



CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Silvio Carlos Aníbal de Almeida, silvioa@gmail.com¹

Felipe Lourenço Angelim Vieira, felipeangelim@poli.ufrj.br²

¹ DEM – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica da UFRJ, Ilha do Fundão, Centro de Tecnologia, sala G -201 Cidade Universitária, Cx. Postal: 68503,

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica da UFRJ, Ilha do Fundão, Centro de Tecnologia, sala G - 201 Cidade Universitária, Cx. Postal: 68503.

Resumo: Os veículos elétricos apresentam, como desvantagem, uma baixa autonomia, um alto custo e um longo tempo de recarga, que também são suas principais dificuldades para a inserção no mercado. No entanto, a tecnologia tem evoluído rapidamente. Nos EUA, a Tesla Motors, fundada em 2003, busca o desenvolvimento de carros sustentáveis e 100% elétricos. Um de seus modelos, o Modelo S, é alimentado por baterias de lítio-íon e apresenta uma autonomia de 426 quilômetros com a vantagem de, em estações providas de “Superchargers”, recarregar metade de sua capacidade de carga em apenas 20 minutos. Além disso, é capaz de fornecer uma aceleração de 0 a 100 km/h em 5,6 segundos. O presente trabalho faz um levantamento das características e simula o desempenho de um veículo Tesla Modelo S 85kWh. Para essa análise, foi utilizada a ferramenta PAMVEC (Parametric Analytical Model of Vehicle Energy Consumption), desenvolvida na Universidade de Queensland e atualizada pelo grupo de pesquisa de veículos alternativos da UFRJ. Essa ferramenta permite alterar as especificações das baterias e das plataformas veiculares, indicando a influência desses parâmetros no consumo energético, nas emissões e na autonomia. Desse modo, foi possível analisar os efeitos da autonomia no desempenho do veículo.

Palavras-chave: veículos elétricos, simulação de veículos

1. INTRODUÇÃO

O uso crescente de combustíveis fósseis tem levado a severas consequências ambientais como a redução do pH de oceanos (Laffoley et al, 2012; Xiangfeng Zeng et al, 2015), o risco de extinção de diversas espécies de corais (Kleypas et al, 2006) o derretimento de calotas polares e a baixa qualidade do ar em meio urbano (Eilstein, 2009; OCDE, 2014). Futuras emissões de gases podem ser evitadas com a adoção de veículos elétricos à bateria (VEBs). Esses veículos têm vantagens como a alta eficiência energética, baixo nível de ruído e emissão zero. Sua adoção vem sendo incentivada em diversas cidades nos Estados Unidos e na Europa, como parte da agenda para redução da poluição atmosférica e da emissão de gases de efeito estufa.

Apesar das vantagens, alguns obstáculos dificultam a popularização dos VEBs. O alto custo e a autonomia são as principais dificuldades. O problema do custo dos VEBs foi discutido por (Nykvist & Nilsson, 2015; Hidrue et al, 2011; Newbery & Strbac, 2015 e Carley et al, 2013). O problema da autonomia já é discutido por (Pearre et al, 2011) e por outros autores (Daziano, 2013; Franke et al, 2012; Knutsen & Willén, 2013; Carley et al, 2013 e Adepetu & Keshav, 2015).

Em 2012, um veículo elétrico desenvolvido pela Tesla Motors foi disponibilizado no mercado. Esse veículo tem uma autonomia de 426 km (265 milhas) e baixo tempo de recarga. O presente trabalho propõe uma modelagem para o veículo Tesla Modelo S e analisa a influência da autonomia na massa, no consumo energético, no custo por quilômetro e no custo do banco de baterias do veículo. Para a simulação, foi utilizada a ferramenta PAMVEC (Parametric Analytical Model of Vehicle Energy Consumption), desenvolvida na Universidade de Queensland (Simpson, 2005) e atualizada pelo grupo de pesquisa de veículos alternativos da UFRJ.

