



# **A APRENDIZAGEM E A DISSEMINAÇÃO DE CONHECIMENTOS SOBRE VEÍCULOS ELÉTRICOS EM PROL DE UMA SOCIEDADE MAIS SUSTENTÁVEL**

**Luiz Artur Pecorelli Peres**

(Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ)

**Cleiton Magalhães Freitas**

(Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ)

**Erick de Magalhães Mascarenhas da Silva**

(Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ)

## **Resumo**

*Este trabalho descreve uma experiência surgida, em 2001, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, através da fundação do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos, sob a coordenação do Professor Luiz Artur Pecorelli Peres. Vale mencionar que anteriormente os alunos da disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia vinham fazendo trabalhos sobre carros elétricos como aplicações dos temas desta matéria. Assim, se percebeu a existência de uma enorme lacuna de conhecimentos da sociedade brasileira sobre os benefícios desta tecnologia. Este fato conduziu à produção de um CD educativo que descrevesse as justificativas para a implantação dos veículos elétricos no Brasil, contendo tópicos, tais como, componentes, tipos e modelos, exemplos de simulação etc. Para isto, em 2002, foi submetido à Sub-Reitoria de Extensão e Cultura um projeto para disseminar gratuitamente estes conhecimentos em instituições de ensino e organizações interessadas no assunto. Desta maneira, vêm sendo promovidas palestras em que as entidades beneficiadas recebem exemplares do CD para o seu acervo e assim multiplicam os conhecimentos adquiridos. Decorridos dez anos desta experiência, há mais dois novos CDs editados e a implantação de um Laboratório com recursos de diversas parcerias que ampliam as perspectivas desta experiência. A conversão de uma Kombi para tração elétrica realizada com o CEFET-RJ propiciou a criação de uma plataforma de novas pesquisas e a participação em eventos como no Challenge Bibendum 2010, no Rio de Janeiro, no qual os executores foram agraciados com um troféu.*

*Palavras-chaves: energia, meio ambiente, veículos elétricos, gestão do conhecimento*

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma experiência inovadora de divulgação de conhecimentos sobre sistemas de propulsão veicular elétrica, do qual os alunos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ são engajados em um projeto de extensão acadêmica. Ao longo dos últimos dez anos este projeto vem evoluindo com resultados expressivos, aqui descritos, com apoio das parcerias estabelecidas, o que propiciou a obtenção de recursos, inclusive, para a implantação do Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas - LSPV. Neste contexto, os autores procuraram expor um retrospecto destas iniciativas e como se dá o aprendizado sobre eletrônica, mecânica, meio ambiente, medição e fontes eletroquímicas, através dos veículos elétricos, de modo que os assuntos pertinentes possam ser estendidos à sociedade. Desta forma foram desenvolvidas ferramentas de gestão que possibilitam um tratamento inovador da difusão de conhecimentos à sociedade.

O projeto de extensão acadêmica, iniciado em 2002, foi procedido pela formação do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE, no âmbito da Faculdade de Engenharia da UERJ e que surgiu em decorrência de trabalhos realizados por alunos da disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia ainda na década de 1990.

Estes estudos inspiraram a publicação da tese, *Impactos Energéticos e Ambientais da Introdução de Veículos Elétricos* [PECORELLI PERES, L. A., 2000], onde foram desenvolvidos modelos matemáticos que permitiram constatar a adequação desta face à matriz energética brasileira, cujas fontes primárias para o reabastecimento dos veículos elétricos são de forma majoritária de origem renovável. Adicionalmente, foi detectado ser possível tornar o setor de transporte no Brasil mais eficiente. Isto decorre da elevada participação do modal rodoviário no setor de transporte ser composto de maneira praticamente exclusiva por sistemas de propulsão à combustão interna, portanto, de rendimento bem inferior se comparado com os veículos de tração elétrica. A constatação de uma grande lacuna destes conhecimentos pelo público, em geral, constitui uma das barreiras à desejada introdução dos veículos elétricos no mercado e assim optou-se pelo desenvolvimento de uma metodologia para a sua divulgação.

Como se trata de assunto multidisciplinar envolvendo diversos saberes da engenharia abre-se um enorme campo de trabalho de inserção e afirmação aos profissionais e estudantes envolvidos. A primeira etapa do projeto de extensão aqui descrito consistiu na elaboração do CD, *Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos*, cujo lançamento ocorreu em 2003 no âmbito da Semana de Meio Ambiente da UERJ daquele ano. A etapa educacional e de divulgação, atualmente conta com mais dois CDs um deles sobre testes de desempenho realizados com um Palio Elétrico da empresa Ampla Energia e Serviços S.A., no âmbito de um projeto de P&D e outro produzido em 2010 focaliza a experiência de conversão de uma Kombi para tração elétrica em parceria com o CEFET-RJ. O estabelecimento de uma *Metodologia de Planejamento e Análise para a Implantação de Veículos Elétricos em Atividades de Transporte* resultante de um trabalho patrocinado pela Light Serviços de Eletricidade S. A., soma-se a este contexto. Assim, os conhecimentos gerados em pesquisas nos quais os autores vêm participando são disseminados junto a outros alunos de graduação e pós-graduação. Tais conhecimentos podem, então, ser transferidos ao projeto de extensão formando-se beneficiando os envolvidos e os participantes de diversas entidades interessadas no assunto. Para isto, são promovidos com base em uma agenda previamente estabelecida cursos, exposições e conferências gratuitos para instituições de ensino e pesquisa, órgãos públicos, empresas, organizações não governamentais, associações etc.. Inserem-se neste contexto unidades da própria UERJ que recebem, para o seu acervo, exemplares do CD. Cabe ainda esclarecer que este projeto é abrigado atualmente no Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas - LSPV no qual ficou inserido o Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE.

