

## VIABILIZANDO O USO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO TRANSPORTE DE CARGA NO BRASIL

**Leandro Rocha Barros**

**Márcio de Almeida D'Agosto**

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Engenharia de Transportes

### RESUMO

O transporte de cargas é economicamente vital para a sustentação de qualquer sociedade, e com a urbanização cada vez maior, seus valores de demanda só tendem a aumentar, o que leva a preocupações sobre as fontes de energia utilizadas pelos veículos, que ao decorrer dos anos poluíram o Meio Ambiente e contribuíram para o agravamento do efeito estufa. Os veículos elétricos surgem como a melhor alternativa para um frete urbano sustentável, mas apesar de seus inúmeros benefícios, ainda enfrentam diversas barreiras que impedem a sua evolução no mercado. O trabalho visará propor soluções para resolver essas desvantagens e definir qual o porte do veículo e a forma de recarga adequados às diferentes operações de transporte de carga e após isso, sugerir políticas públicas para promover a expansão dos veículos elétricos no transporte de carga e implantar a infraestrutura necessária para um adequado funcionamento para todos os operadores do negócio.

### 1. PROPOSTA DE PESQUISA

Com a urbanização, o crescimento populacional e o desenvolvimento cada vez maiores das grandes cidades por todo o mundo e por consequência a expansão da circulação de veículos e bens nas vias urbanas, o transporte de cargas se tornou um suporte vital para atender as necessidades da população e promover o desenvolvimento social e econômico dos países, sendo um fator de grande importância no PIB (Produto Interno Bruto) das nações e levou também a um grande aumento na demanda de energia. Todavia, tal crescimento não foi acompanhado de um desenvolvimento ambientalmente sustentável e as emissões de poluentes e gases do efeito estufa (GEE) atingiram valores alarmantes, o que levou à preocupação global sobre suas consequências para o planeta, sendo as principais delas as mudanças climáticas verificadas e a maior ocorrência de eventos extremos, como furacões, tempestades e desertificações em decorrência do aquecimento global. Um dos motivos que levou a esta situação é a predominância do modo rodoviário de frete, com 67% de todo o volume no Brasil (Vaz *et al.*, 2015).

Liimatainen *et al.* (2019) comentaram que mundialmente, as emissões de CO<sub>2</sub> dos transportes chegam 9 trilhões de toneladas anuais e o transporte de carga é responsável por pouco menos da metade das emissões do setor, mas há uma tendência de crescimento das emissões entre 56% e 70%, devido ao grande crescimento esperado na demanda, o que compromete os avanços obtidos na eficiência energética. O dióxido de carbono é responsável por quase 83% das emissões de GEE do transporte rodoviário no mundo (Zhao *et al.*, 2019). Nicolaidis *et al.* (2018b) falaram que o setor de transporte rodoviário de cargas é mais difícil de descarbonizar do que o transporte pessoal e este é outro motivo pelo qual a maioria das estratégias de descarbonização prevê que a proporção do total de emissões de gases do efeito estufa devido ao frete rodoviário aumentará significativamente no futuro. Concluem então que um progresso substancial em direção a um transporte mais sustentável requer uma contribuição significativa do setor de frete.

Tratados internacionais, como o protocolo de Kyoto (1992) e o acordo de Paris (2015) estipularam um limite de toneladas de carbono que os países podem emitir na atmosfera, dessa forma cada um deles precisa definir um limite de emissão de CO<sub>2</sub> pelos setores, como industrial e de transportes, sendo o segundo o único que vem aumentando seus níveis de emissões desde 1990 (Kawakami *et al.*, 2018). Avanços nesse objetivo já são percebidos, como a tendência da substituição dos combustíveis fósseis pela eletricidade na área da mobilidade. Talebian *et al.* (2018) afirmaram que a eletrificação pode resultar numa redução das emissões de GEE em larga escala se a energia for gerada a partir de recursos renováveis ou se as instalações de produção estiverem equipadas com tecnologias de captura de carbono.

A eletrificação vem surgindo como a principal alternativa para melhorar a eficiência energética e reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e de GEE e a poluição sonora, tendo sido vendidos 2 milhões de veículos elétricos no mundo em 2016 (Kawakami *et al.*, 2018), valor em ascensão, mas ainda bem abaixo do ideal. Além disso, o estudo da eletrificação do frete urbano ficou relegado a terceiro plano em comparação com os veículos elétricos destinados ao transporte de passageiros e principalmente com os carros particulares, onde já apresentam grande impacto no planejamento urbano de transportes e formulação de políticas públicas, e o trabalho buscará mostrar quais as barreiras ainda existentes para o crescimento dos veículos elétricos no transporte de cargas e propor soluções para resolver estes entraves.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Historicamente, os veículos rodoviários são movidos por um motor a combustão interna, mais frequentemente a gasolina ou a diesel, e a queima na câmara de combustão gera gases do efeito estufa (GEE) e poluentes atmosféricos expelidos pelo escapamento. Além disso, emitem altos níveis de poluição sonora, que no caso de operações específicas, como os coletores de lixo, pode levá-los a perda parcial ou total da audição com o decorrer do tempo. Com a busca cada vez maior por sustentabilidade, os veículos elétricos surgem como alternativa, com seu sistema apresentando maior eficiência, entre 59 a 62% contra 17 a 21% (Vaz *et al.*, 2015), que corresponde ao percentual de energia química transformado em energia útil para o veículo.