2. METODOLOGIA

2.1. Modelagem

A modelagem do veículo foi feita na ferramenta PAMVEC, baseada na plataforma Excel (Simpson, 2005). O PAMVEC permite analisar a variação da massa e do consumo energético do veículo em função do desempenho do veículo, das características das baterias, do tipo de ciclo de direção e de uma série de parâmetros que permitem realizar uma análise interativa. Dessa forma, é possível determinar o impacto do dimensionamento do banco de baterias no consumo do veículo, no custo por quilômetro e no custo do banco de baterias.

Um dos principais parâmetros que influenciam o desempenho de veículos é a massa. A massa do veículo é calculada conforme a Equação (1).

$$M_{curb} = M_{glider} + K_{struct} \times (M_{bat} + M_{motor} + M_{trans}) \quad (1)$$

Onde:

M_{curb} é a massa do veículo;

M_{glider} é a massa da carroceria;

K_{struct} é o fator de massa estrutural;

M_{bat} é a massa do banco de baterias;

M_{motor} é a massa do motor;

M_{trans} é a massa da transmissão.

O fator de massa estrutural K_{struct} corresponde à massa da estrutura necessária para o suporte do sistema de tração e transmissão do VEB. As massas do motor, da transmissão e da carroceria são fornecidas como dado de entrada no PAMVEC. A massa do banco de baterias é calculada conforme a Equação (2):

$$M_{bat} = \max\left[\frac{Aut \times EC}{SE}; \frac{P_{motor}}{\mu_{motor} \times SP}\right] \quad (2)$$

Onde:

M_{bat} é a massa da bateria;

P_{motor} é a potência máxima do motor;

μ_{motor} é a eficiência do motor elétrico;

SP é a potência específica da bateria;

Aut é a autonomia estimada;

EC é a energia média gasta por quilômetro;

SE é a energia específica da bateria.

A massa de baterias será o valor máximo entre a massa necessária para atender a autonomia e a massa necessária para atender a potência do motor. Dessa forma, ela será suficiente para atender tanto a demanda de potência do motor quanto a autonomia do veículo.

Para calcular o consumo energético de um veículo, deve-se determinar a potência dissipada para o seu tracionamento. A potência total necessária para tracionar o veículo é calculada conforme a Equação (3):

$$P = P_{bat} + P_{rech} + P_{argelosses} \quad (3)$$

Onde:

P é a potência média dissipada pelo veículo ao longo do ciclo de direção;

P_{bat} é a potência média fornecida pelas baterias;

P_{rech} é a potência média dissipada na recarga;

A potência fornecida pelo banco de baterias (Equação (4)) é a soma da potência dissipada pelo atrito, da potência dissipada pelos freios, da potência dissipada devido a ineficiência dos componentes da transmissão do veículo e da bateria:

$$P_{bat} = P_{wheel} + P_{brake} + P_{acessory} + P_{drivelosses} + P_{batlosses} \quad (4)$$

Onde:

P_{wheel} é a potência média dissipada para a roda;

P_{brake} é a potência média dissipada pelos freios;

$P_{acessory}$ é a potência média dissipada pelos acessórios;

$P_{drivelosses}$ é a potência média dissipada na transmissão;

P_{bat} é a potência média fornecida pelas baterias;

$P_{batlosses}$ é a potência média dissipada pelas baterias;

O consumo energético é então calculado conforme a Equação (5):

$$E_{consumption} = \frac{P}{V_{avg} \times \mu_{recharge}} \quad (5)$$

Onde:

P é a potência média dissipada pelo veículo;

V_{avg} é a velocidade média do ciclo;

μ_{recharge} é a eficiência de recarga da bateria.

O custo por quilômetro do VEB é função do consumo energético e do custo da energia elétrica da rede, como apresentado na Equação (6).

$$Cost = E_{consumption} \times C \quad (6)$$

Onde:

C é o custo da energia elétrica;

Cost é o custo por quilômetro;

E_{consumption} é o consumo energético por quilômetro.