Esta iniciativa conta com alunos bolsistas deste projeto que recebem treinamento intenso em tecnologia veicular elétrica tendo em vista participarem da preparação do material de divulgação bem como da apresentação das palestras, demonstrações, realizações de testes e desenvolvimento de pesquisas.

## **BREVE PANORAMA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS E O BRASIL**

Os veículos elétricos surgiram antes dos modelos à combustão interna, ainda no século XIX. Com o nascimento da indústria do petróleo ofertado com baixos custos, a tecnologia de tração à combustão interna acabou sendo impulsionada de tal forma a suplantando a penetração inicial dos veículos elétricos.

O preço de venda da gasolina e de outros combustíveis derivados do petróleo para veículos automotores durante muito tempo se manteve em um patamar mais do que razoável para justificar a ampla utilização destes veículos. O veículo a combustão interna apesar de no início da sua produção exigir um grande esforço do usuário para dar a partida manual no veículo, ironicamente teve esta grande limitação vencida com o emprego de motores elétricos ligados ao eixo do motor, originando-se a famosa “partida elétrica”. Este dispositivo do início do século XX foi decisivo para que os veículos elétricos perdessem espaço na produção da indústria automobilística mundial daquela época.

Ao longo do século XX, a tecnologia veicular elétrica passou por diversos períodos de crescimento e declínio, resultantes das diversas crises mundiais envolvendo a indústria do petróleo. Na segunda metade deste século por conta destas crises e em função das questões ambientais e climáticas há uma retomada da tecnologia veicular elétrica que devido ao avanço das fontes eletroquímicas e da eletrônica fez com que a penetração do veículo elétrico passe a ser considerada desejável e irreversível.

No Brasil, em 1918, conforme, notícias da época dão conta da existência de uma linha de ônibus elétricos que fazia o percurso entre a Praça Mauá e o antigo Palácio Monroe no Rio de Janeiro. Este veículo possuía rodas de borracha, era silencioso e confortável e esta linha era operada pela empresa que deu origem à atual Light Serviços de Eletricidade. É interessante comentar que esta mesma empresa utilizava caminhões elétricos para serviços de manutenção e que apresentavam um conceito inovador de tração uma vez que estes possuíam quatro motores elétricos um para tração de cada uma das quatro rodas, controlados somente por reostatos. Um exemplar deste veículo foi restaurado com a participação da UERJ e encontra-se atualmente exposto no Centro Cultural desta empresa, no Rio de Janeiro.

As atenções se voltaram novamente para os veículos elétricos a partir dos efeitos da poluição atmosférica que já eram sensíveis em 1960 nas grandes capitais do mundo. Acrescente-se o efeito das crises do petróleo mencionadas principalmente após 1970 e que determinaram a busca pela redução do consumo deste combustível. Aqui no Brasil esta situação propiciou a iniciativa da empresa montadora brasileira Gurgel investisse nesta tecnologia. Merece ser destacada a produção de furgões utilizados por empresas de energia elétrica e do Itaipu, um sedã de dois lugares excepcional para época.

De fato, a Gurgel S.A. era uma empresa genuinamente brasileira criada pelo engenheiro João Augusto Conrado do Amaral Gurgel que produzia veículos à combustão interna, inclusive jipes para uso militar com notória aceitação no mercado internacional. A importante iniciativa

da criação e introdução do PROALCOOL ainda na década de 70 foi de grande valia com o início da produção de veículos a álcool em que se procurou diminuir a grande dependência externa do petróleo.

Atualmente o Brasil se encontra em um momento de transição, com poucos veículos elétricos na frota existente. Isto ocorre em grande parte em função da alta carga tributária vigente sobre estes veículos.

Observando-se o panorama mundial há uma realidade totalmente diferente da encontrada no Brasil. Os investimentos se multiplicam e as políticas públicas já estão bem definidas para a inclusão do veículo elétrico na frota de diversos países. O atual presidente dos Estados Unidos, por exemplo, lançou diversos pacotes, ao longo dos anos iniciais do seu mandato, com incentivos à tecnologia veicular elétrica e ao desenvolvimento de baterias tracionárias. Inclusive, os Estados Unidos após as iniciativas do estado da Califórnia, que começaram desde a década de 90, já trabalham com metas definidas de eficiência dos veículos a serem comercializados.

