

13º Salão Latino-Americano de Veículos Elétricos, Componentes e Novas Tecnologias.
21 a 23 de Setembro de 2017 - Expocenter Norte – São Paulo

**EXPERIÊNCIAS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL EM VEÍCULOS ELÉTRICOS
ATRAVÉS DA CONVERSÃO DE UMA KOMBI.
AVALIAÇÃO DE TROCA DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO POR LÍTIU-ÍON.**

LUCAS DE PANTIS

(depantis@hotmail.com)

Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da UERJ
Estagiário do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos - GRUVE

RENAN DA SILVA SERAFIM DE MIRANDA

(renandemiranda1808@bol.com.br)

Estudante de Graduação em Engenharia Elétrica da UERJ
Estagiário do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos - GRUVE

LUIZ ARTUR PECORELLI PERES

(lapp_uerj@yahoo.com.br)

Professor Associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Coordenador do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos - GRUVE

ANDRÉ RODRIGUES KREMPSEK

(arodrigues2007@hotmail.com)

Engenheiro do Programa de Apoio Técnico às Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão
PROATEC – UERJ

RESUMO

Este trabalho apresenta a avaliação da troca de baterias de uma Kombi convertida para tração elétrica pelo Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular – LSPV da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ e o Núcleo de Tecnologia Automobilística – NTA do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET / RJ. O veículo convertido vem servindo para a realização de experiências sobre tração elétrica rodoviária pelas duas instituições. Esta iniciativa se mostra eficaz na formação profissional tanto em nível técnico como superior nesta área tecnológica. O artigo analisa e compara através de simulações os resultados ciclos de testes aplicados no projeto original em. Os cálculos realizados mostram os efeitos da diminuição da força de tração, torque e potência exigida do motor proveniente da redução de 372,62 kg da massa total do veículo, considerando inalterado o total de energia das baterias chumbo-ácido atual na nova condição pretendida, empregando Li-Íon. Este empreendimento é altamente desejável tendo em vista ampliar o escopo das pesquisas e treinamentos programados cujos focos de ensino abordam a

concepção, a estrutura dos veículos elétricos e as modelagens matemáticas de desempenho de componentes atuando com baterias de tração utilizadas comercialmente.

Palavras chave: veículos elétricos, conversão, simulação matemática, baterias de tração

INTRODUÇÃO

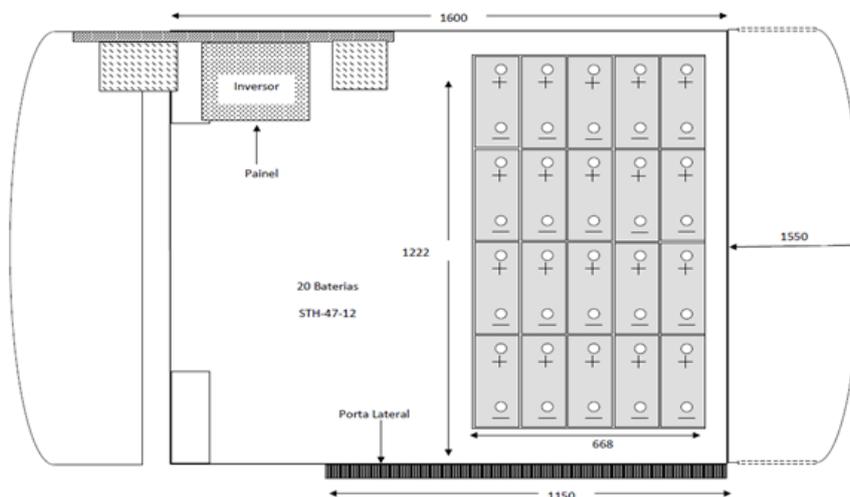
No primeiro semestre de 2006, foi iniciado o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UERJ no qual frequentaram professores do Núcleo de Tecnologia Automobilística - NTA do CEFET – RJ nas disciplinas de Sistemas de Propulsão Veicular e Análise de Sistemas de Energia para Veículos de Transporte. Esta circunstância propiciou iniciativas no âmbito do Laboratório de Sistemas de Propulsão Veicular – LSPV, onde funciona o Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE da UERJ, tendo em vista a disponibilidade de uma Kombi a gasolina, ano modelo 1982 no CEFET-RJ. Este veículo se mostrou apropriado para um projeto de dissertação de mestrado [COSTA, Washington da; 2009] tendo como objetivo a sua conversão e servir de plataforma de ensino de veículos elétricos, trabalhos experimentais e pesquisas pelas duas entidades acadêmicas. Os apoios da WEG Equipamentos Elétricos S. A. - Automação que disponibilizou o motor elétrico, o inversor, o carregador de baterias, o conversor DC-DC e da empresa SATURNIA, que destinou as baterias para tração do veículo foram inestimáveis. Esta iniciativa contou também com a parceria da Light – Serviços de Eletricidade S.A, da Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE e da Fundação Rotária de Educação do Trabalho - FRET. O veículo convertido ficou pronto no final de maio de 2010 a tempo de atender o convite para a sua exposição no evento internacional Challenge Bibbendum Rio 2010 no período de 30 de maio e 2 de junho como um projeto educativo de mobilidade elétrica e cuja foto é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Foto da Kombi Elétrica no Evento Internacional Challenge Bibbendum Rio 2010



A Figura 2 apresenta a vista superior da atual configuração do banco de vinte 20 baterias STH – 47 (SATURNIA) de 12 V, 47 Ah ligadas em série instaladas na Kombi convertida para tração elétrica e situadas logo atrás da cabine do motorista.