Além disso, não emitem poluição atmosférica pelo tubo de escape; emitem ruídos praticamente imperceptíveis; possuem menores custos operacionais e de manutenção quando este não inclui a substituição da bateria, já que a bateria, o motor e a eletrônica exigem poucos reparos, além de possuírem um número bastante inferior de peças móveis sujeitas a desgaste; não consomem energia quando parados no trânsito; possuem motor e sistema de transmissão mais leves; sua aceleração é mais rápida, devido à maior eficiência energética e ao deslocamento suave dos motores elétricos; apresentam menores consumo e custo de energia por km percorrido e são mais fáceis de serem conduzidos devido a não possuírem sistema de embreagem.

O objetivo geral é aproveitar o potencial do veículo elétrico e com isso, estabelecer condições que viabilizem o seu uso no transporte de carga, como por exemplo incentivos financeiros, já testados em alguns países na forma de subsídios, créditos, incentivos fiscais e isenções de taxas e impostos e na área da infraestrutura, com projetos de recarga e áreas destinadas a testes. Como medidas diretamente relacionadas aos veículos, melhorias aerodinâmicas e de desempenho dos motoristas, maior capacidade de carga, frenagem regenerativa (Nicolaidis *et al.*, 2018a); padronização dos equipamentos, instalações e normas (Talebian *et al.*, 2018), já que diferentes

conectores, tomadas e sistemas de pagamento complicam o processo de recarga, reduzindo assim o desejo das organizações de comprar caminhões elétricos em suas frotas (Wang e Thoben, 2017); e menor resistência ao rolamento de caminhões e veículos mais leves (Nicolaidis *et al.*, 2018b). Como fatores operacionais, melhorias na eficiência logística e roteamento, buscando minimizar a distância percorrida e os tempos de serviço e viagem e redução das viagens sem nenhuma carga. Todas essas medidas visam obter benefícios em cada um dos itens do quinteto que define a eficiência logística: tempo, espaço, veículo, combustível e motorista (Teoh *et al.*, 2016).

Na área de mercado há limitações, como uma pequena variedade de modelos de veículos, onde as montadoras devem receber incentivos para aumentarem suas produções neste ramo, proporcionando assim variadas opções de veículos capazes de satisfazer diferentes requisitos das empresas, apesar que o advento dos VEs já levou algumas grandes fabricantes de automóveis a investirem em suas vendas ou locações nos últimos anos. Outra dificuldade é o baixo número de oficinas para reparos e trocas de peças, muito distintas em relação aos veículos convencionais, o que ocorre devido a ser um mercado ainda em sua fase inicial e ao baixo número de especialistas no ramo.

Como diminuir os tempos de recarga é um resultado que se deseja alcançar e investimentos na infraestrutura são necessários para isto, podendo também os veículos fornecer energia ao sistema elétrico em horários de pico e realizar o abastecimento em horários de baixa demanda. Também é necessário propor soluções para aumentar o tempo de autonomia, que corresponde a quantos quilômetros o veículo pode percorrer com a energia máxima contida na bateria e a velocidade máxima, proporcionando deslocamentos mais rápidos de passageiros e cargas. A produção de novos modelos de baterias, em grande quantidade, e a consequente redução dos seus custos é uma das alternativas para resolver vários destes problemas e será estudado quais ações de incentivo a isto devem ser realizadas.

No caso brasileiro, o trabalho visa sugerir políticas públicas de incentivo aos veículos elétricos, sabendo que cada porte de caminhão e de veículos leves apresenta lógicas diferentes, o que demanda diferentes investimentos em cada um deles. Além disso, devem ser combinados com os diferentes tipos de operação, seja de coleta, distribuição ou transferência; entregas urbanas, a domicílio ou viagens de longa distância; nas etapas de rede de suprimentos e de distribuição física e entender em que segmento são mais adequados, como por exemplo, alimentos e bebidas, eletroeletrônicos, papelaria, etc. Também deve-se determinar qual porte de veículo deve ser primeiramente eletrificado.