Na Europa, sucedem diversos exemplos de desenvolvimento desta tecnologia e países a exemplo de Portugal, o Primeiro Ministro declarou que esta nação “deseja ser um laboratório de implantação desta tecnologia”. Assim há diversos incentivos fiscais à aquisição de veículos elétricos acompanhado da instalação de eletropostos de forma a atender as necessidades dos seus usuários.

Na Ásia, países como Japão e Coreia do Sul, já contam com modelos de veículos elétricos a bateria e híbridos alguns amplamente difundidos no mercado. Verifica-se que os países do chamado grupo de emergentes, com destaque para a China estão de alguma forma empenhados no tocante a esta tecnologia o mesmo não ocorrendo no Brasil.

Neste contexto, na América do Sul, a vizinha Argentina anunciou neste ano de 2011 os acordos com uma grande montadora chinesa que produzirá carros elétricos naquele país.

Se por um lado há diversas iniciativas no Brasil que propiciaram a produção de ônibus elétricos híbridos comerciais, inclusive utilizando etanol, e diversos veículos em desenvolvimento inclusive os chamados não rodoviários, tais como bicicletas e skates elétricos, há muito que ser feito em termos de políticas públicas e planos estratégicos para a introdução desta tecnologia. O trabalho de associações, a exemplo da ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico) fundada em 2006 vem aglutinando os esforços dos agentes naturais envolvidos com a implantação do veículo elétrico. Neste contexto destacam-se as empresas de energia, os fabricantes de componentes e autopeças, as instituições de ensino e

pesquisa, algumas montadoras, e órgãos do governo. A estes se juntam profissionais e estudantes que participaram de mais de uma dezena de seminários onde são incontáveis os pronunciamentos dos representantes da direção de setores públicos e privados. Portanto, é possível reconhecer neste panorama um amadurecimento das questões relacionadas com estes propósitos em que o projeto aqui descrito tem sido parte da promoção e difusão de conhecimentos para a aceleração deste processo.

## **JUSTIFICATIVAS DO PROJETO DE EXTENSÃO**

O modelo atual do setor de transporte no Brasil é predominantemente rodoviário. Como consequência, 50% do petróleo consumido é destinado a este setor. As emissões atmosféricas de dióxido de carbono são crescentes em decorrência da queima de combustíveis fósseis por estes meios de transporte repercutindo de forma desfavorável nos fenômenos associados às mudanças climáticas do planeta. A introdução gradativa da tecnologia veicular elétrica é parte importante na reversão deste processo.

O Brasil apresenta peculiaridades no seu balanço energético tendo em vista que a geração das usinas hidrelétricas é responsável, de forma majoritária, pela oferta de energia elétrica. A baixa utilização desta eletricidade oriunda de fontes renováveis pelos transportes, no país, em torno de 1%, estimula a um exame cuidadoso das alternativas visando diminuir a dependência dos combustíveis fósseis neste setor.

Constatam-se diversas atividades econômicas para as quais a tecnologia veicular elétrica se apresenta como promissora, inclusive, na criação de novos empregos. Neste sentido, primeiramente se destaca o setor de turismo onde é mais conveniente o transporte por meio de veículos elétricos de pequeno porte em centros históricos, áreas de lazer, jardins, praças, regiões de proteção ambiental, campos de esporte, hotéis fazenda, ilhas, etc. Acrescente-se que o transporte de pequenos volumes nas cidades é, atualmente, oferecido por frotas de motocicletas ruidosas e com altos fatores de emissão. Tais serviços podem ser efetuados por motos e bicicletas elétricas silenciosas e econômicas. O mesmo acontece com o transporte urbano de passageiros no que diz respeito à utilização de ônibus elétricos híbridos articulados que já são produzidos no Brasil podendo mesmo ser empregados em sistemas do tipo BRT (*bus rapid transit*).

Estes aspectos mostram o potencial de atratividade do veículo elétrico para a diminuição do consumo de energia e, portanto, das emissões decorrentes. Estas não se limitam aos gases de



efeito estufa. A eles se juntam substâncias nocivas como o monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis, óxidos de nitrogênio e tantos outros que prejudicam enormemente a qualidade do ar dos grandes centros urbanos.

