

## ESTUDO E ANÁLISE EXPERIMENTAL DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA AUTONOMIA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS EM CENÁRIO URBANO E RODOVIÁRIO

Rodrigo Teixeira Nogueira Cerqueira<sup>1</sup>; Thomaz Barros de Carvalho Prado<sup>2</sup>; Lílian Lefol Nani Guarieiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia mecânica (Bolsista); Iniciação científica-FAPESB; [rodrigo.teixeira@hotmail.com](mailto:rodrigo.teixeira@hotmail.com)

<sup>2</sup>Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; [thomaz.prado@fieb.org.br](mailto:thomaz.prado@fieb.org.br)

<sup>3</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; [lilian.guarieiro@fieb.org.br](mailto:lilian.guarieiro@fieb.org.br)

### RESUMO

Veículos elétricos (VE) tem se tornado a cada dia uma realidade nas ruas e rodovias ao redor do mundo, trazendo consigo, as vantagens de redução de emissões e o uso da eletricidade como fonte de energia, com grandes desafios a serem superados se comparados a seus concorrentes diretos. A questão da sustentabilidade é um dos pontos mais forte para justificar o mercado do veículo elétrico e como sua única responsável por fornecer a alimentação para o sistema propulsor do VE a bateria elétrica é parte vital desse sistema e entender como preservar sua eficiência é imprescindível para sua autonomia. Partindo dessa premissa observa-se que temperatura é um fator de influência em baterias, este trabalho teve como objetivo avaliar um cenário urbano de testes de rodagem a influência da temperatura na carga e descarga de baterias de íons de lítio e seu impacto na autonomia veicular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Baterias; Temperatura; Autonomia; Veículos Elétricos.

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente pressão da sociedade civil sobre a indústria automotiva e de governos quanto a sustentabilidade e redução de impactos ambientais das frotas veiculares, tem-se notado nos últimos anos o aumento substancial da aplicação e desenvolvimento de tecnologias aplicadas a eletrificação veicular. Dentre as tecnologias que compõem a arquitetura veicular de um veículo elétrico a que mais chama atenção é a sua bateria de tração, ela representa, sozinha, uma grande parte do valor do veículo e seu funcionamento está intimamente ligado a um dos pilares de maior pressão neste novo segmento da indústria automotiva: a autonomia veicular.

A qualidade da bateria automotivas de íons de lítio vem sido avaliada devido ao seu amplo uso no mercado, assim com o estudo de variáveis que afetam seu desempenho e vida útil, os quais foram observado que estão estreitamente ligados ao seu uso em diferentes temperaturas, seja de operação ou ambiente, sendo uma das principais variáveis que afetam o seu *state of charge* (SOC).<sup>1</sup>

O *state of charge* (SOC) é uma estimativa importante utilizada como referência para o estado da arte sobre o desempenho de baterias, com esse estudo é possível medir a faixa de operação adequada para as baterias com base em sua função, tendo pontos importantes como taxa de carga e descarga e segurança para que não sejam causados danos permanentes nas estruturas internas.<sup>2</sup> Com os dados obtidos através do projeto Corredor Verde, uma pesquisa patrocinada pela ANEEL/COELBA para avaliar desempenho urbano e rodoviário de veículos elétricos e híbridos no Nordeste temos a possibilidade de avaliar os impactos dessa variável em relação aos fornecidos pelos fabricantes durante rodagem veicular em ambiente relevante.

O objetivo deste trabalho é a avaliação da influência da temperatura na autonomia veicular em veículos elétricos.

### 2. METODOLOGIA

Essa pesquisa buscou analisar dados obtidos através de um dispositivo coletor de dados instalado em porta OBDII veicular. Uma vez conectado à porta OBDII o dispositivo é responsável por monitorar e registrar parâmetros veiculares previamente definido em projeto. Foram utilizados dispositivos nos diferentes modelos veiculares disponíveis do projeto Corredor Verde, sendo dois Jac's leV40 e dois GM Bolt's. Para a realização da coleta de dados os carros saem para testagem urbana seguindo o cronograma do projeto de pesquisa Corredor verde.

