologia no cenário brasileiro de tal forma que se harmonize à sua matriz de energia e haja proveito efetivo para a qualidade do ar. Estas circunstâncias foram decisivas para que sob a ótica do ensino da fosse desenvolvido, no âmbito do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE (www.gruve.eng.uerj.br) o CD educativo, cujo título é *Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos*. Este produto de extensão acadêmica foi lançado na abertura da Semana de Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, em 07 de junho de 2003.

Este texto descreve as questões energéticas e ambientais associadas aos veículos elétricos que vieram a compor o CD, de tal forma que o mesmo pudesse tornar acessível os conhecimentos inerentes deste tema aos estudantes e demais interessados na matéria. Vale notar que de acordo com o tipo destes veículos, várias relações podem se estabelecer com os sistemas de energia. Por exemplo, no caso do veículo equipado com baterias secundárias há necessidade de conexão física com a rede elétrica para efetuar a recarga enquanto que, no veículo híbrido, o reabastecimento é dependente de combustíveis.

Sendo assim, o trabalho em pauta, no item dois, expõe a terminologia e a classificação dos veículos elétricos cujas diferenças entre si respondem por concepções, às vezes, bem diferentes e que se encontram em distintos estágios de desenvolvimento. Nestas condições, costuma-se incluir, entre os veículos elétricos, os exclusivamente a bateria, e os híbridos, nos quais se incluem o emprego das células a combustível para sua propulsão. Em função de diversas características de desempenho, procura-se avaliar os espaços de aplicação evidenciando-se as questões associadas com o suprimento de energia e os aspectos de ordem ambiental. Neste item, são destacados novos conceitos, pois os veículos elétricos têm sido objeto de pesquisas e experimentos que levaram a referi-los como *cogeradores*. Esta denominação é reservada, dentro de uma visão de funcionamento futuro na qual tais veículos possam ser equipados com dispositivos especiais de conexão visando fornecer energia elétrica e até mesmo térmica a residências, por exemplo, quando estacionados.

Na terceiro item, são apresentadas as motivações para realização do CD, sua estrutura, os aspectos de maior relevância e o processo previsto de divulgação. As conclusões apontam as expectativas e desdobramentos em curso bem como os primeiros resultados que são observados desta realização.

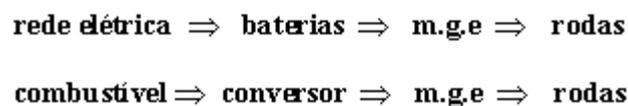
2. TIPOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

O termo veículo elétrico encerra uma grande variedade de concepções que se encontram em etapas diferentes de desenvolvimento e em permanente evolução. Tendo em vista estas premissas pode-se defini-lo como aquele veículo cujo deslocamento provém da ação de pelo menos um motor elétrico. É possível estabelecer, assim, uma classificação dos veículos elétricos em dois grandes Grupos, I e II

O Grupo I possui a bateria secundária como exclusiva fonte de alimentação do motor elétrico. Neste caso a energia elétrica é armazenada sob forma química na bateria para ser usada mais tarde pelo motor elétrico. Necessita, portanto, de recarga para o seu reabastecimento. Atualmente as configurações típicas dos veículos de pequena potência, inferiores a cerca de 15 kW, situados no subgrupo I.1 e destinados à circulação em ambientes restritos, empregam, em geral, motores de corrente contínua no seu acionamento. Estes veículos são identificados na literatura técnica como “non-road electric vehicles”, isto é, veículos elétricos não rodoviários. Os veículos maiores de uso geral, subgrupo I.2, passaram a utilizar com maior eficiência motores de indução. Há ainda outros esquemas propostos que empregam mais de um motor elétrico em um mesmo carro.

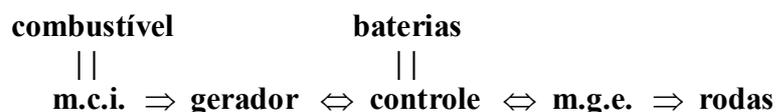
Quanto ao veículo híbrido, Grupo II, apresenta como característica principal o uso de pelo menos um combustível como fonte de energia primária. Contudo, por ser um veículo elétrico dispõe de pelo menos um motor elétrico para o seu acionamento. Desta forma, explica-se a denominação *híbrida* advinda do fato do carro ser reabastecido por um combustível e não por eletricidade e mesmo assim utilizar a propulsão elétrica. Pode-se resumir estes conceitos relativos aos veículos elétricos com os esquemas da Figura 1, a seguir, onde m.g.e. significa motor-gerador elétrico, já que se costuma incorporar o freio regenerativo, visando o aproveitamento da energia durante frenagens e percursos em declive.