Um ponto importante neste contexto e que vale a pena destacar refere-se às questões que passam despercebidas pelo grande público porque não lhes são explicados conceitos essenciais que impedem a constatação dos benefícios inerentes a determinadas escolhas. Um exemplo desta situação refere-se à quantidade de energia necessária para os veículos percorrerem um determinado trajeto. A Física ensina que a unidade de energia deve ser expressa em Joule, entretanto, para efeito de comercialização os energéticos disponíveis para reabastecer os veículos tradicionais exclusivamente à combustão interna são vendidos em litro, como a gasolina, o etanol, o diesel e o biodiesel; ou em metros cúbicos como o gás natural. Quanto aos veículos elétricos este mesmo reabastecimento é realizado em termos de kWh. Assim, este mesmo público fica confundido com performances expressas em litros/km, metros cúbicos/km e em kWh/km sem que possam comparar entre si, para um mesmo percurso e um mesmo modelo de veículo qual, de fato, é o mais eficiente. Foge mais ainda a compreensão quando as informações prestadas se apresentam em termos de custos por quilômetro. Recai-se numa falácia maior já que também, o público, em geral, desconhece a carga tributária e taxas incidentes sobre os energéticos. Em geral, há situações em que o mais eficiente nem sempre é o de menor custo. Mesmo assim, apesar da pesada carga tributária sobre as tarifas de energia elétrica e a despeito destas incongruências que fogem à compreensão comum, os veículos elétricos, em termos de eficiência e custos de percurso se mostram mais interessantes. Como a quantidade de energia consumida em um trajeto está diretamente associada às emissões, este conhecimento é essencial para que entendimentos e escolhas corretas sejam realizados. Desta maneira, não causa surpresa que o veículo elétrico à bateria pode reduzir o consumo de energia a cerca de 1/3, quando em igualdade de condições são comparados com aqueles à combustão interna convencionais. Quanto aos veículos elétricos híbridos que, de forma combinada, dispõem de baterias e tanques de combustível para produzirem a força motriz de tração, se situam em faixas intermediárias de consumo total de energia, porém mais eficientes que aqueles puramente à combustão interna [PECORELLI PERES, L.A.; da COSTA. Washington; ROCHA, S. F.Q. A., RODRIGUES, L. C. R. 2011]. Diversos trabalhos já realizados [LARMINIE, J.; LOWRY, J., 2003] demonstram esta característica dos veículos elétricos mesmo quando esta eficiência é comparada com os veículos à combustão interna levando em conta, não só o seu consumo, mas também, o total



da energia empregada para percorrer um determinado trajeto. Isto é, desde a fonte primária, considerando os centros de transformação e distribuição, estes externos ao veículo, até o último elemento utilizado na transmissão mecânica às suas rodas.

Deve-se mencionar a versatilidade do veículo elétrico cuja fonte primária de energia pode ser oriunda das formas as mais variadas. Enquanto este veículo pode ser reabastecido com a energia elétrica proveniente do sol, do vento, da cana de açúcar, do lixo orgânico, das usinas hidráulicas, bem como do petróleo, que não é renovável, o mesmo não ocorre com o veículo convencional que para se movimentar depende da produção de combustíveis, que na maior parte são de origem fóssil. Esta peculiaridade tão importante confere aos veículos abastecidos totalmente com energia elétrica como aqueles à bateria ou em parte como nos híbridos do tipo *plug-in*, uma quantidade significativa de aplicações. Com o advento das chamadas redes inteligentes de energia (*smart grids*), nas quais o veículo elétrico se insere com excelentes oportunidades de novos negócios, este se torna capaz de em momentos oportunos não só receberem energia das concessionárias, mas também fornecer parcelas disponíveis pelos seus usuários. Acrescente-se a tudo isto que o veículo elétrico é capaz de regenerar energia para as baterias nas situações de frenagem e ao percorrer declives.

A desinformação à respeito da tecnologia veicular elétrica dificulta o processo para sua implantação no Brasil, uma vez que a legislação automotiva existente impõe uma desproporcional carga tributária bem maior que a dos veículos à combustão interna o que os torna inviáveis do ponto de vista econômico em termos de produção e comercialização, até que esta barreira seja removida. Esta situação é o inverso do que está ocorrendo em diversos países da América, Europa e Ásia que, ao contrário, através de novas regulamentações vêm buscando formas de incentivar a produção dos veículos elétricos.

A reunião destes argumentos consolida as justificativas da necessidade de um projeto que visa não somente expor os aspectos técnicos dos veículos elétricos. Trata-se de algo que permita aos cidadãos, estudantes, professores e profissionais de empresas e de órgãos de governo analisar esta tecnologia inserida numa matriz energética no qual o setor de transporte está intimamente associado. Além disto, permite que sendo estes conceitos compreendidos haja uma melhor preparação para os debates e estudos que visem propor mudanças adequadas.

## **DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

A primeira fase deste trabalho consistiu na produção do CD “Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos” [PECORELLI PERES, L.A. et PINHEIRO, F. A.; 2003] , cuja capa é apresentada na Figura 1. O CD é utilizado como tutor de cursos, palestras e exposições sobre tecnologia veicular elétrica às entidades interessadas. Exemplares gratuitos são fornecidos nestas ocasiões ao acervo destas entidades. Este projeto de extensão está inserido nas atividades do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos da Faculdade de Engenharia, onde os bolsistas do projeto realizam pesquisas e recebem treinamento especial em veículos elétricos para estas apresentações. O tema veículos elétricos é multidisciplinar e contribui de forma sensível para amenização dos danos causados pelas emissões de gases de efeito estufa e suas conseqüências para as Mudanças Climáticas. Assim, este projeto vem despertando uma grande procura por parte de diversas instituições e público em geral. Novos CDs e elementos didáticos com explicações e ilustrações acessíveis ao público em geral estão sendo incorporados ao projeto de forma a continuar a disseminação de conhecimentos à sociedade em prol de meios de transporte mais sustentáveis. A existência deste projeto pioneiro voltado para a área de tecnologia veicular elétrica, com ênfase nas questões do meio ambiente, da energia e da educação, se integra de maneira plenamente adequada às atividades de extensão. De fato, espera-se com isto contribuir para novos empreendimentos e o conseqüente desenvolvimento econômico e social bem como que esta tecnologia tenha papel estratégico nos setores de energia transporte e meio ambiente que constituem o foco de trabalho deste projeto. O CD citado contou com o patrocínio das seguintes empresas: Eletra Industrial LTDA, Ingersoll – Rand do Brasil Ltda , Ietrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (PROCEL) , Furnas Centrais Elétricas S.A. e Maquinas Agrícolas Jacto S.A.