Os testes urbanos foram realizados na cidade de Salvador/BA, e os dados coletados em rodagem disponibilizados em uma plataforma online e atualizados diariamente em tempo real em dashboard web especialmente desenvolvido para o projeto.

Com os dados veiculares disponíveis foi possível organizar e tratar os valores das variáveis desejadas para análise da influência delas na autonomia veicular estimada pelo fabricante, valores que refletem as características de estimativa do SOC, de baterias de íon-lítio.<sup>2</sup>

Ainda no que tange a construção fundamentação teórica do estudo, foram realizadas pesquisas bibliográficas em base de dados como *ScienceDirect* de forma a identificar estudos similares que apoiem o comparativo dos efeitos analisados da ação da temperatura sobre baterias de íon de lítio em veículos elétricos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos levantamentos realizados nos meses de janeiro e fevereiro de 2021, através da apuração de dados de quatro veículos elétricos já mencionados, foi possível constatar através da Figura 1 e 2 uma certa tendência no comportamento das baterias dos modelos analisados, sendo que os GM Bolt's, (identificado pelos VIN's 1G1F76S02L4111726 e 1G1F76S05L4111607), trabalharam na faixa dos 30°C, a faixa indicada de operação, enquanto os JAC's leV40 (identificado pelos VIN's LJ1EEKRP0M4001887 e LJ1EEKRP1M4001879) apresentaram determinados picos, chegando a apresentar mais de 45°C, os quais para bateria de íon de lítio é uma faixa de temperatura de operação que gera um envelhecimento e desgaste mais rápido de sua vida útil.<sup>3</sup> Os carros estiveram sob influência da temperatura ambiente que se manteve em uma faixa de 27 a 35 °C dados esperados para a região nordeste do Brasil, e por serem testes urbanos, as vias exigem diferentes comportamentos da bateria, requerendo mais tração em determinados trechos, o que alavancaria as taxas de temperatura, além disso, foram realizadas em determinados momentos, recargas da bateria, os quais são condições que reforçam a utilização de componentes adequados como o lítio para revestir a célula, devido a contramedidas dessas variáveis além de seu aproveitamento energético<sup>4</sup>, sendo assim, observa-se os seguintes resultados:

Figura 1 – Temperatura de operação da bateria no mês de janeiro de 2021

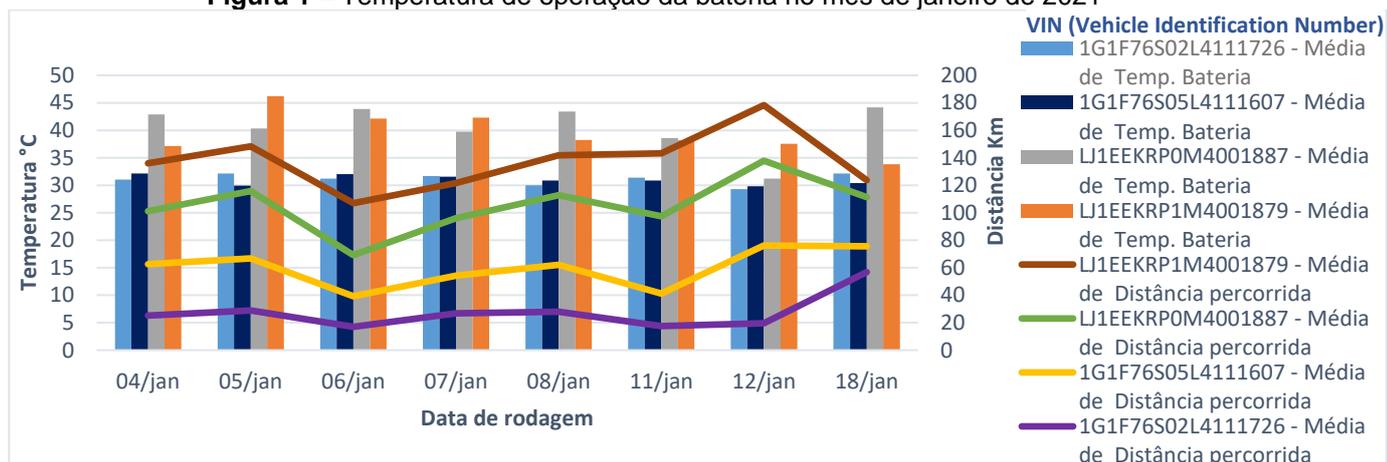
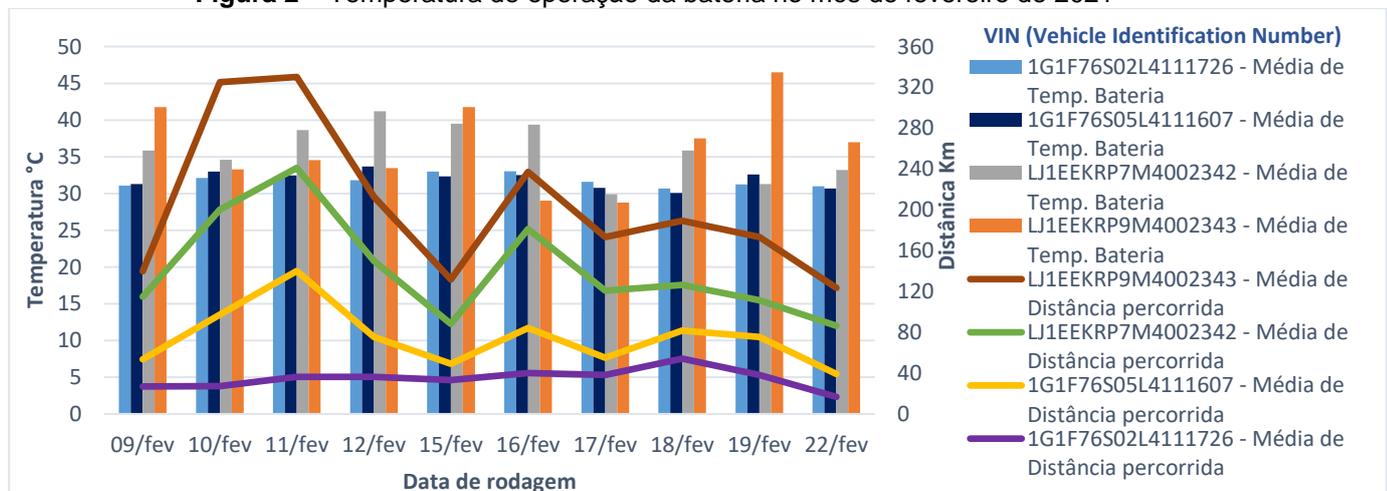


Figura 2 – Temperatura de operação da bateria no mês de fevereiro de 2021



Na Figura 2, podemos perceber que apesar da troca do modelo JAC leV40, por carros idênticos (VIN's LJ1EEKRP7M4002342 e LJ1EEKRP9M4002343) em relação ao mês de janeiro, com o propósito de buscar diferentes dados da bateria, além de maiores distâncias percorridas, foi observado que esse é um

comportamento do tipo de química da bateria de íon lítio do segundo modelo, que sofre mais influências tanto do meio externo quanto do próprio esforço do que o primeiro modelo, que apresenta um comportamento adequado para a região, uma faixa de operação aceitável para o uso desse tipo de bateria varia entre 30 a 40°C<sup>3</sup>, sendo acima ou abaixo disso prejudicial a longo prazo para vida útil da mesma, com os dados obtidos temos diferentes variações, indicando que não há nenhum sistema específico de controle para manter o arrefecimento desse componente conforme lhe seja mais benéfico. Os modelos normalmente trabalharam numa faixa de carga acima de 80%, uma faixa na qual define uma verdadeira autonomia da bateria.<sup>5</sup>