Figura 1 – Esquemas dos grupos I e II



Várias configurações são possíveis no subgrupo II.1. No híbrido série, um motor a combustão interna aciona um gerador elétrico que possibilita manter recarregadas o banco de baterias existentes. Um controlador atua de forma a adequar a alimentação proveniente tanto do gerador como das baterias, sendo estas conectadas a um motor elétrico para acionar as rodas do veículo. Um esquema utilizado para descrever o veículo híbrido série é apresentado, na Figura 2, em seguida, onde m.c.i. significa motor a combustão interna:

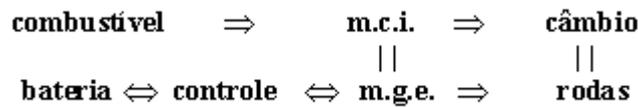
Figura 2 – Esquema do veículo elétrico híbrido série (Subgrupo II.1)



Como se pode observar, neste veículo, a recarga das baterias pode ser realizada internamente a partir do gerador disponível com auxílio do sistema de controle, dispensando a conexão com a rede elétrica para esta operação. O reabastecimento é realizado por um combustível, a exemplo da gasolina. A sua autonomia é ampliada pelo fato de se otimizar a operação do m.c.i. de tal forma que funcione com velocidade constante, em zonas de alto rendimento, deixando-se para as baterias as modulações da potência requeridas. Apesar da autonomia ser, em geral, mais ampla do que a de um veículo elétrico similar a bateria, este tipo de veículo não evita as emissões atmosféricas, ainda que sejam menores que a de um veículo a combustão interna tradicional, visto que o consumo específico é menor.

No sentido de dispensar o gerador elétrico, pode-se utilizar o esquema de veículo híbrido paralelo, conforme sugere o esquema da Figura 3, que se segue.

Figura 3 – Esquema do Veículo Híbrido Paralelo (Subgrupo II.1)

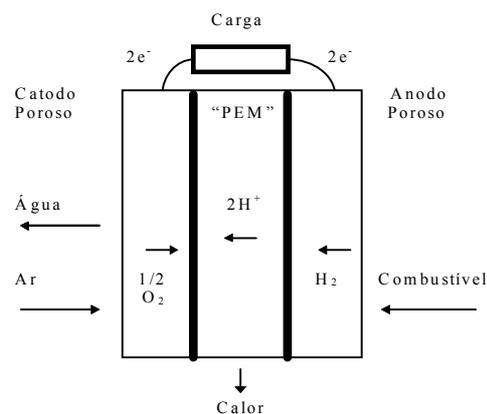


Neste caso, atuam de forma independente um motor a combustão interna e um motor elétrico. O primeiro é acionado apenas como extensão da autonomia e em longos percursos. O segundo tem a preferência, principalmente, em locais vedados aos veículos poluentes e nos centros urbanos, onde há maior concentração das emissões atmosféricas. Aqui também a recarga pode ser provida a partir do motor a combustão, utilizando-se a propriedade de funcionamento do motor elétrico como gerador. Isto é possível através de diversas concepções de acoplamento mecânico entre os dois dispositivos dando origem a diversos modelos.

Um terceiro tipo deste subgrupo II.1, o misto, combina os dois esquemas e um acoplador mecânico especial, permite que os dois motores possam trabalhar de maneira simultânea. Veículos elétricos híbridos do subgrupo II.1, que empregam motores a combustão interna, sejam automóveis como ônibus encontram-se em fase comercial. Estes últimos, inclusive são fabricados e exportados pelo Brasil.

Ao lado do veículo elétrico híbrido que utiliza o motor a combustão interna, encontra-se o subgrupo II.2, isto é, aquele que funciona com células notabilizadas pelo seu emprego também em geração distribuída. Para as aplicações veiculares, costuma-se utilizar as chamadas membranas de intercâmbio de prótons designadas pela sigla PEM. Nas células a combustível ocorre a inserção de um lado do hidrogênio H_2 e de outro o oxigênio O_2 contido no ar. A entrada do hidrogênio no ânodo (polo negativo), é sucedida pela separação dos átomos deste gás em íons positivos (prótons) em presença do catalisador, liberando, assim, elétrons para o estabelecimento da necessária corrente elétrica que acionará o motor elétrico do veículo. Os prótons passam pela membrana para o cátodo (polo positivo) e, em presença também de um catalisador, ao encontrar o oxigênio combinam-se formando essencialmente água. A Figura 4 apresenta um esboço do processo descrito.

Figura 4 – Ilustração da Célula a Combustível (PEM)



Estas células podem contar com dispositivos especiais, o *reformador*, que retiram as necessárias moléculas de hidrogênio de combustíveis tradicionais como o gás natural sem que seja necessária a sua queima. Os subprodutos principais, neste caso, são o vapor d'água, o calor e gases como o CO_2 . A Figura 5 apresenta um esquema referente ao veículo elétrico a célula combustível, indicada por **fc**, com reformador.