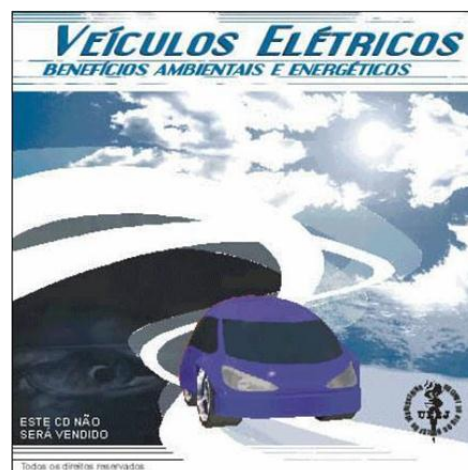


Figura 1 – Capa do CD “Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos”

Na atual etapa, a metodologia empregada é de caráter operacional focando na disseminação dos conhecimentos e perspectivas da tecnologia veicular elétrica para a sociedade, de forma a atingir instituições de ensino e organismos empresariais e de governo. Isto se faz pelo estabelecimento de canais de comunicação dentro e fora do âmbito da UERJ de forma a despertar o interesse por aquilo que o projeto oferece, ou seja: palestras, conferências, oficinas, exposições, estudos e pesquisas. Nestes trabalhos há uma participação intensa dos alunos envolvidos mediante o estágio em que recebem formação específica em tecnologia veicular elétrica. O CD “Veículos Elétricos: Benefícios Ambientais e Energéticos” serve como tutor destas atividades e exemplares são entregues gratuitamente para fazerem parte dos acervos destas entidades de forma que outros interessados possam consultá-lo, multiplicando, assim, a capacidade de difusão de uma cópia. Quanto aos aspectos didáticos e pedagógicos, os bolsistas elaboram trabalhos de caráter exploratório sobre os aspectos gerais da tecnologia veicular elétrica e posteriormente estudam as equações de funcionamento e os seus componentes, bem como os métodos fundamentais para a sua simulação computacional. Estes trabalhos são acompanhados de treinamentos específicos para as atividades relacionadas com a apresentação de palestras, mini-cursos, conferências, oficinas demonstrações, etc. do qual participam com grande entusiasmo.

Para a avaliação do projeto pelos seus beneficiários há questionários com os quais se procura medir a fixação de conhecimentos, a apreciação das apresentações e as relações, perspectivas e posturas diante da penetração da tecnologia veicular elétrica na sociedade.

Para os bolsistas a relações da extensão e do ensino são identificadas na medida em que encontram na tecnologia veicular elétrica aplicações dos conhecimentos de diversas disciplinas como Física, Eletricidade, Eletrônica, Máquinas Elétricas nas atividades desenvolvidas.

Quanto à relação Pesquisa e Extensão o fato do projeto estar abrigado no Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE é muito enriquecedor para a extensão. As atividades de pesquisas realizadas são gradativamente incorporadas às atividades de ensino e também de extensão, tornando-se um movimento contínuo. Este movimento é recíproco visto que o público beneficiado pelo projeto contribui com idéias, sugestões e parcerias que poderão ser objeto de pesquisas futuras. Esta relação se ampliou consideravelmente a partir de 2006 com a

implantação do Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas - LSPV na Faculdade de Engenharia da UERJ onde alunos e professores das áreas de mecânica, elétrica, eletrônica e meio ambiente passaram a encontrar um espaço diferenciado de convivência, aprendizado de novos conhecimentos e de pesquisa. Com isto está sendo ampliado o conceito de Laboratório da Área Automotiva que anteriormente ficava restrito à área de Mecânica.

## **EVOLUÇÃO DO PROJETO**

O sucesso da divulgação do CD inicial permitiu a formação de parcerias e a obtenção de recursos financeiros para execução de pesquisas nas áreas de tecnologia veicular elétrica. Estas iniciativas capitaneadas pelo projeto de extensão mencionado permitiram exercer uma marcante participação da UERJ na fundação da Associação Brasileira do Veículo Elétrico em conjunto com o Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE, em 2006. Deste modo, estas atividades deram oportunidade para a execução de um trabalho pioneiro de pesquisa, no âmbito da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL que tratou da “Avaliação de Desempenho de Veículos Elétricos Atuando em Frotas de Empresas Distribuidoras de Energia”. O estudo foi realizado em parceria com a empresa Ampla Energia e Serviços S.A envolvendo o estabelecimento de ensaios com um veículo elétrico específico de tal forma que permitissem caracterizar a utilização apropriada como meio de transporte para a empresa. Elementos essenciais do conhecimento adquirido nesta experiência inspiraram a criação do CD educativo, “Veículos Elétricos Conquistam as Ruas do Brasil” [PECORELLI PERES, L.A. 2009], cuja capa é mostrada na Figura 2, lançado em versão bilíngüe (português e inglês).

