

BATERIAS ELÉTRICAS X AQUECIMENTO GLOBAL

Elevação da temperatura no planeta acelera degradação das fontes de energia de veículos elétricos. Equipamentos feitos até 2019 perdiam até 30% de vida útil com 2°C de alta, mas unidades mais recentes conseguem limitar queda a 10%

» RAFAELA LEITE*

Embora o aquecimento global tenda a intensificar a degradação das baterias de veículos elétricos, avanços tecnológicos recentes indicam que esses efeitos podem ser substancialmente mitigados. É o que aponta estudo conduzido por pesquisadores da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos. Ao comparar modelos de veículos elétricos produzidos entre 2010 e 2018 com versões lançadas de 2019 a 2023, os pesquisadores identificaram diferenças expressivas. Em um cenário de aquecimento de 2°C, as baterias mais antigas poderiam apresentar redução média de 8% em sua vida útil, com perdas que poderiam alcançar até 30% em condições extremas. Em contrapartida, as baterias mais recentes demonstraram maior robustez tecnológica, com diminuição média de apenas 3% e impacto máximo estimado em aproximadamente 10%.

Para investigar o fenômeno, os cientistas recorreram à modelagem computacional em larga escala a fim de avaliar a durabilidade das baterias em 300 cidades ao redor do mundo, considerando diferentes cenários de elevação da temperatura média global. A análise integrou variáveis como índices de deterioração de componentes, padrões de condução e projeções climáticas futuras, permitindo a elaboração de um panorama abrangente sobre a forma como o aquecimento global pode influenciar o desempenho dessas baterias ao longo do tempo.

Segundo o estudo, publicado na revista científica *Nature Climate Change*, essa discrepância decorre sobretudo do aprimoramento dos materiais empregados, da incorporação de sistemas de gerenciamento térmico mais sofisticados e de sucessivas atualizações de software. Esses fatores contribuem para ampliar a eficiência operacional e tornar as baterias mais resilientes frente a condições climáticas adversas. Como referência comparativa, os pesquisadores usaram os modelos Tesla Model 3 e Volkswagen ID.3, considerados representativos do atual estágio de desenvolvimento tecnológico do setor.

Funcionamento

A maioria das baterias utilizadas em veículos elétricos baseia-se na tecnologia de íons de lítio. Nesse sistema, a energia é armazenada na forma química e convertida em energia elétrica por meio do deslocamento de íons entre o ânodo e o cátodo durante os ciclos de carga e descarga. Quando o veículo está em operação, os elétrons percorrem o circuito externo e alimentam o motor elétrico. No processo de recarga, a corrente elétrica força os íons a retornarem à posição original, restaurando a capacidade de armazenamento energético da bateria.

De acordo com Marco Barreto, professor e pesquisador da unidade Embrapii Poli-USP Powertrain, “essas baterias operam de forma mais eficiente dentro de uma faixa térmica considerada ideal, geralmente entre 30°C e 40°C. Acima desse intervalo, inicia-se o processo conhecido como degradação térmica, caracterizado pela ocorrência de reações parasitárias, reações químicas indesejadas que se desenvolvem no interior da bateria e passam a decompor o eletrodo, região onde ocorrem as reações responsáveis pelo armazenamento e liberação de energia”.

Cabe ressaltar que a temperatura da bateria não corresponde necessariamente à temperatura ambiente, embora ambas estejam

Haochi Wu



Avanços na tecnologia das baterias de veículos elétricos compensarão a degradação relacionada ao calor

Essas baterias operam de forma mais eficiente dentro de uma faixa térmica considerada ideal, entre 30°C e 40°C. Acima desse intervalo, inicia-se a degradação térmica”

Marco Barreto, professor da Embrapii Poli-USP Powertrain

relacionadas. Isso ocorre porque o resfriamento do sistema depende da troca de calor com o meio externo. Barreto explica que, à medida que essas reações químicas indesejadas se intensificam, a decomposição do eletrodo se acentua e surgem barreiras à passagem dos íons de lítio, o que acelera o processo de envelhecimento da bateria.

Haochi Wu, autor principal do estudo e pesquisador de pós-doutorado no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Stanford, explicou ao **Correio** que as baterias mais modernas apresentam maior estabilidade química e projetos estruturais mais avançados, o que as torna mais resistentes ao calor adicional associado ao aquecimento global.

Segundo o pesquisador, a evolução dessas baterias comerciais não pode ser atribuída a uma única inovação. “Trata-se de uma conquista holística da engenharia, com avanços expressivos em materiais, química e sistemas de controle, que atuam de maneira integrada. Materiais e revestimentos de eletrodos mais eficientes ajudam a preservar a estrutura da bateria, enquanto novas formulações de eletrólitos evitam reações químicas indesejadas responsáveis pela degradação”, afirma.