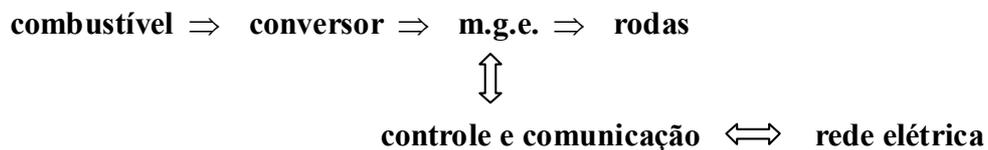
Figura 5 – Esquema do Veículo a Célula Combustível (Subgrupo II.2)



Cabe comentar que as células a combustível que utilizam diretamente o hidrogênio, contam com opiniões desfavoráveis. Trata-se de um gás muito inflamável e os reservatórios atuais que armazenam hidrogênio gasoso ou líquido são pesados e de alto custo, além de não oferecerem ainda uma segurança considerada completa. Todavia isto não impede que alguns veículos do subgrupo II.2 já estejam em testes utilizando as chamadas *células a combustível diretas* nas quais um combustível é oxidado diretamente no ânodo e portanto evitando os inconvenientes citados, inclusive o reformador. Um outro caminho utilizado para a obtenção do hidrogênio para suprir a célula combustível é tê-lo armazenado na forma de hidreto metálico como é o caso do LaNi_3H_6 . Há modelos de veículo híbridos elétricos sendo testados com base neste princípio. Entre os desafios a serem superados pelas células a combustível se inclui o alto custo envolvido em decorrência do uso de materiais nobres como a platina para a execução dos catalisadores.

O conceito de *hipercarro* surge como consequência de pesquisas, as quais se juntam os avanços das áreas de eletrônica de potência e de telecomunicações,. Vale observar que alguns autores que tratam do tema abrangem com esta denominação outras características inovadoras que repercutem na metodologia de projeto, nos procedimentos de fabricação e no emprego de materiais compósitos mais leves na estrutura destes automóveis. A Figura 6, a seguir, mostra como extensão do veículo híbrido da Figura 1 (Grupo 2) o esquema do *hipercarro* como fonte de energia:

Figura 6 – Veículo Elétrico como Fonte de Energia (Subgrupos II.1 e II.2)



Ao término deste item é válido tecer alguns comentários sobre as tendências gerais relacionadas com a inserção dos veículos elétricos como opção alternativa aos veículos tradicionais a combustão interna.

No que tange a quantificação dos benefícios ambientais e energéticos, os estudos de ciclo de vida elaborados, tanto a nível internacional quanto no caso brasileiro, que simularam a atuação em centros urbanos de grupos de veículos elétricos e tradicionais, apontam amplas vantagens para os primeiros, caso sejam incorporados na análise os custos dos impactos ambientais proveniente de cada grupo. Caso contrário, em virtude do preço mais elevado dos veículos elétricos, decorrem custos por quilômetro, ao longo da vida útil, mais caros que os referentes aos veículos tradicionais. Contudo, esta diferença é o alto preço que a sociedade como um todo acaba pagando pela contaminação do ar e de onde podem advir graves danos ambientais, em especial à saúde humana, caso não sejam estabelecidas políticas públicas e estratégias visando a diminuição das emissões veiculares.. As quantificações mencionadas demonstram a necessidade do controle gradual das emissões veiculares, do estabelecimento de incentivos ao uso de veículos menos poluentes e de penalidades com aqueles de maior teor de contaminação. De acordo com os estudos conduzidos por PECORELLI PERES *et al.* (2000) os veículos elétricos constituem, assim, um caminho viável em prol do desenvolvimento sustentável em centros urbanos brasileiros.

O estágio atual da tecnologia veicular elétrica no que tange aos não rodoviários, isto é, aqueles que atuam em áreas restritas, uma faixa considerável de um mercado em rápida expansão. Veículos desta natureza são amplamente utilizados. Os preços são competitivos e a operação e manutenção apresentam custos reduzidos. Atualmente, no Brasil, tais veículos são montados e comercializados. Na medida em que componentes como os controladores, motores e baterias tracionárias puderem ser aqui fabricados com índices de desempenho satisfatórios, o preço final destes veículos se tornará bem mais acessível. Quando se enfoca os veículos elétricos rodoviários a bateria, é interessante notar que a maioria dos fabricantes tradicionais dispõem de protótipos pois, legislações e normas ambientais cada vez mais restritivas estão surgindo em diversas partes do mundo o que acarreta a necessidade de estarem preparados para atenderem em curto espaço de tempo mercados de diferentes características. Alguns destes fabricantes oferecem modelos em fase comercial visando, por exemplo, atender, resoluções e normas ambientais específicas como a da Califórnia a qual exige que uma porcentagem de veículos vendidos naquele estado sejam de emissão nula. Veículos desta natureza foram fabricados no Brasil pela GURGEL S. A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE VEÍCULOS na década de 80. Todavia, a produção dos furgões elétricos como o ITAIPU E-400 foi descontinuada bem como encerrada as atividades desta indústria. Os veículos elétricos a bateria são dependentes de um melhor desempenho deste componente em termos das densidades de potência e de energia. Com este intuito consórcios foram estabelecidos nos EUA e em outros países resultando, somente na década de 90, o surgimento de mais de trinta novos tipos de bateria. Destacam-se como promissoras nas aplicações veiculares elétricas as baterias de hidreto de níquel metálico, NiMH, estas com 70 Wh/kg e 200 W/kg, bem como as de Lítio-íon, com 150 Wh/kg e 150 W/kg, respectivamente. Ao lado destas duas deve-se mencionar as baterias chumbo-ácidas avançadas que poderão alcançar densidades da ordem de 45 Wh/Kg e 250 W/kg contrastando com os valores usuais 35 Wh/kg e 150 W/kg. Lembrando que a densidade de energia representa um fator preponderante para uma maior autonomia do veículo elétrico, constata-se a importância dos desenvolvimentos destas baterias. Veículos elétricos rodoviários não são fabricados atualmente no Brasil.