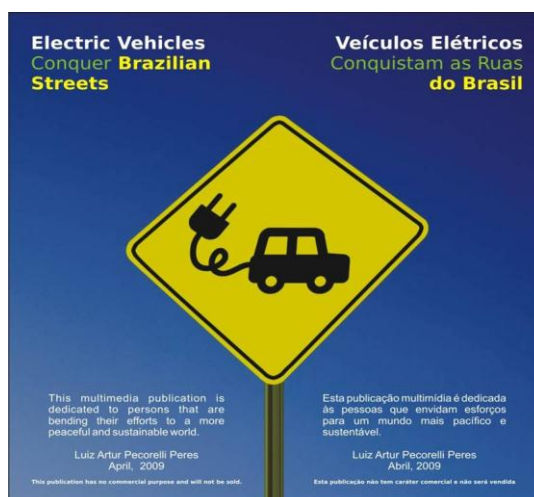


Figura 2 – Capa do CD “Veículos Elétricos Conquistam as Ruas do Brasil”

Neste projeto, o veículo utilizado como ferramenta para validar a metodologia proposta foi um Palio Weekend produzido pela Fiat do Brasil, fruto de um convênio de desenvolvimento e pesquisa com a empresa Itaipu Binacional. Entre os testes realizados merece citar a primeira travessia de um veículo elétrico pela ponte Presidente Costa e Silva, popularmente conhecida como Rio – Niterói em um percurso desde a sede da Ampla até o Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular e Fontes Eletroquímicas – LSPV, cuja implantação recebeu suporte financeiro desta empresa e que fica situado no bairro de São Cristóvão, no Rio de Janeiro.

Este CD conta com uma série de vídeos e fotos explicativas obtidas durante os testes realizados e os resultados obtidos nesta memorável travessia são explicados de forma que se pode constatar experimentalmente que o veículo elétrico consome um terço da energia despendida por um veículo similar à combustão interna. Além disto, são destacadas as emissões atmosféricas evitadas acrescentando-se uma análise sobre o potencial e adequação da matriz energética brasileira à penetração do veículo elétrico.

A parceria entre a UERJ e o CEFET/RJ surgida do oferecimento de um workshop no âmbito deste projeto de extensão aos seus profissionais de ensino e alunos de nível médio possibilitou a colaboração mutua em um projeto de conversão de uma Kombi ano modelo 1982 que estava em fase de desativação. Neste projeto coube à UERJ a modelagem e a simulação de funcionamento do veículo de forma a permitir o dimensionamento dos componentes necessários e ao CEFET-RJ a tarefa de realizar as atividades ligadas à reabilitação do veículo em termos de pintura e reparos diversos na estrutura mecânica do veículo bem como na montagem dos novos componentes.

Um dos objetivos desta iniciativa foi capacitar professores e alunos do curso técnico de automobilística do CEFET - RJ e de graduação em engenharia da UERJ no manuseio da tecnologia veicular elétrica. Esta iniciativa contou com o patrocínio da WEG Automação S.A, da Saturnia Sistema de Energia Ltda e com o apoio essencial da Light Serviços de Eletricidade S.A bem como da Fundação Rotaria de Educação para o Trabalho - FRET e da Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE.



Figura 3 – Foto da Kombi Convertida para Tração Elétrica pela UERJ e CEFET-RJ

A Figura 3 apresenta a foto com o da Kombi convertida. O design foi escolhido a partir de três alternativas submetidas à votação do público presente no evento VE 2007, no Rio de Janeiro promovido pela ABVE.

A divulgação do projeto de extensão passou a contar com o apoio de diversos colaboradores e tornou-se um mecanismo de referência para o contato com entidades interessadas na área de veículos elétricos tanto internamente na UERJ quanto externamente.

Desta maneira, constituiu uma importante realização o convite dos organizadores do evento internacional Challenge Bibendum 2010, promovido pela Michellin, no Rio de Janeiro para que a UERJ juntamente com o CEFET-RJ viessem a montar um estande descritivo das suas atividades educativas voltadas para esta tecnologia e expusessem a Kombi convertida para tração elétrica.

Os coordenadores deste desenvolvimento, Professores Luiz Artur Pecorelli Peres e Washington da Costa do CEFET-RJ receberam dos organizadores deste evento um troféu na categoria de veículos experimentais.

No encerramento deste evento houve um desfile pela orla marítima do Rio de Janeiro em que a Kombi participou ao lado dos demais veículos tendo recebido muitos aplausos do público presente.