Outro parâmetro importante é o custo do banco de baterias. O banco de baterias é responsável por grande parte do custo dos veículos elétricos. Assim, é um dos principais obstáculos para a redução do preço dos VEBs e para a adoção dos veículos elétricos pelos consumidores. O custo do banco de baterias é calculado a partir da energia armazenada pelas baterias e do custo de produção das baterias por quantidade de energia:

$$B_{cost} = B_{energy} \times C_{prod} \quad (7)$$

Onde:

B_{cost} é o custo do banco de baterias;

B_{energy} é a quantidade de energia armazenada no banco de baterias;

C_{prod} é o custo de produção das baterias por quantidade de energia.

2.2. Descrição do veículo

O Tesla Modelo S 85 kWh Rear Wheel Drive é energizado por um banco de baterias de lítio-íon da Panasonic (Anderman, 2014). As características do veículo modelado e da bateria são descritas na Tab. I.

TABELA I. Dados de entrada sobre a configuração veicular do Tesla Modelo S.

Vehicle Platform	Inputs	Performance Targets	Inputs	Battery Specifications	Inputs
Massa da carroceria (m _{glider}) ^a	1490 kg	Aceleração: 0 to 100 km/h ^c	5,6 s	Densidade energética ^d	630 Wh/l
Fator de inércia do veículo (k _m) ^b	1,1	Velocidade máxima ^c	225 km/h	Energia específica ^d	233 Wh/kg
Fator de massa estrutural (k _{struct}) ^b	1,15	Autonomia ^c	426 km	Potência específica ^a	650 W/kg
Coefficiente de arrasto aerodinâmico (C _D) ^c	0,24			Eficiência ^e	90%
Área frontal	3,14 m ²				
Coefficiente de resistência ao rolamento (C _{RR}) ^b	0,007			Eficiência de recarga ^c	92%
Massa da carga (duas pessoas) ^a	150 kg				
Acessórios ^a	200 W				

^aValores estimados pelo autor

^bSimpson, 2005

^cTesla Motors

^dAnderman, 2014

^eGerssen-Gondelach & Faaij, 2012

O Tesla Modelo S está disponível no mercado automotivo desde 2012 e em 2015 foi o BEV mais vendido nos Estados Unidos (Statista, 2016). A escolha deste veículo para a simulação se baseou na extensa rede proporcionada para recarga, no número de vendas globais do modelo, na elevada autonomia comparada com outros modelos do mercado e pela rápida recarga quando conectado à rede de Superchargers (50% de carga das baterias pode ser feito em 20 minutos).

2.3. Hipóteses

Em grande parte dos estudos sobre o interesse de motoristas na adoção de veículos elétricos, a autonomia e o custo são listados como principais obstáculos. Embora o desempenho também seja citado como uma das preocupações, a autonomia permanece como uma das principais barreiras (Carley et al, 2013). Neste trabalho, considerou-se que:

- com relação a adoção dos veículos elétricos pela população, a autonomia é um obstáculo maior do que a potência (aceleração, velocidade máxima). Dessa forma, a massa de baterias será determinada a partir da autonomia do veículo e de sua energia específica;

- a potência, por consequência, não será fator limitante da massa de baterias. Caso a massa de baterias não seja suficiente para fornecer a potência calculada a partir dos dados de entrada fornecidos (aceleração, velocidade máxima), assume-se que a potência do veículo foi reduzida. A Equação (2) pode ser então reduzida à Equação (8):

$$M_{bat} = \frac{Aut \times EC}{SE} \quad (8)$$

Onde:

M_{bat} é a massa de baterias;

Aut é a autonomia do veículo;

EC é o consumo energético médio durante o ciclo de direção;

SE é a energia específica.

O que acontece no Tesla Modelo S, de fato, é que a potência do veículo é limitada pela quantidade de baterias. No modelo Tesla Model S 70 kWh RWD, embora o motor utilizado possua uma potência de 382 hp, a potência máxima capaz de ser fornecida pelo motor é de 315 hp (Tesla Motors). Nem toda potência do motor é aproveitada pelo veículo, visto que a massa de baterias é fator limitante.