Figura 2 - Vista Superior da Kombi Elétrica



Considerando que as baterias originais do veículo são estacionárias e o seu tempo de uso carece de substituição, este artigo apresenta a análise de desempenho procedida visando a utilização de tecnologia avançada da família Li-Íon, tomando-se como referência a LiNiCoAlO_2 (NCA). Há, portanto, a perspectiva de redução de 372,62 kg por conta da troca deste componente. O trabalho apresenta a metodologia empregada nas simulações dos ciclos de teste aplicados no projeto original e compara os respectivos resultados das condições mais críticas em termos de torque, potência e energia para a nova condição pretendida. Assim, é previsto, por exemplo, um aumento de autonomia de 18,18% para o ciclo de teste de aceleração seguido de velocidade constante similar a trechos urbanos entre dois semáforos próximos e consecutivos. Este empreendimento se mostra altamente desejável tendo em vista ampliar o escopo das pesquisas e treinamentos programados. Os focos de desenvolvimento estão relacionados com as modelagens matemáticas de desempenho de componentes de veículos elétricos uma vez que o veículo passará a contar com baterias de tração utilizadas comercialmente [SERRA, J. V. F.; 2012] proporcionando, assim, novas investigações abordadas no texto.

PREMISSAS E METODOLOGIA ADOTADA

O projeto inicial foi concebido estabelecendo-se critérios e premissas apresentadas em [PECORELLI PERES, L.A.; COSTA, Washington da. et al, 2007]. Esta análise técnica

empregada visou adequar e compatibilizar os componentes da Kombi disponibilizados pela WEG e SATURNIA para a conversão desejada. Desta forma, o atendimento aos requisitos de desempenho se restringiu a trajetos estritamente urbanos devido às limitações impostas pela utilização de fontes eletroquímicas chumbo ácido estacionárias tendo em vista as baixas densidades de energia e potência inerentes a este tipo de fonte eletroquímica. Isto impôs, por exemplo, que a realização de percursos entre as duas instituições, totalizando 17 km, ida e volta, contasse com a possibilidade de efetuar a recarga nos dois locais, caso necessário, admitindo-se que o estado de carga da bateria do veículo esteja em 100 %, ao sair do ponto de partida inicial. Uma margem de segurança de 20% em termos de energia visou contrapor a hipótese simplificadora de tensão constante ao longo do percurso. Esta consideração se deve ao fato de que o percurso apesar de ser curto apresenta diversos aclives com inclinações consideráveis. Como se trata de trecho urbano adotou-se uma velocidade média de 50 km/hora.

Para efeito de análise dos ciclos de teste adotou-se a aceleração de 1m/s^2 . A relação total entre a velocidade do motor elétrico e a roda do veículo foi admitida igual a de transmissão, tomando como referência rotação máxima da sua faixa de funcionamento, com torque constante, igual a 2600 RPM, correspondente à velocidade de translação de 70 km/h, isto é 560 RPM na roda, cujo diâmetro é 663 mm. Esta relação é praticamente a que se consegue fixando-se a quarta marcha (1: 0,88) e levando em conta o diferencial (1: 5,143). Sendo esta a condição mais crítica, portanto, de menor amplificação de torque, 4,4, foi possível demonstrar através das simulações a necessidade de se manter a caixa de câmbio original com quatro marchas. Esta providência se deve ao fato do motor disponibilizado ser síncrono de ímã permanente de uso industrial o que determinou a sua adaptação para o projeto descrito. Assinala-se que os motores deste tipo apresentam desempenho adequado favorável ao controle vetorial e excelente rendimento para o uso na tração de veículos elétricos de forma a atender as exigências em termos de rotação e torque [CHAN, C.C. et CHAU, K;T.; 2001]. Em função dos objetivos principais do projeto que se detêm no ensino técnico não foi necessário garantir alta performance ao veículo no que tange à velocidade e aceleração. As informações técnicas da Kombi original, de ano modelo 1982, foram levantadas pelas equipes envolvidas, bem como as características do trajeto a ser realizado constando as distâncias dos trechos entre semáforos e as respectivas inclinações angulares. Com estes elementos foram procedidas as análises deste trabalho utilizando-se as equações a seguir citadas por [PECORELLI PERES, L. A.; HORTA NOGUEIRA, L.A. et LAMBERT-Torres, G.; 2002]:

$$w(t_j) = (1/(36.10^5.\eta_d)) \cdot \int_{t_1}^{t_2} P_T(t) dt \quad (1)$$

Onde:

$w(t_j)$ - É a energia fornecida pelo banco de baterias do veículo elétrico, expressa em kWh;
 η_d - É o rendimento total do conjunto bateria, inversor, motor elétrico e transmissão mecânica;
 $P_T(t)$ - É a potência total, expressa em kW, necessária para o veículo percorrer com velocidade $v(t)$, expressa em m/s, no intervalo de tempo $t_j = t_2 - t_1$, em s.