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtudes dos dados aqui apresentados, conclui-se que é necessária uma avaliação maior acerca dos dados obtidos, bem como uma busca do comportamento químico das baterias nas condições de rotação impostas, pois esta define as características do aproveitamento da energia, além de estabelecer parâmetros como o desempenho, a segurança, a vida útil, o custo, a potência e energia específica e autonomia veicular. A partir disso é possível afirmar que as variáveis que estão dispostas no cenário climático regional do nordeste do Brasil, apresentam consequências, mesmo que mínimas, aos resultados esperados e definidos pelo fabricante através do ciclo de homologação, esses fatos servem como base para um levantamento do estado da arte sobre a durabilidade e *state of charge* (SOC) das composições químicas que devem ser adequados aos ambientes e condições de trabalho.

A segunda etapa do projeto irá, não só a continuação das rodagens urbanas, bem como o início dos testes em rodovias, e se espera que os dados demonstrem uma linha de tendência mais justa, devido as condições de testagem terem uma facilidade maior para se repetirem, com os carros trabalhando em uma velocidade relativamente alta e com maior constância com as baterias fornecendo energia e recebendo energia regenerada através de outros componentes mecânicos, podemos perceber um contexto de trabalho diferente da primeira fase, principalmente relacionado a temperatura, onde agora poderá ter um grande papel nesse ciclo de alimentação do automóvel e apresentar impactos de curto a longo prazo significativos para o componente estudado já que as condições de arrasto em maiores velocidade tendem a diminuir o arrasto aerodinâmico, diminuindo a potência necessária para vencer a força de resistência a rolagem aliado ao maior fluxo de ar disponível e, portanto, uma maior troca de calor provida por tal tende a auxiliar o sistema de arrefecimento do pack de baterias e motor, tornando-o, portanto, mais eficiente e com uma menor demanda energética para o arrefecimento forçado dos sistemas elétricos de tração e suprimento de energia.

#### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> ZHENG, Yuejiu; LI, Xiangjun; HAN, Xuebing; LU, Yifan; ZHOU, Ping; LI, Kai. **Battery life estimation based on cloud data for electric vehicles**. Journal of Power Sources, 2020.
- <sup>2</sup> NG, Kong Soon; MOO Chin-Sien; CHEN Yi-Ping; HSIEH, Yao-Ching. **Enhanced coulomb counting method for estimating state-of-charge and state-of-health of lithium-ion batteries**. Applied Energy, 2009.
- <sup>3</sup> SEMINÁRIO SOBRE LÍTIO, [2019?], São José dos Campos, SP. **Desafios para o desenvolvimento da cadeia de lítio no país** [...]. São José dos Campos, SP: Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura, [2019?]. 160 p. Tema: Bateria de Íons de Lítio - Perspectivas e Desafios. Disponível em: <<https://www.cetem.gov.br/images/eventos/2018/iii-litio-brasil/apresentacoes/baterias-ion-litio-perspectivas-desafios.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- <sup>4</sup> WANG, Han; FRISCO Sarah; GOTTLIEB, Eric; YUAN, Rui; WHITACRE, Jay. **Capacity degradation in commercial Li-ion cells: The effects of charge protocol and temperature**. Journal of Power Sources, 2019.
- <sup>5</sup> HAMANN, Renan. **Por que as baterias de íon-lítio demoram mais para carregar no final?** [S. l.], 23 mar. 2011. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/bateria/9287-por-que-as-baterias-de-ion-litio-demoram-mais-para-carregar-no-final.htm#:~:text=A%20energia%20armazenada%20neste%20setor,deles%20tamb%C3%A9m%20%C3%A9%20mais%20demorado>>. Acesso em: 10 mar. 2021.