Neste trabalho, “Tesla Modelo S original” se refere ao Tesla Modelo S 85kWh Rear Wheel Drive. O custo da energia elétrica é o custo residencial médio do Brasil, segundo a ANEEL.

3. RESULTADOS

Há diversos estudos sobre autonomia ideal de veículos elétricos. Atualmente, pode-se encontrar tanto pequenos veículos elétricos no mercado com autonomia inferior a 100 quilômetros, quanto VEBs com mais de 300 quilômetros de autonomia. O trabalho de N.S. Pearre et al conclui que 165 quilômetros seriam suficientes para atender o deslocamento 9% da frota de veículos em Atlanta durante um ano. Uma autonomia de 250 quilômetros seria suficiente para aproximadamente 20% da frota de veículos, e 500 quilômetros para aproximadamente 50%. A autonomia é um fator decisivo para o consumidor e também para a montadora, visto que, maior a autonomia, maior a massa de baterias e o seu custo.

Neste item será analisada a influência desse parâmetro na massa de baterias, no consumo energético, no custo por quilômetro e no custo do banco de baterias. Os resultados mostrados a seguir foram calculados variando-se apenas a autonomia e mantendo-se constantes os outros valores da Tab. I.

3.1. Autonomia e a massa do veículo

A massa do banco de baterias tem forte influência sobre a massa total do veículo e sobre o consumo energético. A energia específica das baterias (233 Wh/kg para a bateria Panasonic NCA) é consideravelmente menor que a energia específica da gasolina (~12000 Wh/kg). Isso faz com que as baterias representem uma grande parcela da massa de um VEB, em comparação à contribuição do combustível para a massa de um veículo de combustão interna.

A Fig. 1 analisa a influência da autonomia do veículo Tesla Modelo S em sua massa total (M_{curb}) e na massa do banco de baterias (M_{bat}). A linha vertical tracejada indica o valor da autonomia do veículo original (426 km). Nessa condição, a massa do banco de baterias calculada pelo PAMVEC é 401 kg e relação das massas (M_{bat}/M_{curb}) é 18%.

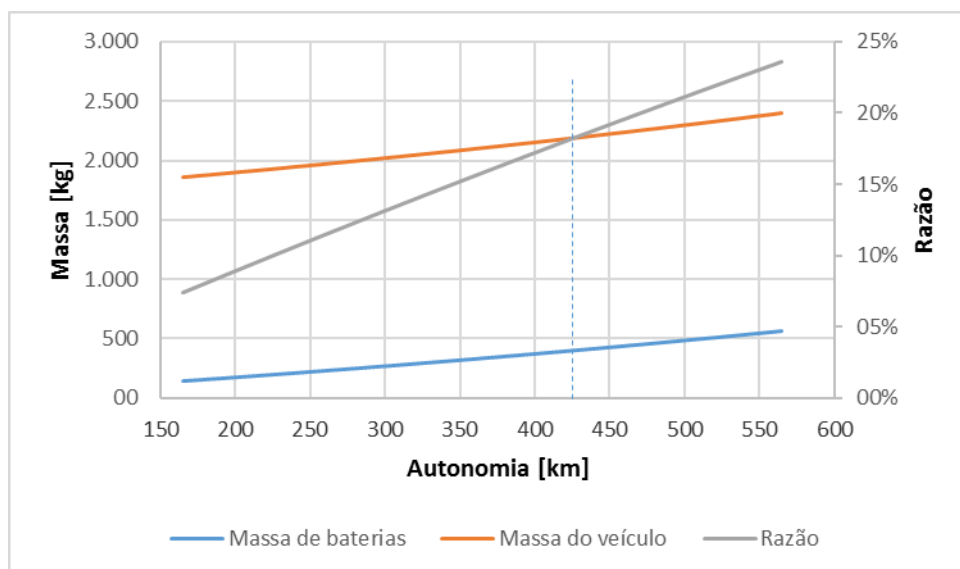


Figura 1. Análise da influência da autonomia na massa de baterias e na massa do veículo.