Por sua vez $P_T(t)$ é expressa pela equação (2) que indica as respectivas componentes:

$$P_T(t) = P_I + P_{RR} + P_{AD} + P_D \quad (2)$$

Onde:

$P_I = M_e \cdot a(t) \cdot v(t) \rightarrow$ Potência de aceleração;

$P_{RR} = K \cdot W_V \cdot g \cdot v(t) \cdot \cos(\theta(t)) \rightarrow$ Potência de atrito de rolamento;

$P_{AD} = (\rho \cdot A_f \cdot C_d \cdot v(t)^3) / 2 \rightarrow$ Potência de resistência aerodinâmica;

$P_D = W_V \cdot g \cdot v(t) \cdot \sin(\theta(t)) \rightarrow$ Potência relacionada a inclinação do trajeto.

Sendo:

M_e - Massa equivalente do veículo em kg, incluindo a inércia rotacional ($M_e = 1,03 \cdot W_V$);

W_V - Massa do veículo em kg;

$a(t)$ - Aceleração do veículo em m/s^2 ;

$v(t)$ - Velocidade do veículo em m/s;

K - Coeficiente de resistência estática e cinética do rolamento ($K = (0.033) \cdot (1 + v(t)^2 / 1500)$);

g - Aceleração da gravidade considerada a nível do mar $9,81 m/s^2$;

ρ - Densidade volumétrica do ar, considerada ao nível do mar $1,25 kg/m^3$;

A_f - Área frontal do veículo em m^2 ;

C_d - Coeficiente de resistência aerodinâmica;

θ - Inclinação do percurso em graus;

A equação (2) permite o cálculo da força de tração $F_T(t)$ total imposta ao veículo, expressa em Newton, bastando para isto dividi-la por $v(t)$.

DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados para avaliação de troca das baterias estão indicados a seguir:

Motor Elétrico

- Alto Rendimento Plus da WEG, trifásico, 60 Hz, 220 V, carcaça 180M.
- Potência: 22 kW (30 cv)
- Torque Nominal: 80,8 N.m
- Torque Máximo: 150 N.m. por 20 s
- Massa: 220 kg

Inversor

- Modelo: Inversor WEG (CFW-09-PM);
- Peso: 41 kg;
- Controle vetorial;
- Saída em tensão trifásica de 0 a 220 V entre fases;
- Frequência de 0 a 200 Hz;

Banco de Baterias:

- 20 baterias em série, 12 V, 47 Ah, Modelo STH47-12, massa 20,8 kg da SARURNIA.

As massas dos componentes do sistema vêm indicadas na Tabela 1. Com respeito à massa do veículo está considerada a retirada do motor a combustão interna, do tanque de combustível e dos acessórios de escape. A nova massa líquida total ficou reduzida a 963 kg.

Tabela 1 – Massas e Rendimentos dos Componentes do Sistema de Tração

Componente	Massa (kg)	Rendimentos
Veículo	963	Não aplicável
Motor	220	90
Inversor	41	90
Banco de Baterias	416	90
Passageiros e Carga	210	Não aplicável
Total	1850	Não aplicável

Obs. O rendimento do sistema de transmissão mecânica foi admitido igual a 85%

Os dados complementares se referem à área frontal da Kombi, igual a 2,99 m², e o seu coeficiente de resistência aerodinâmica 0,43.

RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Com base nas premissas e equações apresentadas foram simuladas condições de funcionamento do veículo a partir das equações do comportamento das grandezas relacionadas à velocidade, força de tração, potência e torque no motor bem como estimativa da energia fornecida pela bateria. Estas condições são concebidas de modo a oferecerem indicações para a configuração da envoltória do comportamento do torque e potência em relação à rotação do motor e que pode ser realizada através do sistema de controle no qual se inclui o inversor que conecta o banco de baterias ao motor elétrico trifásico [LARMINIE, J. et LOWRY, J.; 2003]. Neste sentido, cabe destacar que se tratando do motor síncrono trifásico de ímã permanente disponibilizado é possível se considerar a operação com torque constante em uma ampla faixa de velocidades, a partir da qual o controle passa a ser exercido com potência constante conforme a publicação *Motor de Ímãs Permanentes e Inversor de Freqüência WEG* que está à disposição para consulta em <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-motor-de-imas-permanentes-e-inversor-de-frequencia-artigo-tecnico-portugues-br.pdf> (consultado em 24/07/2017).

Assim, as simulações concebidas procuraram examinar situações típicas de períodos de aceleração, partindo do repouso, seguidas de velocidade constante no plano e em aclive, tendo em vista atender os limites dos componentes considerados.

A troca de baterias supõe o emprego de LiNiCoAlO_2 (NCA) cuja densidade de energia é 260 Wh/kg de acordo com http://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion (consultado em 28/07/17) e resulta em um banco de 43,38 kg tendo em vista realizar a avaliação da troca de baterias.

