

Estudo faz projeções da emissão de CO2 durante vida útil de veículos movidos a baterias e compara com a dos automóveis a combustão. A longo prazo, os que usam combustíveis fósseis chegam a ser até 3,5 vezes mais poluentes

# Onde está a poluição gerada por carros elétricos

» ÁLVARO AUGUSTO\*

A tecnologia dos carros elétricos é considerada amplamente como uma opção mais sustentável de transporte, algo cada vez mais significativo em tempos de crise climática se agravando a cada dia. Mas, afinal, os veículos movidos à eletricidade realmente são mais sustentáveis? Qual é o impacto de toda a cadeia de produção desses automóveis: durabilidade, a fonte de energia das recargas, a extração dos elementos necessários às baterias? Pesquisadores da Universidade Duke, na Carolina do Norte, decidiram medir o consumo de carbono dessa cadeia.

O estudo apurou as emissões de CO2 dos automóveis eletrizados desde a extração dos metais das baterias até o uso no trânsito. Eles compararam com toda a cadeia produtiva dos motores que dependem de combustíveis fósseis, e o resultado chama atenção: carros elétricos emitem 30% mais carbono nos dois primeiros anos de produção/uso do que os tradicionais à combustão. Isso significa, então, que eles são mais poluentes?

Não, revelam os estudiosos. O benefício para o meio ambiente vem a partir do segundo ano de uso, quando os veículos a bateria passam a diminuir sua pegada de carbono e serem mais ecológicos que os movidos a petróleo. Os cálculos dos cientistas consideraram vários cenários sociais, levando em conta fatores como a produção de energia para as recargas, a quantidade provável de carros elétricos em circulação — quanto mais eles são produzidos, mais emissões vindas das fábricas — e até o impacto ambiental do lixo gerado quando as baterias estragam.

De acordo com a pesquisa, automóveis que usam gasolina, por exemplo, poluem de duas a três vezes e meia mais o planeta do que um carro elétrico que seja usado pelo mesmo período de tempo. No somatório das emissões de CO2 estão incluídos tanto os gases gerados diretamente pelos motores quanto os poluentes emitidos no ciclo de exploração do petróleo, o transporte rodoviário dos combustíveis até os postos e a qualidade do ar num ambiente com mais ou menos veículos.

## Melhor a longo prazo

Para entender como os cientistas descobriram quantas toneladas de CO2 são geradas por cada tipo de

José Cruz/Agência Brasil



Carro elétrico sendo carregado em ponto de recarga em Brasília: estudo analisou toda a cadeia, desde a produção das baterias

carro, é necessário pensar em toda a vida útil desse produto. Considerar itens como as matérias-primas, o estilo de vida e locomoção das pessoas e a evolução da energia elétrica limpa — o estudo fez projeções para diferentes níveis de geração elétrica verde. Em cenários em que as sociedades produzem mais energia renovável, os carros elétricos impactam ainda menos a natureza, já que sua alimentação vem de fontes mais ecológicas, como eólica e solar.

Isso explica porque as emissões de CO2 dos carros a bateria diminuem com os anos, pois há uma tendência de que os países produzam mais energia sustentável. Ou seja, depois de poluírem mais durante a produção, o máximo que pode acontecer com os elétricos é estabilizarem a sua pegada de carbono, ou diminuí-la, caso se abasteçam de uma eletricidade cada vez mais limpa.

Fato que, segundo a pesquisa, não acontece com os carros a petróleo, pois não há, durante a vida útil deles, diminuição considerável das emissões de poluentes. Os combustíveis fósseis seguirão sendo grandes emissores e a cadeia produtiva não tem muitas saídas para reduzir a geração de gases como o CO2. Os motores híbridos, com partes

## Eu acho...

*“No Brasil, há medidas do setor para mitigar impactos ambientais dos elétricos. São iniciativas regulatórias, do mercado e projetos legislativos em andamento. A Aneel, por exemplo, vem testando modelos de tarifação e faturamento para eletropostos. Já a nossa estrutura de energia para recarga é viável. Temos uma participação alta de renováveis na geração elétrica, e isso faz com que a eletricidade média brasileira cause menos emissões, por kWh, do que em muitos países dependentes de carvão e gás. Além disso, a adição de produção solar e eólica tem sido rápida, o que é positivo para a sustentabilidade dos carros ao longo do tempo. Para viabilizar grandes frotas sem sobrecarregar a rede, o smart charging (carregar em horários de baixa carga), tarifas dinâmicas e gestão de demanda são pontos-chave.”*

Augusto Roma, diretor técnico da Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE)

Divulgação



elétrica e à combustão, também são mais sustentáveis ao longo do tempo do que aqueles que usam apenas petróleo como energia.

## Cenários sociais

As projeções do estudo calcularam possíveis melhorias na infraestrutura elétrica, como mais pontos de carregamento e incentivos à geração de energia limpa, e concluíram que, quanto mais desenvolvido esse sistema for, mais sustentáveis ainda serão os carros elétricos. Além disso, descobriu-se

que tecnologias que tornem as baterias mais potentes podem contribuir também para a diminuição da emissão de carbono com o tempo.