A análise mostra que quanto maior a autonomia, maior é a massa do banco de baterias. Comparando o resultado para dois valores, 250 e 500 quilômetros, a relação M_{bat}/M_{curb} aumenta de 11.1% para 21.2%, ou seja, praticamente dobra (conferir Tab. II).

Tabela II. Valores de massa do veículo e das baterias para diferentes autonomias.

Autonomia	M_{bat} [kg]	M_{curb} [kg]	Razão
165 km	139	1,863	7.4%
250 km	218	1,962	11.1%
500 km	487	2,300	21.2%

3.2. Autonomia, consumo energético e custo por quilômetro

O consumo energético é outro fator importante para um veículo elétrico. O baixo consumo é capaz de reduzir o custo total de vida de um VEB frente a outro veículo convencional, possivelmente compensando o alto custo inicial. A Fig. 2 apresenta a influência da autonomia no consumo de energia e no custo por quilômetro do veículo Tesla Modelo S. O veículo original, capaz de fornecer 426 quilômetros em uma carga, tem um consumo energético de 0.238 kWh/km e um custo por quilômetro de 0.026 US\$/km.

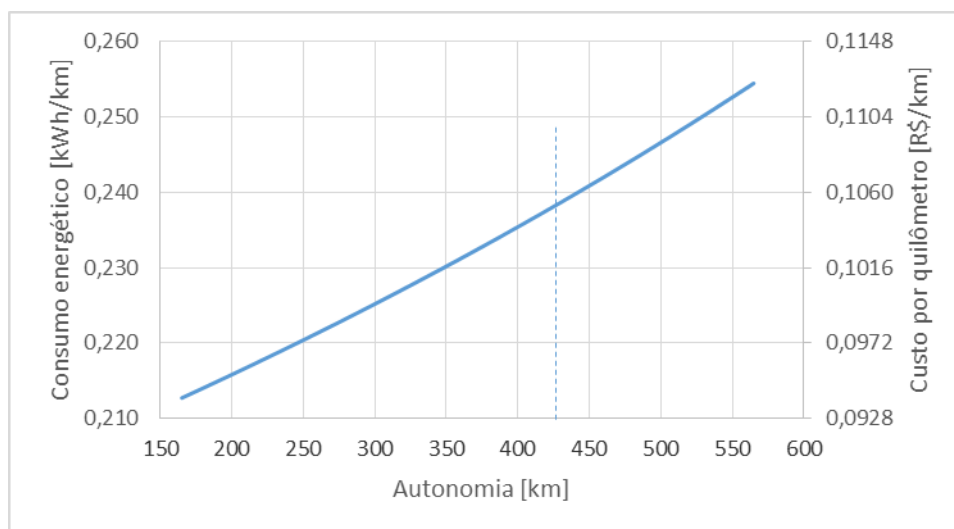


Figura 2. Análise da influência da autonomia no consumo energético e no custo por quilômetro.

Observa-se que o consumo energético do veículo cresce proporcionalmente à autonomia devido ao aumento da massa do veículo. Para 250 km de autonomia, o veículo Tesla Modelo S apresenta um consumo 0.220 kWh/km ou um custo de 0.024 US\$/km. Um veículo Tesla Modelo S hipotético com 500 km de autonomia possui um consumo energético de 0.247 kWh/km ou 0.027 US\$/km. A análise implica que a relação entre consumo e autonomia é aproximadamente linear, com uma taxa de variação de cerca de 0,010 kWh/km no consumo energético e de 0,004 R\$/km no custo para cada 100 quilômetros adicionais de autonomia.