Desta maneira, foram selecionadas duas simulações consideradas decisivas para as comparações realizadas que se basearam na condição de menor amplificação de torque, isto é, da 4ª marcha igual a 4,4. A Simulação 1 refere-se ao comportamento do sistema de tração, deslocando-se no plano, sem vento, partindo do repouso com aceleração de 1 m/s^2 e atingindo velocidade de 50 km/h em trecho com distância total de 1050 m. A Simulação 2 refere-se a um deslocamento sem vento em aclive de 13 graus, partindo do repouso com aceleração de 1 m/s^2 e atingindo a velocidade de cruzeiro de 20 km/h, com distância total de 40 m.

Os resultados obtidos são apresentados nas figuras 3 a 12 a seguir, que ilustram o comportamento instantâneo da velocidade, força de tração, torque aplicado às rodas e pelo motor bem como a sua potência em relação ao tempo para as simulações 1 e 2, tanto com baterias chumbo-ácido como Li-íon:

Figura 3 - Comportamento da Velocidade na Simulação 1.

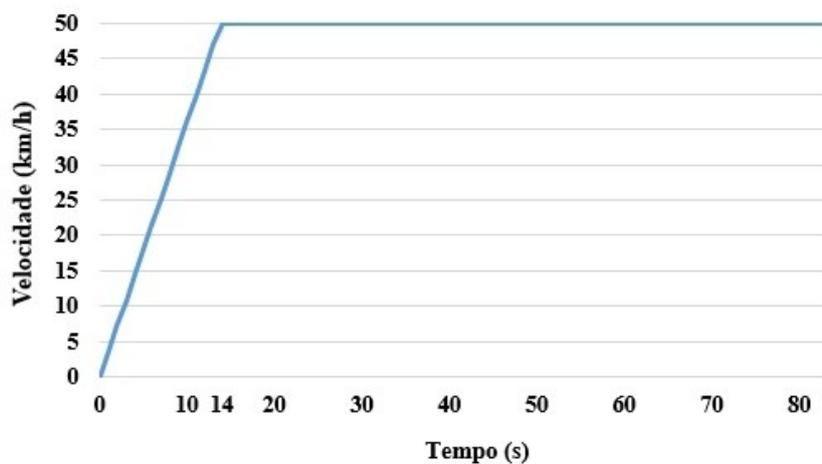


Figura 4 - Comportamento da Força de Tração na Simulação 1.

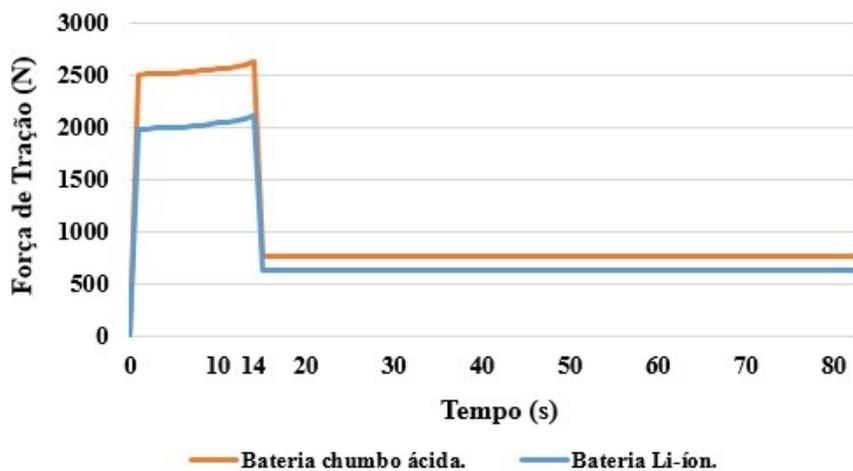


Figura 5 – Comportamento do Torque Aplicado às Rodas na Simulação 1.

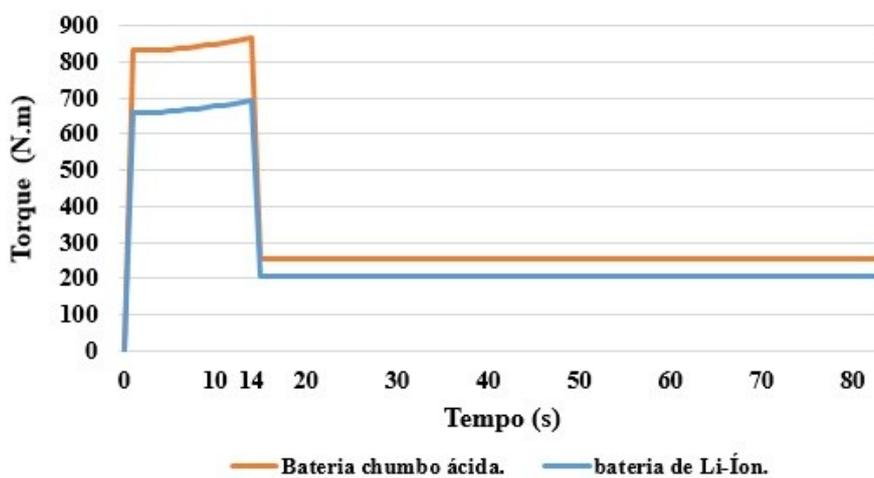


Figura 6 - Comportamento do Torque Aplicado pelo Motor na Simulação 1.