Cada um kWh (unidade de medida de eletricidade) a mais de potência que uma bateria tiver, significa que o carro emitirá até 220 quilos de CO2 a menos durante toda sua vida útil. Vale ressaltar que a pesquisa, publicada na revista *PLOS Climate*, considerou apenas o cenário dos Estados Unidos, e a quantidade de emissões pode variar de acordo com a infraestrutura de cada país.

Além do impacto global dos carros a petróleo, como a geração de gases que aumentam o aquecimento do planeta, os cientistas americanos ainda destacam o efeito direto e imediato que os combustíveis fósseis causam na vida das pessoas: a qualidade do ar. Esse elemento também está incluso na conclusão, que diz que os carros a combustão são de duas a três e meia vezes mais danosos à natureza que os elétricos.

\* Estagiário sob supervisão de Lourenço Flores

Caleb Craig/Penn State



## Mecanismo

A realidade aumentada (AR) é uma tecnologia que sobrepõe informações digitais ao mundo real. Por meio da câmera de um celular ou de óculos especiais, é possível ver objetos virtuais, textos ou indicadores que aparecem sobre o que está ao redor, ajudando o usuário a localizar ou interagir com o ambiente. Já o LiDAR, que significa *Light Detection and Ranging*, utiliza pulsos de luz laser para medir distâncias e mapear o ambiente em três dimensões. Ele envia a luz, que reflete nos objetos, e calcula a posição exata de cada elemento ao redor. No caso do aplicativo NaviSense, essas tecnologias trabalham juntas: a AR fornece indicações sobre onde estão os objetos, enquanto o LiDAR permite que o sistema “veja” o espaço com precisão, identifique obstáculos e guie o usuário de forma segura e eficiente.

## MAIS ACESSIBILIDADE

# IA ajuda pessoas com deficiência visual

» RAFAELA LEITE\*

Pesquisadores da Universidade Estadual da Pensilvânia, nos Estados Unidos, apresentaram o NaviSense, um novo aplicativo de inteligência artificial (IA) desenvolvido para ajudar pessoas com deficiência visual a localizar objetos usando comandos de voz. A ferramenta combina modelos de grande linguagem (LLMs) e modelos de linguagem de visão (VLMs), ambos tipos de IA, para analisar o ambiente, identificar o item solicitado e descartar o que não corresponde à descrição informada.

Caso não entenda exatamente o que o usuário procura, o sistema faz perguntas adicionais para refinar a busca e oferecer uma orientação mais precisa. Além disso, o NaviSense rastreia em tempo real os movimentos das mãos, acompanhando o

deslocamento do telefone e indicando a localização do objeto em relação à mão do usuário. O aplicativo foi detalhado na Associação para Maquinaria de Computação (ACM).

O especialista em acessibilidade digital e design inclusivo Marcelo Sales explica que, enquanto os LLMs lidam com enormes volumes de textos, os VLMs trabalham com grandes quantidades de dados visuais, como imagens. Para ele, o foco do projeto não é a inovação tecnológica, mas a reunião de tecnologias existentes. A novidade está na melhoria da usabilidade, oferecendo uma experiência mais natural e conversacional, na qual o usuário pode interagir por voz para obter informações sobre objetos e ambientes. “A acessibilidade já existe através de aplicativos separados, mas aprimora-se a facilidade de uso com essa abordagem.”

## Motivação e futuro

As tecnologias atuais para pessoas com deficiência visual apresentam limitações: algumas oferecem orientação precisa, mas só funcionam se os objetos forem previamente cadastrados ou de categorias fixas; outras conseguem identificar objetos livremente, mas não ajudam a guiar a pessoa até eles. Para resolver esse problema, o NaviSense utiliza, além de modelos de IA, realidade aumentada (AR) e LiDAR, conseguindo identificar objetos de qualquer tipo e fornecer orientações por som e toque em tempo real. Os usuários só precisam dizer o que estão procurando, e o sistema os guia até o objeto sem necessidade de preparação ou cadastro prévio.

A tecnologia foi testada com 12 pessoas com deficiência visual ou com baixa visão. O sistema ajudou os participantes a encontrar os objetos mais rapidamente e foi

preferido em relação às tecnologias existentes, mostrando que é possível unir detecção aberta de objetos com orientação precisa de forma prática e acessível.

Sobre o futuro do aplicativo, os pesquisadores reconhecem que ainda há aperfeiçoamentos a serem implementados antes da comercialização, como reduzir o consumo de bateria e otimizar o desempenho dos modelos de IA. “Estamos muito próximos de lançar essa tecnologia comercialmente e queremos torná-la ainda mais acessível”, afirmou em comunicado o docente da Universidade Estadual da Pensilvânia e líder da equipe NaviSense, Vijaykrishnan Narayanan. “Os testes e protótipos anteriores nos dão uma base sólida para aprimorar ainda mais a ferramenta para a comunidade com deficiência visual.”

\* Estagiária sob supervisão de Lourenço Flores