### 3. METODOLOGIA

Serão pesquisados artigos, teses e dissertações que apresentem ligação com o tema proposto, que serão selecionados inicialmente a partir do título e resumo de cada um deles. Após essa seleção, será realizada a leitura destes e serão escolhidos aqueles trabalhos que apresentem uma maior quantidade e qualidade de informações a respeito do tema proposto. Estes trabalhos estarão dentro do período de 2010 a 2019, por representar o que há de mais recente sobre o assunto.

Na busca pelos trabalhos base para a pesquisa, estão sendo pesquisados artigos com foco nos seguintes itens para desenvolvimento do trabalho: vantagens e desvantagens dos veículos

elétricos, histórico no mundo e no Brasil, frota, descrição detalhada dos diferentes tipos de veículos elétricos (híbridos, somente elétricos, a célula combustível e alimentados diretamente pela rede elétrica), tipos e especificidades das baterias, políticas públicas e investimentos realizados mundialmente, sem delimitação espacial. Para as operações de frete urbano, cada uma delas será descrita detalhadamente e serão definidos qual o porte do caminhão e o tipo de recarga adequado para cada uma, além de detalhar para os sistemas de recarga seus benefícios e barreiras de desempenho. Serão avaliados também serviços essenciais para a população, como coleta de lixo e entrega de correspondências.

Também serão pesquisados nos sites de grandes empresas automobilísticas os veículos elétricos utilizados atualmente no transporte de cargas, suas informações técnicas, capacidade da bateria, autonomia, carga útil, formas de recarga, preços e situação dos modelos no Brasil. Serão pesquisados também os preços de produção de energia elétrica por fontes renováveis e também da eletricidade para consumo dos agentes envolvidos no negócio. Após a análise de todos estes itens, serão propostas soluções para resolver cada barreira que ainda impede uma maior utilização dos veículos elétricos no mercado de frete urbano e sugerir políticas públicas para implantação destas medidas.

#### 4. RESULTADOS PRELIMINARES

Como resultados preliminares, definiu-se que para as entregas urbanas a melhor forma de recarga da bateria é nos depósitos, durante o momento de carregamento das mercadorias ou nas lojas, durante o descarregamento. Para as entregas a domicílio, operação mais curta do transporte de carga, recarregar a bateria no depósito durante o carregamento das mercadorias é a melhor alternativa. Para viagens de longa distância, investir na técnica IPT (*Inductive Power Transfer*), que consiste em colocar no subterrâneo das principais rotas do trajeto um sistema magnético que transfere energia e recarrega os caminhões, necessitando assim de uma bateria de menor capacidade e conseqüentemente, proporcionando menores custos e maior capacidade de carga útil, devido à redução do tamanho das baterias. A implantação dessa infraestrutura também auxiliaria as demais operações de frete, mas em menor escala pois na maioria das ocasiões já possuem baterias que conseguem percorrer a jornada de trabalho completa com capacidade suficiente de carga.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KAWAKAMI, Y.; KOMIYAMA, R. e FUJII, Y. (2018) Penetration of electric vehicles toward 2050: analysis utilizing an energy system model incorporating high-temporal-resolution power generation sector. *IFAC PapersOnLine*, v. 51, n. 28, p. 598-603.
- LIIMATAINEN, H.; VLIET, O. V. e APLYN, D. (2019) The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis. *Applied Energy*, v. 236, p. 804-814.
- NICOLAIDES, D.; CEBON, D. e MILES, J. (2018a) An urban charging infrastructure for electric road freight operations: a case study for Cambridge UK. *IEEE Systems Journal*, v. 13, n. 2, p. 2057-2068.
- NICOLAIDES, D.; CEBON, D. e MILES, J. (2018b) Prospects for electrification of road freight. *IEEE Systems Journal*, v. 12, n. 2, p. 1838-1849.
- TALEBIAN, H.; HERRERA, O. E.; TRAN, M. e MÉRIDA, W. (2018) Electrification of road freight transport: Policy implications in British Columbia. *Energy Policy*, v. 115, p.109-118.
- TEOH, T.; KUNZE, O e TEO, C. (2016) Methodology to evaluate the operational suitability of electromobility systems for urban logistics operations. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 288-300.
- VAZ, L. F. H.; BARROS, D. C. e CASTRO, B. H. R. (2014) Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro - RJ, v. 41, p. 295-344.

- WANG, M. e THOBEN, K. (2017) Sustainable urban freight transport: Analysis of factors affecting the employment of electric commercial vehicles. *Anais do 5th International Conference LDIC*, Bremen, Alemanha, p. 255-265.
- ZHAO, F.; LIU, F.; LIU, Z. e HAO, H. (2019) The correlated impacts of fuel consumption improvements and vehicle electrification on vehicle greenhouse gas emissions in China. *Journal of Cleaner Production*, v. 207, p. 702-716.