Os veículos elétricos híbridos são citados como a natural transição entre os veículos tradicionais, puramente a combustão interna, para a tecnologia veicular elétrica. De fato, o sucesso comercial dos veículos híbridos elétricos a gasolina lançados pela Toyota e Honda, recentemente, parecem confirmar esta tendência. Tais veículos funcionam com baixo consumo de combustível podendo alcançar faixas da ordem de 25 a 35 km/l e baixos teores de emissões por km. O Brasil fabrica com tecnologia própria da ELETRA INDUSTRIAL LTDA. um confortável modelo de ônibus híbrido elétrico do tipo série a Diesel, o qual este ano recebeu premiação internacional nos EUA. No que concerne aos veículos elétricos híbridos que empregam células a combustível diversos protótipos, tanto automóveis quanto ônibus, encontram-se em teste, inclusive no Brasil. A despeito de serem de custo elevado e envolverem a solução de problemas relacionados com infra-estrutura apropriadas representam uma grande promessa no sentido reduzir drasticamente os níveis de poluição do ar com que hoje se deparam as populações. As previsões em curso na área veicular elétrica, de uma maneira geral, antevêm um amplo espaço de convivência dos diversos tipos de veículos elétricos perante uma gradativa diminuição dos veículos que funcionam exclusivamente sob os ciclos Otto e Diesel. Cada vez mais se farão necessárias metodologias de análise que possam subsidiar os processos de decisão energética e ambiental envolvidos.

3. MOTIVAÇÕES, ESTRUTURA E DIVULGAÇÃO DO CD

Serviu de inspiração para elaborar o CD a tese de doutorado elaborada pelo seu autor e cuja contribuição principal refere-se a metodologia inovadora de avaliação de impactos de

ordem energética elaborada pelo autor cuja contribuição principal refere-se a metodologia inovadora de avaliação de impactos de ordem energética e ambiental aplicável à propulsão veicular elétrica.

Esta temática foi exposta a diversos alunos da UERJ ao longo do ano de 2001 e foi surpreendente o interesse despertado por estes assuntos. As inúmeras consultas, perguntas e o desejo voluntário de aprofundamento nas diversas aplicações dos processos de conversão de energia, na eletrônica, na química da atmosfera, na mecânica e de tantos outros ramos relacionados com a utilização dos veículos elétricos foram persuasivos para então criar uma agremiação acadêmica interdisciplinar que pudesse atender a estes anseios. Esta iniciativa fez com que em setembro daquele ano fossem dados os primeiros passos para fundar o Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE (www.gruve.eng.uerj.br), cujas atividades passaram a abrigar os estudos, pesquisas acadêmicas, inclusive a elaboração do CD que veio a ser o primeiro projeto desenvolvido no GRUVE.

Ao se produzir o CD teve-se também em mente subsidiar o preenchimento de algumas lacunas. São ainda escassas as informações e a divulgação sobre os danos causados pelas emissões dos veículos tradicionais. Assim, viu-se a oportunidade de apresentar um panorama atual do estágio em que se encontram os carros elétricos e os diversos benefícios que esta tecnologia poderá propiciar. O trabalho foi concebido e elaborado com o propósito de expor o tema com ênfase nos conceitos gerais de tal forma a reunir elementos, textos e ilustrações que espelham as diversas tendências.

O CD ao mesmo tempo tem um caráter comemorativo, pois já se passa uma década da Conferência das Nações Unidas Para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a famosa “ECO-92”, no Rio de Janeiro, situando-se nesta oportunidade como o “Johannesburg Summit 2002”, na África do Sul. Problemas relativos a poluição do ar causada pelos atuais veículos automotores a combustão interna vem merecendo a atenção redobrada da parte das organizações mundiais registradas em ocasiões como estas. A menção destes eventos reside na crença de que iniciativas tão grandiosas, onde líderes de todos os países se manifestam, abrem espaços para a prevalência do bom senso e adequação dos interesses econômicos ao futuro sustentável do planeta ainda que isto por vezes pareça distante e quase impossível.

3.1 Considerações sobre a inserção dos veículos elétricos em âmbito nacional

- O modo rodoviário do setor de transportes concentra grandes parcelas de consumo de petróleo no Brasil e no mundo.

- O setor de transportes é um dos que mais contribui para a degradação ambiental do ar, notoriamente nos grandes centros urbanos.

- O Brasil apresenta peculiaridades no seu balanço energético com espaços para a pesquisa visando um melhor aproveitamento das oportunidades disponíveis. Isto se deve às fontes hídricas serem majoritárias na produção de eletricidade, que participam de forma expressiva na oferta total de energia.