3.3. Autonomia e o custo do banco de baterias

O alto preço dos veículos elétricos é apontado como uma de suas grandes limitações. Particularmente, as baterias são as principais responsáveis por dificultar a redução do preço dos VEBs no mercado. A Figura 3 é uma análise do custo final do banco de baterias do veículo Tesla Modelo S em função da autonomia e do custo de produção por kWh. Na Figura 3 e na Tabela III, pode-se ver que o custo total aumenta com a autonomia. Isso ocorre pois uma maior autonomia exige maior energia armazenada, isto é, maior quantidade de baterias.

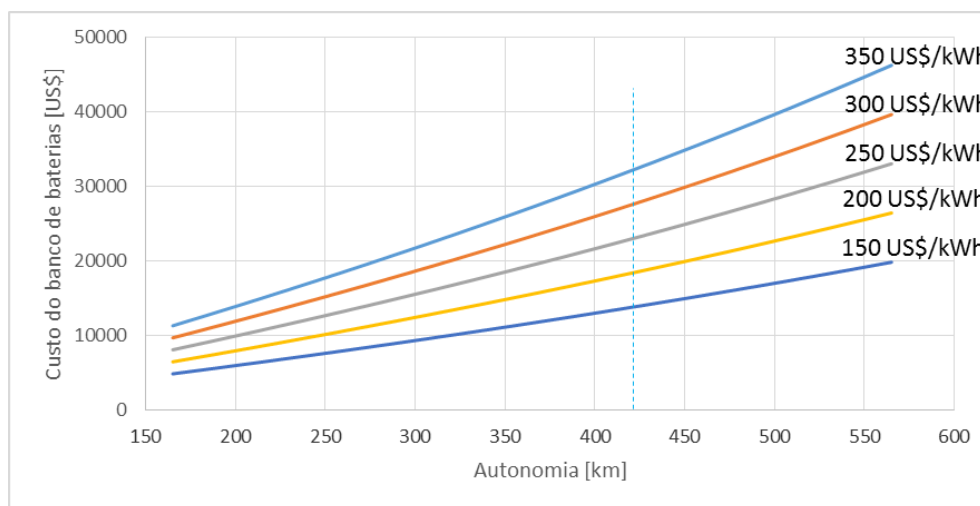


Figura 3. Análise da influência da autonomia no custo do banco de baterias.

Tabela III. Custo do banco de baterias para diferentes valores de autonomia e custo de produção por quantidade de energia.

Autonomia	Custo do banco de baterias			
	300 US\$/kWh (US\$)	250 US\$/kWh (US\$)	200 US\$/kWh (US\$)	150 US\$/kWh (US\$)
165 km	9 687	8 072	6 458	4 843
250 km	15 208	12 673	10 138	7 604
500 km	34 033	28 361	22 689	17 017

Uma dificuldade para estimar sem incertezas o custo do banco de baterias de um veículo é o fato do custo de produção, em geral, não ser conhecido. Entretanto, foi estimado por Nykvist e Nilsson que, em 2014, o custo médio de produção do banco de baterias dos principais VEBs do mercado foi de 300 US\$/kWh. Adotando-se a estimativa de Nykvist e Nilsson, o custo simulado do banco de baterias do Tesla Modelo S original é US\$ 28 010. A mesma referência permite estimar o custo de aproximadamente 250 US\$/kWh para o ano de 2016. De acordo com essa estimativa, o custo para o banco de baterias do veículo é US\$ 23,342, isto é, 29.1% do preço de mercado do veículo.

Diversos estudos consideram que veículos elétricos se tornam viáveis frente aos veículos de combustão interna para valores de custo do banco de baterias abaixo de 150 US\$/kWh (Nykvist & Nilsson, 2015; USABC, 2014 e Hummel, 2014). Segundo esse valor, o custo do banco de baterias do Tesla Modelo S original é US\$ 14 005.

4. CONCLUSÕES

A autonomia dos veículos elétricos é apontada como um dos principais obstáculos para a adaptação de motoristas a essa tecnologia. A pesquisa feita por Carley et al permite dizer que autonomia é considerada a maior desvantagem dos BEVs por muitos motoristas de grandes cidades dos EUA.