O destaque desta montagem foi inseri-la em novas atividades de extensão destinando às exposições em que os interessados passam a tomar contato direto com uma realização física dos conceitos e ensinamentos contidos nas palestras apresentadas. Além disto, esta Kombi vem servindo para a realização de novos projetos como, por exemplo, o desenvolvimento de supervisores digitais do funcionamento do banco de baterias e de novos carregadores, que estão sendo executados por alunos de engenharia da UERJ.

A elaboração da Kombi e os registros da participação no Challenge Bibendum 2010 propiciaram os elementos necessários para elaboração do terceiro CD, neste mesmo ano e cuja capa é mostrada na Figura 5. Este CD aponta para a importância da atividade de conversão veicular podendo ser direcionada às propostas de responsabilidade social e ambiental voltada ao treinamento de jovens em automobilística. De fato, a conversão de veículos usados para tração elétrica envolve a aquisição de conhecimentos desde a reparação de carrocerias, pintura, revestimento como também de mecânica, eletrônica, motores elétricos, baterias e até mesmo instalações elétricas para a recarga. A experiência com instrumentação mecânica e elétrica é notória tendo em vista os testes que são realizados proporcionando habilidades práticas que se fixam naturalmente.



Figura 4 – Capa do CD “Projeto da UERJ e CEFET-RJ de Conversão de Veículos para Tração Elétrica – Uma Proposta Inovadora de Responsabilidade Social e Ambiental”



As atividades descritas neste item são ilustradas a seguir com duas fotos em que aparecem alunos de Engenharia Elétrica da UERJ, Cleiton Freitas, um dos autores do trabalho, na Figura 5, e Erick Silva, o outro autor, na Figura 6, respectivamente. Conforme pode ser observado, as fotos registram o momento em que são dadas explicações sobre o funcionamento de veículos elétricos ao público presente na exposição promovida no evento UERJ SEM MUROS 2010.



Figura 5 – Cleiton Freitas, de camisa azul expõe o funcionamento de um Palio Weekend Elétrico da Light Serviços de Eletricidade S.A., a um visitante em evento na UERJ, 2010



Figura 6 – Um visitante de evento promovido pela UERJ recebe do Erick Silva, com camisa azul, explicações sobre o motor síncrono de ímã permanente.

## CONCLUSÕES, RESULTADOS E NOVAS PERSPECTIVAS

Ao longo dos últimos anos, o projeto permitiu a divulgação da tecnologia veicular elétrica em diversos órgãos e unidades ligados a UERJ, como o Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (Cap-Uerj), a Faculdade de Engenharia, o Instituto de Química e a Escola Superior de Desenho Industrial – ESDI.

Externamente, foram realizadas exposições, mini cursos, workshops, palestras. Entre as diversas instituições beneficiadas destacam-se a Escola Técnica do Arsenal da Marinha, Escola Técnica Ferreira Viana, Universidade Gama Filho, Furnas Centrais Elétricas S.A., Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPETEC/UFRJ, Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, no Rio de Janeiro, além da Universidade Federal de Santa Catarina, por exemplo.

Calcula-se que ao longo destes anos que o público diretamente atingido internamente e externamente à UERJ tenha alcançado mais de uma dezena de milhar de pessoas em que os mais interessados tiveram a oportunidade de receberem um treinamento básico sobre sistemas de propulsão veicular elétrica.

As metas e objetivos que vêm sendo alcançados podem ser resumidos através dos seguintes destaques:

- A transferência de conhecimentos para a sociedade sobre a tecnologia veicular elétrica e os seus benefícios para o desenvolvimento social e econômico, para o meio ambiente e para a melhoria da qualidade de vida;
- O estabelecimento de parcerias e convênios entre a UERJ e as entidades interessadas de tal forma a propiciar a promoção de pesquisas e a difusão do uso dos veículos elétricos em âmbito estadual e nacional;
- O desenvolvimento de atividades educativas tais como palestras, workshops, exposições e a partir de 2010 de um curso formal de Sistemas de Propulsão Veicular Elétrica aprovado pela Sub-Reitoria de Extensão e Pesquisa – SR-3 da UERJ e visitas técnicas ao LSPV, inclusive em ocasiões de realização de ensaios específicos.
- Um aspecto que vem sendo verificado é o melhor preparo dos públicos atualmente beneficiados quando se compara com aquele do início do projeto principalmente no que se refere às entidades que procuram a UERJ são indicadas por suas antecessoras.

- A contribuição destas atividades é também significativa para os cursos de pós-graduação em engenharia mecânica da UERJ que possui disciplinas específicas voltadas para os veículos de transporte de tração elétrica

Há diversos impactos positivos para a formação dos estudantes que se engajam neste projeto de extensão, a seguir mencionados:

- A oportunidade de aplicar os conhecimentos analíticos de diversas disciplinas.
- A aquisição de conhecimentos de matérias transversais como, por exemplo: Ecologia, Economia, Mudanças Climáticas, Eficiência Energética, Políticas Públicas, Responsabilidade Ambiental e Social, Estrutura Tributária do Brasil e História.
- O desenvolvimento pessoal no que tange a comunicação com o público e sobre temas relacionados com as diversas abordagens referentes aos benefícios ambientais e energéticos dos veículos elétricos.
- Os progressos do ponto de vista social dos estudantes envolvidos no tocante ao relacionamento solidário em grupos de trabalho, do aprimoramento da linguagem e maior atenção aos valores da cidadania, da cultura e da ética.