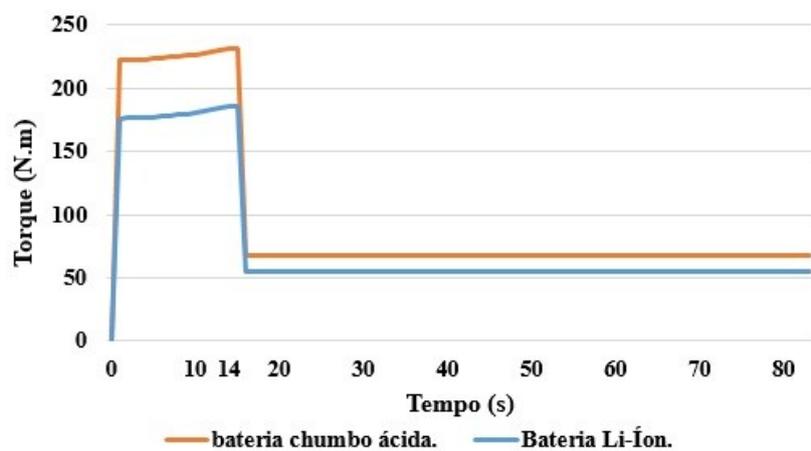


Figura 7 – Comportamento da Potência Desenvolvida pelo Motor na Simulação 1.

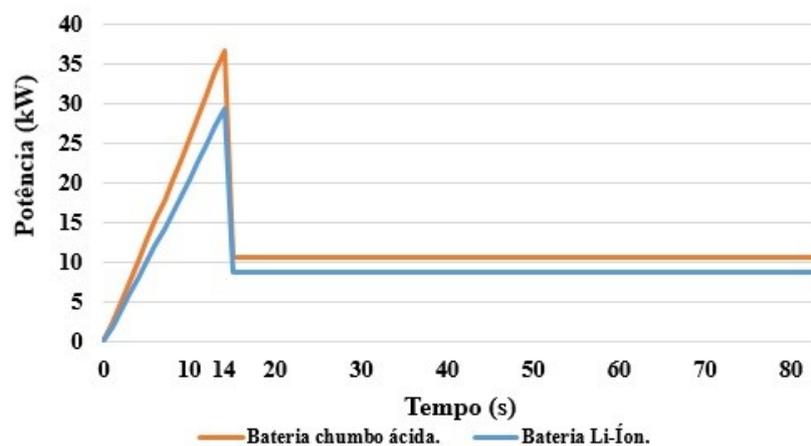


Figura 8 - Comportamento da Velocidade na Simulação 2.

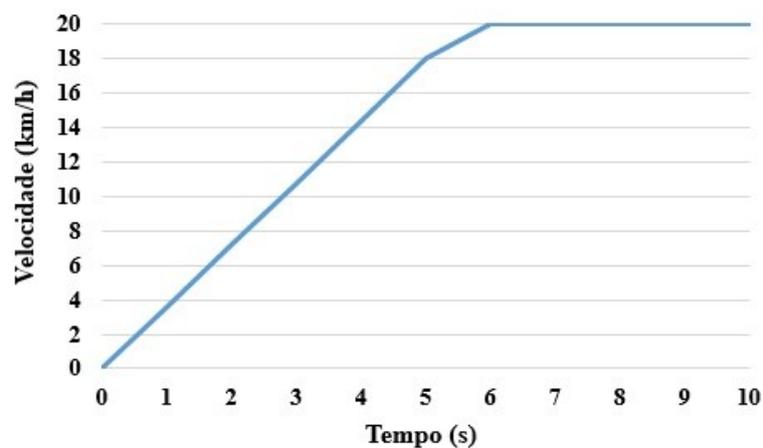


Figura 9 - Comportamento da Força de Tração na Simulação 2.

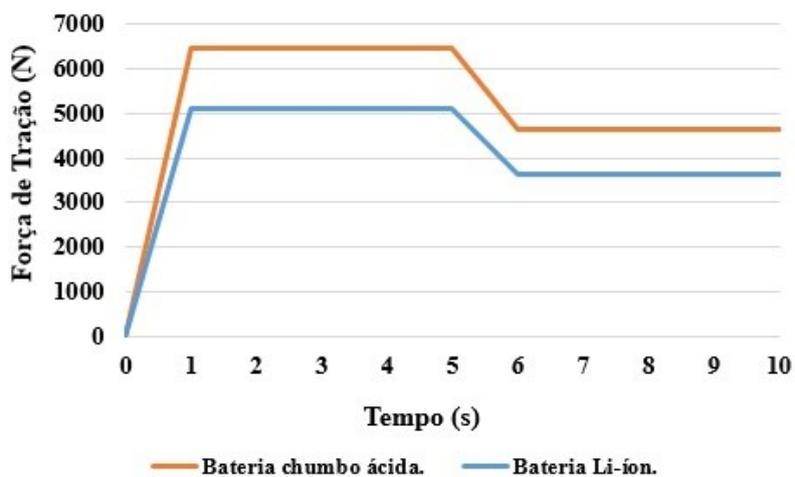


Figura 10 – Comportamento do Torque Aplicado às Rodas na Simulação 2.