O nosso estudo analisou a influência da autonomia nos seguintes parâmetros do veículo elétrico: massa, consumo energético, custo por quilômetro e custo do banco de baterias. A autonomia apresentou uma relação diretamente proporcional à esses parâmetros.

A massa de baterias é fortemente influenciada pela autonomia. Para 250 quilômetros, a massa do banco de baterias é 218 kg. Para 500 quilômetros, a massa do banco de baterias é 487 kg, representando 21,2% da massa do veículo. Nesse sentido, o peso das baterias contribui no consumo energético dos VEBs. O avanço da energia específica das baterias, isto é, a capacidade total de energia que elas podem reter por unidade de massa, deve amenizar a participação da massa de baterias na massa total do veículo.

O baixo consumo energético do veículo Tesla Modelo S se manifestou como uma vantagem dessa tecnologia. O Tesla Modelo S 85 kWh apresentou um consumo de energia de 0,238 kWh/km. Em outras palavras, é possível se deslocar por 4,2 km para cada kWh fornecido em recarga.

O aumento da autonomia do VEB influencia pouco o custo por quilômetro e o consumo. A cada 100 quilômetros adicionais de autonomia, há um acréscimo de 0,010 kWh/km no consumo de energia e de apenas 0,004 R\$/km no custo por quilômetro.

No entanto, o custo do banco de baterias é fortemente influenciado pela autonomia. Considerando um custo de produção de 250 US\$/kWh, elevar a autonomia do veículo em 100 quilômetros determina um aumento de US\$ 6 230 no custo do banco de baterias.

Nesse sentido, o custo do banco de baterias ainda é um obstáculo para a popularização dos VEBs. Embora seja necessário aumentar a autonomia dos veículos elétricos para atender o deslocamento de uma parcela de motoristas, isso significa elevar o preço do veículo no mercado. Com a redução do custo de produção das baterias, será possível o desenvolvimento de VEBs com um custo acessível e, ao mesmo tempo, com autonomia suficiente para oferecer à população uma alternativa sustentável aos veículos de combustão interna.

5. REFERÊNCIAS

- Adepetu, A., & Keshav, S., 2015, "The relative importance of price and driving range on electric vehicle adoption: Los Angeles case study", *Transportation*, pp. 1-21.
- Anderman, M., 2014, "The Tesla Battery Report. Tesla Motors: Battery Technology, Analysis of the Gigafactory, and the Automakers' Perspectives", *Advanced Automotive Batteries*.
- Carley, S., Krause, R. M., Lane, B. W., & Graham, J. D., 2013, "Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large US cities", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 18, pp. 39-45.
- Daziano, R. A., 2013, Conditional-logit Bayes estimators for consumer valuation of electric vehicle driving range. *Resource and Energy Economics*, Vol. 35, No. 3, pp. 429-450.
- Eilstein, D., 2009, "Exposition prolongée à la pollution atmosphérique et mortalité par pathologies respiratoires", *La Revue des Maladies Respiratoires*, Vol. 26, No. 10, pp. 1046-1158.
- Franke, T., Neumann, I., Bühler, F., Cocron, P., & Krems, J. F., 2012, "Experiencing range in an electric vehicle: Understanding psychological barriers", *Applied Psychology*, Vol. 61, No 3, pp. 368-391.
- Gerssen-Gondelach, S. J., & Faaij, A. P., 2012, "Performance of batteries for electric vehicles on short and longer term", *Journal of power sources*, Vol. 212, pp. 111-129.
- Hidrué, M. K., Parsons, G. R., Kempton, W., & Gardner, M. P., 2011, "Willingness to pay for electric vehicles and their attributes", *Resource and Energy Economics*, Vol. 33, No. 3, pp. 686-705.
- Hummel, P., 2014, "Will solar, batteries and electric cars re-shape the electricity system?", UBS, Global Research.
- Kleypas, J.A., R.A. Feely, V.J. Fabry, C. Langdon, C.L. Sabine, and L.L. Robbins, 2006, "Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research", report of a workshop held 18-20 April 2005, St. Petersburg, FL, sponsored by NSF, NOAA, and the U.S. Geological Survey, 88 pp.
- Knutsen, D., & Willén, O., 2013, "A study of electric vehicle charging patterns and range anxiety".
- Laffoley, D. d'A., and Baxter, J.M. (eds), 2012, "Ocean Acidification: The knowledge base 2012. Updating what we know about ocean acidification and key global challenges", European Project on Ocean Acidification (EPOCA), UK Ocean Acidification Research Programme, (UKOA), Biological Impacts of Ocean Acidification (BIOACID) and Mediterranean Sea Acidification in a Changing Climate (MedSeA), 8pp.
- Newbery, D., & Strbac, G., 2015, "What is needed for battery electric vehicles to become socially cost competitive?", *Economics of Transportation*.
- Nykqvist, B., & Nilsson, M., 2015, "Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles", *Nature Climate Change*, Vol. 5, No. 4, pp. 329-332.
- OECD, 2014, "Reviewing the evidence on and calculating the cost of the health impacts of air pollution", in OECD, *The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport*, OECD Publishing, Paris.
- Pearre, N. S., Kempton, W., Guensler, R. L., & Elango, V. V., 2011, "Electric vehicles: How much range is required for a day's driving?" *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 19, No. 6, pp. 1171-1184.
- Simpson, A., 2005, "Parametric modeling of energy consumption in road vehicles", Ph.D Thesis, University of Queensland, Australia.