- A baixa utilização da eletricidade pelo setor de transportes, no Brasil, estimula a um exame de outras alternativas visando diminuir a dependência externa do petróleo, que impõe a saída de divisas.

- Há um reconhecimento técnico da eficácia dos veículos elétricos a bateria, na diminuição dos efeitos nocivos ao meio ambiente e da economia de combustível propiciada, sem que haja a necessidade de investimentos de vulto por parte das empresas de energia

elétrica, no que tange a sua recarga. Isto é particularmente constatado nos veículos elétricos não rodoviários que atuam de maneira eficaz em ambientes abrigados como fábricas e galpões bem como em áreas restritas a exemplos de parques e zonas industriais prestando uma variada gama de serviços.

- A tecnologia veicular elétrica na forma híbrida amplia de maneira surpreendente o leque de opções para a propulsão elétrica. Nesta modalidade procura-se utilizar motores a combustão interna aliados a baterias, conseguindo-se assim um menor consumo e uma redução significativa das emissões. Aqui se incluem também os modelos que empregam as promissoras células a combustível com ou sem reformador. Estes veículos, em geral, independem da conexão com a empresa de energia elétrica.

- Os avanços da eletrônica e das telecomunicações aliadas a tecnologia veicular elétrica permitem examinar com maior atenção aquilo que se pode denominar como *hipercarro*. Esta concepção propicia ao veículo atuar como unidade geradora distribuída quando estacionado o representa inúmeros atrativos e possibilidades de novos desenvolvimentos.

Estes pontos abordados dão ensejo a cogitar-se tanto a nível governamental como de empresa, a hipótese da utilização mais ampla dos veículos elétricos pela sociedade.

3.2 Elaboração do CD

A edição do CD é referida como um produto acadêmico de extensão. A idéia do trabalho surgiu no primeiro semestre de 2001 e logo depois foi elaborado um projeto para sua execução o qual foi submetido pelo Departamento de Engenharia Elétrica à Faculdade de Engenharia que por sua vez o encaminhou para a Sub-Reitoria de Extensão e Cultura - SR-3 da UERJ. É importante destacar e agradecer o empenho das gerências e funcionários dos organismos citados a seguir tendo em vista o bom desenvolvimento deste trabalho. O amplo processo aprovação deste projeto foi bastante salutar para o seu enriquecimento. Diversos órgãos e entidades estiveram envolvidos nesta realização.

A aprovação do projeto deste CD no âmbito da Faculdade de Engenharia e da Sub-Reitoria de Extensão e Cultura da UERJ deu início a uma árdua caminhada pois preferiu-se realizá-lo com recursos financeiros externos à Universidade e independente de qualquer órgão governamental de fomento a pesquisa. Esta estratégia foi adotada pelo fato de que algumas empresas já tinham demonstrado interesse durante a sua fase preliminar de elaboração, porém haveria a necessidade de uma confirmação oficial e a garantia da arrecadação do total de recursos orçados o que impunha a adesão de outros parceiros. Esta fase foi bastante crucial e exaustiva constando de um grande número de reuniões, explicações, telefonemas e mensagens eletrônicas a diversas empresas de tal forma a se dispor do montante para a produção do CD. O complemento final dos recursos ocorreu em Maio de 2002 quando efetivamente foi começada a preparação e seleção do material técnico e descritivo sobre Veículos Elétricos. A contrapartida deste patrocínio consistiu na exibição dos respectivos logotipos impressos no verso da capa de título dos CDs e os seus créditos contidos na parte referente aos agradecimentos.

Vale dizer que o trabalho previa uma equipe de três estagiários, estudantes de engenharia, aos quais seriam concedidas bolsas de auxílio pela própria UERJ. Devido às restrições orçamentárias isto não foi possível e durante toda a elaboração do CD houve o apoio de apenas um estagiário de engenharia da UERJ, co-autor deste texto. A parte referente a multimídia foi conduzida com o especial apoio da equipe da uma das empresas patrocinadoras



a Quattri Design e Consultoria completando-se assim o pessoal técnico de elaboração do CD. Os demais patrocínios, citados no final deste texto, concederam ajuda financeira ao projeto, cujos recursos foram abrigados pela Associação de Pesquisa e Cultura Noel Rosa.

Precedeu a idéia da elaboração deste CD o ato de colecionar revistas, notícias de jornais, manuais, catálogos e propagandas sobre veículos elétricos. Memoráveis publicações vêm cobrindo com especial atenção aspectos e fatos relacionados a esta tecnologia. A reprodução de algumas ilustrações proveniente destes textos verificou-se como de interesse para melhor explicar conceitos, processos e mecanismos. Este objetivo foi atingido graças à ajuda e a compreensão daqueles que gentilmente autorizaram, sem quaisquer ônus, figurar neste CD nomes, fotos e gravuras dos seus acervos, após serem mantidos contatos e a necessária troca de correspondências.