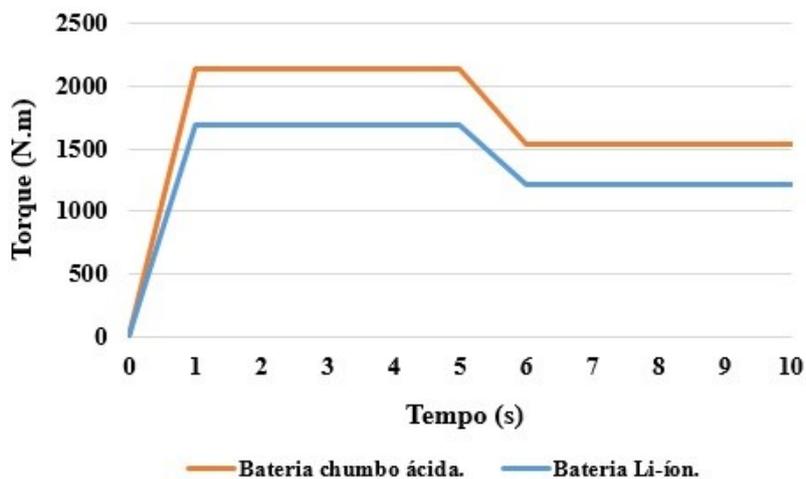


Figura 11 – Comportamento do Torque Aplicado pelo Motor na Simulação 2.

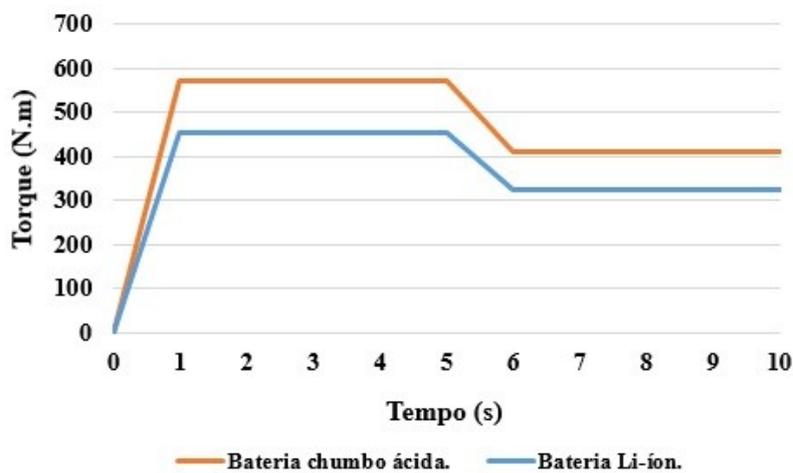
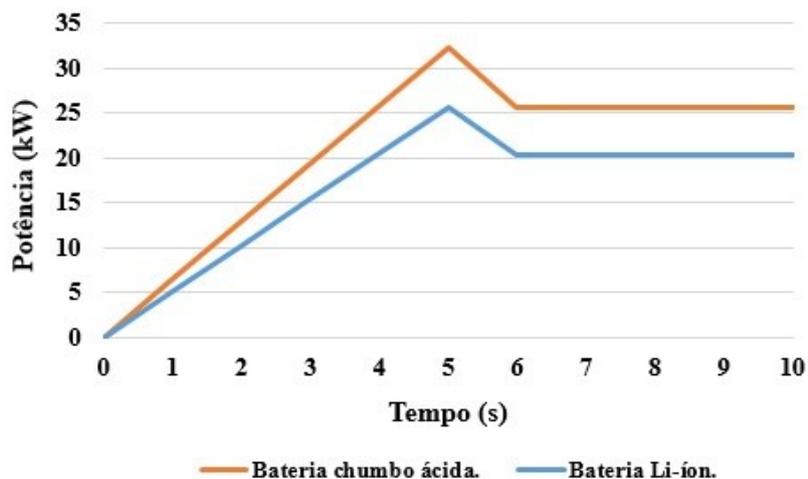


Figura 12 - Comportamento da Potência Desenvolvida pelo Motor na Simulação 2.



A Tabela 2 apresenta uma síntese dos resultados extraído-se das simulações os valores máximos comparativos, em 4ª marcha, das grandezas força de tração, torque aplicado às rodas e ao motor e potência do motor, relativos às simulações 1 e 2, tanto com baterias chumbo-ácido quanto Li-íon, bem como as estimativas de energia requeridas.

Tabela 2 – Valores Comparativos nas Simulações 1 e 2 em 4ª marcha.