Novas perspectivas estão sendo examinadas para o projeto de extensão descrito neste trabalho tendo em vista o seu papel gerador de diversas outras atividades do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE. Sendo assim, novas linhas de atuação estão sendo objeto de estruturação no âmbito do GRUVE e do LSPV de tal maneira que os conhecimentos e resultados dos projetos de pesquisa e desenvolvimento estão sendo sistematicamente direcionados ao processo de divulgação da tecnologia exercido pela atividade de extensão. Assim, há uma nova diretriz de atuação em que se estabelece um elo permanente entre a pesquisa e a extensão na medida em que a equipe do LSPV e GRUVE vá se engajando neste processo que permite um maior acesso por parte da sociedade do conhecimento adquirido dentro da universidade.

Juntam-se a estes planos o fortalecimento da parceria interna do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE com o recém criado, em 2011, Laboratório de Políticas Públicas e Justiça Fiscal – LAPJUS, da Faculdade de Direito da UERJ para o qual as atividades de extensão do GRUVE subsidiam os conhecimentos de ordem tecnológica para o embasamento

das propostas de alteração da carga tributaria e a adequação da legislação brasileira a que estão submetidos os veículos elétricos no Brasil.

Por último visando a ampliação do acesso aos conhecimentos desenvolvidos já está sendo disponibilizado um canal exclusivo de divulgação da tecnologia veicular elétrica no *youtube* considerado o mais importante site de compartilhamento de vídeos da internet de atende o princípio da gratuidade que constitui um requisito essencial do projeto de extensão. Com isto os vídeos contidos nestes CDs estão sendo de forma didática sendo implantados em um canal específico [www.youtube.com/veiculoeltrico](http://www.youtube.com/veiculoeltrico) tornando-se em mais uma ferramenta na divulgação de conhecimentos produzidos na universidade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

PECORELLI PERES, L. A.; da COSTA. Washington; ROCHA, S. F.Q. A., RODRIGUES, L. C. R., Níveis Quantitativos de Eficiência e Emissões de Sistemas de Propulsão Veicular, IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, Juiz de Fora – MG, 2011.

PECORELLI PERES, Luiz A.; FREITAS, Cleiton Magalhães; A Divulgação de Conhecimentos Através de CDs sobre Veículos Elétricos. Experiência de um Projeto de Extensão que Propiciou Implantar um Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular; Interagir: Pensando a Extensão; Nº 14, Rio de Janeiro DEPEXT/Departamento de Extensão/SR-3/UERJ; Janeiro-Dezembro de 2009; ISSN 15198847.

PECORELLI PERES, Luiz A., Electric Vehicles Conquer Brazilian Streets, CD, English and Portuguese Edition, Rio de Janeiro: Author-Editor, 2009. ISBN: 978-85-910201-0-2.

PECORELLI PERES, Luiz A.; PINHEIRO, Fabiano Alves; SILVA, Mariana Dias; Disseminação dos Conhecimentos sobre os Benefícios da Utilização de Veículos Elétricos pela Sociedade e as suas Relações com o Meio Ambiente e a Energia; Interagir: Pensando a Extensão; No 6, UFF; Agosto-Dezembro de 2004; ISSN 15198847.

LARMINIE, J.; LOWRY, J. Electric Vehicle Technology Explained. Inglaterra: John Wiley & Sons, 2003.

## **AGRADECIMENTOS E DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que direta ou indiretamente estejam engajados em atividades voltadas para a proteção do meio ambiente, a melhoria da qualidade de vida e a promoção da paz. Em especial é importante destacar o apoio inestimável dos órgãos de Direção da UERJ, seus professores e funcionários e em especial a todos os alunos desta instituição que contribuíram com a sua participação e entusiasmo em experiências memoráveis com os veículos elétricos. As iniciativas de elaboração de CDs educativos, da implantação de Laboratório, do desenvolvimento de pesquisas pioneiras, não seriam possíveis sem a parceria e suporte de diversas entidades que ao longo dos últimos dez anos propiciaram diversas realizações. Os nomes destas entidades são aqui citados em ordem alfabética:

Ampla Energia e Serviços S.A.  
Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL  
Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE  
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ  
Eletra Industrial LTDA  
Ingersoll – Rand do Brasil Ltda  
Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (PROCEL)  
Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE  
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ  
Fundação Rotaria de Educação para o Trabalho - FRET  
Furnas Centrais Elétricas S.A.  
Maquinas Agrícolas Jacto S.A.  
Light Serviços de Eletricidade S.A.  
WEG Automação S.A  
Saturnia Sistema de Energia Ltda