Durante a elaboração do CD diversas firmas se mostraram interessadas neste projeto uma vez que a divulgação do seu escopo constou em Conferências e na Internet. É preciso, portanto, que sejam destacados os apoios espontâneos destas empresas cujo notável interesse pelos veículos elétricos e seus desdobramentos resultou em uma rica e valiosa troca de informações técnicas.

Todos estes patrocínios, concessões e apoios constam nominalmente do CD.

3.3 Estrutura e Divulgação do CD

A navegação do CD e seus respectivos conteúdos é antecedida por uma vinheta de abertura que através de uma animação gráfica musicada chama a atenção para os diversos problemas que afligem os centros urbanos como a poluição do ar e sonora. O primeiro nível de consulta refere-se a: *Introdução, Homenagem, Patrocínios e Apoios, Veículos Elétricos, Energia e Ambiente, Consulta e Saída.*

No que tange a *Homenagem*, a obra é dedicada ao engenheiro João Conrado do Amaral Gurgel. É justo e devido que assim se faça a este grande engenheiro brasileiro. Em 24 de junho de 1981 ele inaugurava a primeira fábrica da América Latina que incluía carros elétricos, a Gurgel S. A. Indústria e Comércio de Veículos, sucedendo-se a comercialização de diversos modelos no segundo semestre daquele ano. Esta data importante da história contemporânea e industrial deste país foi o resultado de pesquisas e estudos desde 1973. A montagem de protótipos no ano seguinte, nas condições então disponíveis foi uma façanha, uma vez que em 1969 havia sido fundada a empresa original de Gurgel. Não é de se admirar que em 1980 ela viesse a receber o Troféu Internacional de Qualidade da Editorial Office, entidade européia, que através de uma cadeia de jornais e revistas realizava consultas junto a opinião pública e o III Prêmio de Tecnologia Liceu, em Agosto de 1981.

A parte de *Veículos Elétricos* consta de uma série de abordagens, isto é, *conceitos, tipos, componentes, simulação, normas e dados técnicos.* Especial atenção foi dedicada ao *Meio Ambiente e Energia* cujo menu constam assuntos relevantes: *inter-relações, metodologias de análise e exemplo de um estudo típico.* Reservou-se ainda uma seção dedicada a *Consultas* da qual integram uma *biblioteca, entidades e associações, referências e eventos.* Vale notar que os eventos se referem àqueles ocorridos em 2002 no âmbito calendário de realizações da Sub-Reitoria de Extensão e Cultura da UERJ a saber: a Semana de Meio Ambiente, UERJ sem Muros e a Mostra de Extensão. Em todos estes eventos o GRUVE esteve presente, inclusive, com uma marcante e pioneira exposição no campus da UERJ: Veículos Elétricos: Caminho para Diminuir a Poluição do Ar. A saída do CD apresenta uma despedida na qual figura a digitalização de algumas cenas deste evento acompanhada de uma explicação sonora.

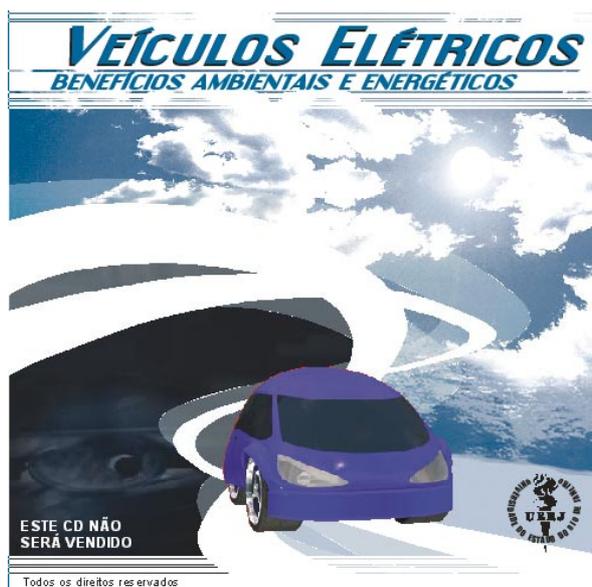
A divulgação e distribuição do CD é gratuita. Todavia, como a primeira edição é limitada a pouco mais de 400 exemplares, pretende-se enviá-lo pelo Correio a entidades credenciadas ou que tenham se cadastrado previamente. Tais entidades mediante autorização especial

poderão elas mesmas copiarem o CD. Serão remetidas etiquetas de autorização para serem afixadas a estas cópias. Desta maneira, pretende-se elaborar um banco de dados dos usuários do CD que se interessam pela tecnologia veicular elétrica. Serão privilegiadas as entidades tais como: instituições de ensino e pesquisa, escolas técnicas, empresas, organismos governamentais, fabricantes, ONGs e órgãos da mídia que estejam envolvidas com as questões relativas ao desenvolvimento sustentável, à eficiência energética, ao meio ambiente e às políticas públicas de desenvolvimento urbano, de transporte e de energia. Futuramente, há a intenção de se estabelecer um diálogo e intercâmbio mais próximo com as entidades brindadas com o CD e os seus patrocinadores, visando debater pontos comuns com o intuito de pesquisar e promover o desenvolvimento dos veículos elétricos.