Perspectivas

Em relação aos efeitos do aumento das temperaturas sobre os veículos elétricos, Wu

Trata-se de uma conquista holística da engenharia, com avanços expressivos em materiais, química e sistemas de controle, que atuam de maneira integrada”

Haochi Wu, autor principal do estudo, da Universidade de Stanford

ressalta que o estudo se concentra especificamente na degradação das baterias, isto é, na perda permanente de capacidade ao longo do tempo. “Embora as mudanças climáticas estejam associadas a episódios de calor extremo, nossa principal constatação é que a tecnologia de baterias evoluiu o suficiente para compensar grande parte desse impacto térmico. Ainda assim, são necessárias mais pesquisas para compreender como outros componentes do veículo elétrico responderão ao aumento das temperaturas”, explica.

O pesquisador também destaca um efeito potencialmente positivo: em regiões de clima muito

Duas perguntas para

MARCO BARRETO, professor e pesquisador da unidade Embrapii Poli USP Powertrain

Quais foram os principais avanços tecnológicos nas baterias fabricadas após 2019 que melhoraram sua durabilidade?

Tivemos avanços na composição química, com a adição de novos aditivos, no eletrólito e no próprio ânodo, mas nós tivemos também avanços adjacentes. Nós tivemos, por exemplo, uma melhoria no gerenciamento através do BMS (Battery Management System), de como essa bateria vai se comportar no uso do carro, diminuindo, por consequência, como ela vai esquentar ou não durante seu funcionamento. Também tivemos uma evolução no gerenciamento térmico dessa bateria, no sistema de troca térmica de arrefecimento ou resfriamento, onde você consegue hoje trabalhar em condições melhores da temperatura. Com isso, mesmo que eu tenha oscilações de temperaturas externas, eu consigo fazer com que a minha bateria comece a trabalhar na sua melhor temperatura de trabalho, dentro daquela faixa ideal que eu comentei na resposta anterior.

Os resultados obtidos com modelos como o Tesla Model 3 e o Volkswagen ID.3 podem ser aplicados a outros veículos elétricos?

Sim. Falando um pouco do artigo, que cita o modelo ID.3 como uma referência para essa parte de bateria em termos de propulsão elétrica, de autonomia, eficiência, vida útil dos componentes, ele destaca que esse sistema tem um bom design do pack da bateria, que é todo aquele invólucro que vai estar a bateria interna, e um ótimo gerenciamento térmico. Então, o gerenciamento térmico interno desta bateria vai ajudar nessa longevidade. Mesmo com o aumento da temperatura externa, se eu tiver um bom sistema de troca térmica, de arrefecimento ou mesmo de resfriamento, eu consigo ter bons resultados.

O artigo cita bastante o desenho do pack da bateria do ID3, como estão dispostas as partes internas, os materiais que foram utilizados, e também a gestão térmica. No Tesla Model 3, ele cita a mudança química que eles utilizaram na célula e também as técnicas de gerenciamento, não só de carga e descarga e recarga, mas também técnicas de gerenciamento térmico, obtendo um bom resultado. Então, eles ficaram menos sensíveis justamente por essa evolução de gerenciamento térmico, de gerenciamento do funcionamento da bateria pelo BMS e aditivos na formulação também da bateria, diminuindo a sensibilidade externa à temperatura para o envelhecimento da bateria.



Palavra de especialista

Próximos avanços

Concordo com as conclusões do estudo publicado na *Nature Climate Change*, conduzido por pesquisadores da University of Michigan, e acrescento um ponto fundamental sobre o futuro dessa evolução. Historicamente, os avanços em baterias têm sido rápidos, mas a próxima fase tende a acelerar ainda mais, devido ao uso intensivo de inteligência artificial, modelagem computacional avançada e simulações em larga escala no desenvolvimento de novos materiais e arquiteturas de células. Isso permite testar virtualmente milhares de combinações químicas e soluções de gestão térmica em uma velocidade que simplesmente

Arquivo pessoal



não existia há poucos anos. Por isso, embora ninguém consiga prever exatamente o ritmo dessas inovações, é razoável afirmar que a curva de progresso não será linear: a tendência é que sejamos surpreendidos com melhorias frequentes; possivelmente a cada semestre; em durabilidade, resistência a altas temperaturas e redução da degradação das baterias, reforçando ainda mais a confiança na eletrificação do transporte.

CARLOS AUGUSTO SERRA ROMA, diretor do Grupo de Infraestrutura e integrante do Conselho Diretor da ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico)

aplicação comercial. “Além disso, algumas dessas novas soluções podem apresentar sensibilidade a temperaturas elevadas associadas ao aquecimento climático, o que pode comprometer sua durabilidade”, observa.

Por fim, o pesquisador conclui que, apesar de os modelos específicos de veículos elétricos disponíveis variarem entre países, a conclusão central do estudo permanece válida em escala global: a tecnologia contemporânea de baterias evoluiu de forma significativa e demonstra capacidade crescente de resistir aos efeitos do aquecimento global.

* Estagiária sob supervisão de Lourenço Flores