Valores Comparativos	Simulação 1		Simulação 2	
	Pb-ácida	Li-íon	Pb-ácida	Li-íon
Força Máxima de Tração (N)	2639,45	2115,32	6477,30	5125,63
Torque Máximo Aplicado às Rodas (N.m)	866,70	694,60	2143,98	1696,48
Torque Máximo Aplicado ao Motor (N.m)	231,70	185,70	573,26	453,63
Potência Máxima do Motor (kW)	36,659	29,38	32,386	25,628
Energia Requerida da Bateria (kWh)	0,440	0,360	0,093	0,075

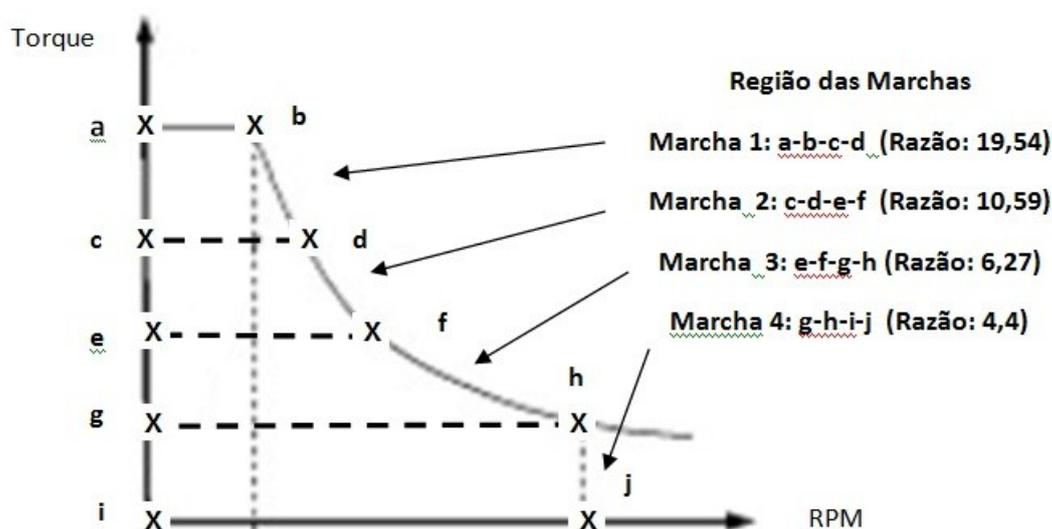
A análise dos valores apresentados na Tabela 2 constata que a troca de baterias propicia um alívio de praticamente 20% em todos os valores comparados, exceto a energia que foi de 18% para a Simulação 1. De maneira similar para a Simulação 2 encontrou-se 21% e 19% respectivamente. Há, portanto, considerável melhoria em termos do rendimento dos componentes elétricos em decorrência da menor corrente exigida nas situações examinadas. Levando-se em conta as limitações do torque nominal do motor, igual a 80,8 Nm, e do torque máximo de 150 Nm durante 20 s, os valores encontrados desta grandeza nas simulações com as baterias de Li-Íon foram examinados para relações da 1ª, 2ª, e 3ª marchas existentes na Kombi conforme indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Torques Aplicados Pelo Motor com Baterias de Lí-Íon nas Marchas 1 a 4.

Condições de Teste	Torques Aplicados pelo Motor em Cada Marcha Com Baterias de Li-Íon			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Simulação 1 Aceleração no Plano (50 km/h)	30,22	55,75	94,16	185,72
Simulação 2 Aceleração em Aclive (20 km/h)	102,14	188,47	318,32	453,63

Verifica-se através da Tabela 3 que a Simulação 1, é plenamente atendida até mesmo em 2^a marcha do ponto de vista do torque. A Simulação 2, mais crítica, pode ser atendida em 1^a marcha excedendo-se o torque nominal, porém com boa margem de segurança em relação ao torque máximo. Estas mesmas condições com a bateria chumbo-ácido conduziram a valores de torque iguais a 52,18 Nm e 96,28 Nm na Simulação 1, na 1^a e 2^a marchas, respectivamente. Na Simulação 2 os valores correspondentes com bateria chumbo-ácido seriam 129,09 Nm e 238,18 Nm. A Figura 13 ilustra o comportamento da envoltória do torque do motor elétrico e da sua rotação indicando as limitações impostas por conta das suas características técnicas com a inclusão da caixa de marchas. O ponto (a) corresponde a 150 Nm e a partir do ponto **b** a potência é constante.

Figura 13 - Ilustração do Comportamento do Torque com a Inclusão da Caixa de Marchas.