Ao lado destas ações há um plano educacional em andamento no qual estão sendo treinados estudantes de engenharia da UERJ, engajados em trabalhos do GRUVE, para apresentarem em escolas e estabelecimentos de ensino médio palestras e conteúdos do CD. Estas e outras atividades semelhantes poderão ser programadas a convite das instituições interessadas. Concretiza-se assim os desdobramentos esperados do trabalho focado nas suas interfaces com a extensão acadêmica.

Em seguida a título de ilustração consta da Figura 7 a capa do CD que possui todos os seus direitos reservados e foi catalogado com o ISBN de número 85-89640-01-9.

Figura 7 - Capa do CD



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários resultados já estão sendo obtidos com a produção deste CD sobre veículos elétricos. É válido mencionar que as palestras sobre este assunto, abertas ao público em geral, como vem ocorrendo nos auditórios da UERJ têm contado com um número significativo de alunos, inclusive de instituições externas. Nota-se também um notório interesse por parte de professores, profissionais e a sociedade. Há uma quantidade expressiva de solicitações de exemplares do CD por diversas e importantes entidades, inclusive, do exterior.

Internamente a UERJ, uma maior quantidade de alunos vêm buscando no GRUVE temas de pesquisa, projeto final e desenvolvimento de teses. De fato, os sistemas veiculares elétricos concorrem para isto, pois abrangem uma enorme lista de assuntos de engenharia elétrica, eletrônica, mecânica, química, ecologia e meio ambiente.



Acrescente-se a estas observações a constatação da inserção da tecnologia veicular elétrica no Brasil. Verifica-se, assim, a necessidade de maior apoio para pesquisa bem como uma maior atenção das políticas públicas de tal forma que incluam estratégias de incentivo a utilização da tecnologia veicular elétrica. Os variados sistemas veiculares elétricos devem ser analisadas sujeitando-os aos requisitos energéticos, ambientais, econômicos e sociais sob a égide do desenvolvimento sustentável para desta maneira justificá-los. Obviamente, isto requer investigações detalhadas e profundas.

A maior satisfação e recompensa pelo esforço de produzir e distribuir de forma gratuita o CD virá na medida em que ela sirva de inspiração para novos trabalhos e pesquisas em prol do avanço dos veículos elétricos e da qualidade de vida.

Agradecimentos

É enorme a gratidão e o reconhecimento às empresas, entidades e pessoas que acreditaram neste trabalho. Vêm listadas em seguida as empresas patrocinadoras: Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – ELETROBRAS; ELETRA – Tecnologia de Tração Elétrica; Furnas Centrais Elétricas S. A.; Máquinas Agrícolas Jacto S. A.; Quattri Design e Consultoria Ltda. Apoios quanto a concessão de uso de ilustrações foram também importantes: Revista Quatro Rodas; LIGHT Serviços de Eletricidade S. A; FIAT do Brasil; Nova Cultural. Colaborações em termos de informações prestadas: UNITEQ Empresa Jr. de Engenharia Química da UERJ; Gama Soluções; Lord Baterias. Por último, foi inestimável o apoio institucional da UERJ principalmente das seguintes unidades: Faculdade de Engenharia, Sub-Reitoria de Extensão e Cultura, Associação de Cultura e Pesquisa Noel Rosa e demais órgãos onde sempre encontrou-se o incentivo para a continuidade do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTTURA, Celso P., BARRETO, Gilmar. *Veículos Elétricos* 1. ed., Campinas: UNICAMP, 1989

DeKOSTER, Dirk et al. *Impact of Electric Vehicles on Selected Air Pollutants: A Comprehensive Model*. IEEE Transactions on Power Systems. Vol. 10, No 3, August, 1995, pág. 1383-1388.

DE LUCHI, Mark, WANG, Quanlu, SPERLING, Daniel. *Electric Vehicles: Performance, Life Cycle Costs, Emissions and Recharging Requirements*. Transpn. Res., Vol 23a, No 3, 1989, pág. 255-278.

GILCHRIST, Tom. *Fuel Cells to the Fore*. IEEE Spectrum, November, 1998.

HAMILTON, William. *Electric Automobiles*. First Ed. Mc Graw Hill, 1980.

HERMANCE, David, SASAKI, Sichi. *Hybrid Electric Vehicles Take the Streets*. IEEE Spectrum, November, 1998.

HWANG, R. J. *Políticas para Redução dos Custos Sociais do Setor Transporte*, Seminário Perspectivas do Álcool Combustível no Brasil, publicado pela USP, São Paulo, 1996

IEA, *Electric Vehicles: Technnology Performance and Potential*, 1993.

LORA, Electo Silva. *Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial*



e de Transporte. Rio de Janeiro, RJ: Editora Interciência, 2^a edição, 2002.

LOVINS, A. B. – *Hypercars: The Next Industrial Revolution*. Symposium in Osaka, Japan: October, 14, 1996, The Hypercar Center, Rocky Mountain Institute, 1996.

MARTINEZ, Nathalie; DESSUS, Benjamin; DELARUE, Claude; NESPO, François. *Les Enjeux Environnementaux de la Pénétration du Véhicule Électrique en Europe*. Revue de L'Énergie, no 463, Novembre 1994; pag. 636-648.