- Statista, 2016, “Best-selling all-electric cars in the United States in 2015, based on sales (in units)”. Disponível em: <http://www.statista.com/statistics/257966/best-selling-electric-cars-in-the-united-states/>. Acessado em: 5 de março de 2016
- Tesla Motors, Premium Electric Vehicles, Disponível em : <<http://www.teslamotors.com/>>. Acessado em: 21 de março de 2016.
- USABC, United States Advanced Battery Consortium, “Goals for Advanced Batteries for EVs”. Disponível em: http://uscar.org/guest/article_view.php?articles_id=85. Acessado em: 5 de fevereiro de 2016.
- Xiangfeng Zeng, Xijuan Chen, Jie Zhuang, 2015, “The positive relationship between ocean acidification and pollution”, Marine Pollution Bulletin, Vol. 91, No 1, pp. 14-21.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

ELECTRIC VEHICLE MODELLING AND SIMULATION

Silvio Carlos Aníbal de Almeida, silvioa@gmail.com¹
Felipe Lourenço Angelim Vieira, felipeangelim@poli.ufrj.br²

¹DEM – Department of Mechanical Engineering, Federal University of Rio de Janeiro, POLI/UFRJ, Ilha do Fundão, Centro de Tecnologia, sala G -201 Cidade Universitária, Cx. Postal: 68503.

²Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), POLI/UFRJ, Ilha do Fundão, Centro de Tecnologia, sala G -201 Cidade Universitária, Cx. Postal: 68503.

Abstract. *Electric vehicles have disadvantages such as limited driving range, high cost and slow recharging. However, the technology has been evolving. Tesla Motors, founded in 2003, aims to develop sustainable and 100% electric cars. One of the company's models, the Model S, is powered by lithium-ion batteries and has 265 miles of driving range with the advantage of being able to recharge half of the battery capacity within 20 minutes. In addition, the vehicle is able to accelerate from 0 to 100 km/h in 5,6 seconds. This work simulates the performance of the vehicle Tesla Model 85 kWh. In order to evaluate the vehicle performance, it was used the software PAMVEC (Parametric Analytical Model of Vehicle Energy Consumption), developed at Queensland University and updated by the sustainable vehicles research group of UFRJ. The software allows changings on the specifications of the batteries and the vehicle platform, indicating the influence of these parameters on energy consumption, emissions and cost. Thereby, the effects of driving range on the vehicle performance were analyzed.*

Keywords: *electric vehicles, vehicle simulation*