Com respeito à potência exigida do motor verifica-se que as condições impostas pelas Simulações 1 e 2, mesmo com bateria de Li-Íon, ainda assim ultrapassam a sua potência nominal. Esta menor sobrecarga poderá contribuir para que os níveis de aceleração e velocidade a serem atingidos em relação aos critérios originais do projeto, sejam menos afetados, de modo que a potência máxima do motor seja configurada dentro dos limites permissíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A iniciativa de conversão da Kombi para tração elétrica realizada pela UERJ e o CEFET-RJ constituiu um interessante desafio, isto é, combinar o material disponibilizado e integrá-lo a um veículo desativado da forma mais adequada para atingir o objetivo de servir de plataforma de experimentos. Esta característica vem proporcionando um balanço positivo do projeto expresso pela realização de diversos trabalhos e publicações tais como [KREMPSE, André R.; MELO, Ferreira R.; PECORELLI PERES, L.A., 2013] e [SOARES, David; RÊGO, F. Barros, PECORELLI PERES, L. A.; 2014], incluindo-se a introdução da tecnologia veicular elétrica como disciplina na formação de técnicos em automobilística no CEFET-RJ. Acrescente-se a contribuição ao projeto de extensão da UERJ, *Produção de Audiovisuais Educativos sobre Veículos Elétricos*. Um dos audiovisuais editados contou com a participação da equipe do CEFET-RJ e pode ser assistido em <https://www.youtube.com/watch?v=pzhLpbNyy2c>. Este vídeo mostra o projeto conjunto de conversão, a sua participação no Challenge Bibbendum Rio 2010 e descreve uma forma inovadora de responsabilidade social e ambiental. Apresenta ainda uma proposta de aprendizagem de sistemas de propulsão veicular elétrica em escolas técnicas, através da conversão de carros a combustão interna que poderão ser disponibilizados, por exemplo, a partir de veículos desativados de depósitos dos DETRANs. Ademais, constata-se o interesse do público, em geral, tendo em vista a participação da Kombi elétrica em exposições nas quais são divulgados conhecimentos sobre o tema abordado.

Os resultados encontrados a partir das simulações apresentadas no artigo são promissores. A avaliação da troca de baterias chumbo-ácido por lítio-íon da Kombi convertida para tração elétrica permite a redução da massa total do banco de baterias de 372,62 kg. Esta providência torna possível um melhor atendimento aos objetivos do projeto de conversão pela diminuição expressiva, da ordem de 20 %, dos valores máximos exigidos da força de tração do veículo, do torque e da potência. Além disto, há uma melhoria de

eficiência e desempenho em termos da expectativa de ampliação da autonomia de cerca de pelo menos 18%. Esta troca permitirá o aprimoramento da metodologia aplicada de simulação por meio de ensaios que apontem as discrepâncias em relação aos modelos e hipóteses formuladas.

Agradecimentos e Homenagem

Os autores expressam seus agradecimentos aos patrocinadores do projeto de conversão da Kombi. Ao suporte concedido pelas Sub-Reitorias de Extensão e Cultura SR-3, de Graduação SR-1 e pelo Programa de Apoio Técnico às Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão – PROATEC, da Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa – SR-2 aos bolsistas do Grupo de Estudos de Veículos Elétricos – GRUVE da Faculdade de Engenharia da UERJ que participaram da elaboração deste trabalho. Presta-se também uma homenagem póstuma ao ex Professor Washington da Costa do Núcleo de Tecnologia Automobilística – NTA do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET / RJ pelos seus inestimáveis esforços para o sucesso do projeto conjunto de conversão da Kombi e a sua persistente dedicação ao aprimoramento do ensino de tecnologia veicular elétrica.

REFERÊNCIAS

CHAN, C.C. et CHAU, K;T.; *Modern Electric Vehicle Technology*; Oxford Science Publications; 2001, 300 p. ISBN 8504160

COSTA, Washington da; *Metodologia para Conversão de Veículos Equipados com Motores a Combustão Interna para Ração Elétrica: Aplicação de Motor Síncrono de Ímã Permanente com Fluxo Magnético Radial a um Furgão*; Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2009.

LARMINIE, J. et LOWRY, J. *Electric Vehicle Technology Explained*. West Sussex. John Wiley & Sons. 2003. 296 p. ISBN 0-470-85163-5.

KREMPSER, André R.; MELO, Ferreira R.; PECORELLI PERES, L.A., 2013; *Infra-Estrutura para a Medição e Aquisição de Dados de Desempenho de Veículos Elétricos*. 9º Salão Latino Americano de Veículos Elétricos, Componentes e Novas Tecnologias; 10 a 12 de Setembro de 2013 - Expo Center Norte – São Paulo.

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, 2002.

PECORELLI PERES, L.A.; COSTA, Washington et al. *Análise e Estudos da Conversão de uma Kombi para Tração Elétrica. Projeto Conjunto da UERJ e CEFET – RJ; VE 2007 - 5º Seminário e Exposição de Veículos Elétricos A Bateria, Híbridos e de Célula Combustível*, promovido pela Associação Brasileira do Veículo Elétrico no Centro Cultural Light – Rio de Janeiro – RJ 25 e 26 de outubro de 2007.

SERRA, J. V. F. *Electric Vehicles: Technology, Policy and Commercial Development*. New York. Earthscan. 2012. 224 p.

SOARES, David; RÊGO, F. Barros, PECORELLI PERES, L. A. *Aplicativo para Estudos e Análise de Desempenho de Veículos Elétricos*, 10º Salão Latino-Americano de Veículos Elétricos, Componentes e Novas Tecnologias, São Paulo 4 a 6 de setembro de 2014.