PECORELLI PERES, Luiz A.; HORTA, Luiz A. N.; LAMBERT-TORRES, Germano. *Planejamento do Sistema com a Inclusão dos Novos Veículos Elétricos e a Gestão Ambiental VII Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning*, Curitiba, Brasil, Maio de 2000

PECORELLI PERES, Luiz A.; HORTA, Luiz A. N.; LAMBERT-TORRES, Germano. *Air Pollution Impacts of Diesel Power Generation on Rural Areas in Brazil and Effective Opportunities for Renewable Sources*. Proceedings of the International Association of Science and Technology for Development IASTED, Editor: M. H. Hamza, IASTED /ACTA Press, 2000, ISBN: 0-88986-300-8 / ISSN: 1482-7891

PECORELLI PERES, Luiz A.; HORTA, Luiz A. N.; LAMBERT-TORRES, Germano. *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, Outubro de 2000.

PECORELLI PERES, Luiz A.; MASTORAKIS, N. E.. *Advances in Systems Science: Measurement, Circuits and Control*, edição de livro, vários autores, World Scientific Engineering Society, ISBN: 960-8052-39-4, 2001.

PECORELLI PERES, Luiz A.; *Panorama da Tecnologia Veicular Elétrica: Aspectos Energéticos e Ambientais em Prol do Desenvolvimento Urbano*, 1^o Congresso Estadual Sobre Segurança e Educação de Trânsito - DETRAN/RJ 2002, Rio de Janeiro, Setembro de 2002.

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*, VIII Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, Curitiba, Brasília, Brasil, Maio de 2002

PECORELLI PERES, Luiz A.; HORTA, Luiz A. N.; LAMBERT-TORRES, Germano; *Analysis and Discussion on Energy Supply to Non-Road Electric Vehicles in Brazil*; IEEE POWER ENGINEERING SOCIETY - T&D 2002 LATIN AMERICA CONFERENCE, São Paulo – Brazil, March 2002

PECORELLI PERES, Luiz A., HOLLANDA, Jayme B. *Possible Uses for the Hybrid Electric Vehicles in Mobile Distributed Generation*, XII ERLAC, CIGRÉ, Puerto Iguazú, Argentina, 2003.

PECORELLI PEES, L. A. *Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos*, CD, ISBN - 85-89640-01-9, Rio de Janeiro: Associação de Cultura e Pesquisa Noel Rosa, 2003



SERROA DA MOTTA, R. *Análise de Custo Benefício do Meio Ambiente* Rio de Janeiro: SEPLAN /IPEA/CENDEC, Curso de Aspectos Técnicos e Econômicos do Meio Ambiente 21/08 a 1/09/1989.

STURM, J.; ALMBAUER, R. ; SUDY, C.; PUCHER, K. *Applications of Computational Methods for the Determination of Traffic Emissions*, J. Air & Waste Manager. Assoc., Vol 47, November, 1997, pag. 1204 to 1210.

VIEIRA, Jr., Petrônio; SIMÕES, Marcelo Godoy. *Acionamento de Veículos Elétricos III* Conferência de Aplicações Industriais, IEEE/ USP, Setembro de 1998

WOLF, Roland. *Le Véhicule Électrique Gagne le Coeur de la Ville*; Paris: Centre Français de l'Electricité, 2^e édition, 1999.

WESTBROOK, Michael H. *The Electric Car Development and future of battery, hybrid and fuell-cell cars*. London: The Institution of Electrical Engineers, 2001.

WYCZALEK, Floyd A.. *Ultra Light Electric Vehicle (EV)*. Journal of Circuits, Systems and Computers, Vol 5, No 1, 1995, pág. 81-91.

XIANMIN, Ma. *Propulsion System Control and Simulation of Electric Vehicle in MATLAB Software Enviroment*. IV World Congress on Intelligent Control and Automation, Shangai, P.R. China, 2002.

PRODUCTION OF THE CD "ELECTRIC VEHICLES: ENVIRONMENTAL AND ENERGETIC BENEFITS" AND ITS INTERFACE WITH ACADEMIC EXTENSION

Abstract: *This work describes an educational project, the production of the CD "Electric Vehicles: Environmental and Energetic Benefits". The intention is to divulge through the CD the electric vehicle technology in engineering schools and institutions engaged with the sustainable development. It is important to mention that the CD was developed in the scope of the Electric Vehicles Studies Group - GRUVE in the State University of Rio de Janeiro - UERJ. The CD comprises the history of the electric vehicle in Brazil, typical components, types, models, standards, simulation and studies as well as a library with technical literature published by the author. The CD is encouraging the engineering students to research several subjects such as: energy efficiency, environment, power sources, electronics, controls, mechanics, engines and transports. One of the results of this project will consist in presentations about electric vehicles by the students, participants of GRUVE, in other institutions. They are receiving a training program with this objective. The CD copies will be freely distributed.*

Key Words: *Electric vehicles, Energy, Environment, Transports, Air quality*