

## **A importância da reciclagem de baterias para uma mobilidade elétrica sustentável**

Vinicius José da Costa<sup>1</sup>

Brenda Corcino<sup>2</sup>

Luiza Masseno Leal<sup>3</sup>

### **1. Introdução**

O atual contexto de transição energética mundial é conduzido por três vetores de transformação: descarbonização, digitalização e descentralização. A descarbonização, principal objetivo deste processo, visa o aumento da geração energética a partir de fontes renováveis, em detrimento das fontes de origem fóssil. Em paralelo, a eletrificação de atividades econômicas tradicionalmente poluentes também se soma aos esforços de construção de uma economia de baixo carbono, como ocorre no setor de transportes.

O setor de transportes é um dos grandes responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa (GEE) em todo o mundo. Segundo dados da *International Energy Agency* (IEA), em 2017, este setor foi responsável por 24% das emissões totais registradas, sendo o segmento de transporte rodoviário aquele com maior participação. Ademais, de acordo com o relatório publicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em 2021, ao analisar o panorama histórico, o segmento rodoviário foi responsável por 80% do aumento das emissões do setor de transportes durante o período de 1970 a 2010.

---

<sup>1</sup> Pesquisador Júnior do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL).

<sup>2</sup> Pesquisadora Júnior do GESEL.

<sup>3</sup> Pesquisadora do GESEL.

Diante deste cenário, o setor passa a exigir inovações que conduzam a um processo de descarbonização, sendo os veículos elétricos (VEs) uma das grandes apostas. Essa nova tecnologia apresenta zero emissões de escape e, como analisado em ICCT (2021), suas emissões em todo o ciclo de vida são significativamente mais baixas em relação aos veículos movidos à gasolina ou diesel.

O mercado dos VEs nos últimos anos vem apresentando crescimento acelerado e, segundo estimativa da IEA, projeta-se que, em 2030, serão 145 milhões de unidades nas estradas ao redor do mundo. Este crescimento expressivo do volume de VEs terá um impacto significativo em toda a cadeia de valor dessa indústria e, nos próximos anos, estima-se um aumento da demanda pelos seus diversos componentes, principalmente das baterias.

O aumento da necessidade por baterias para os VEs provocará uma maior procura por diversos componentes essenciais em sua manufatura, em especial alguns metais críticos que são seus principais elementos. Além disso, no horizonte de longo prazo, espera-se que diversas baterias cheguem ao fim de seu ciclo de vida, gerando um enorme desafio no gerenciamento deste “lixo eletrônico”. Tendo em vista esses desafios para a expansão da eletromobilidade, deve-se buscar soluções que aumentem ainda mais a sustentabilidade desta indústria, com destaque para a reciclagem das baterias dos VEs.

## **2. Expansão da produção das baterias e impactos ambientais**

Os VEs à bateria constituem uma nova rota tecnológica estratégica para a redução da poluição local e global. Em geral, estes veículos utilizam as baterias de íon-lítio, que apresentam dependência de certos elementos minerais considerados críticos por diversos países. Dentre esses elementos, destacam-se o lítio, o níquel, o cobalto, o manganês e o grafite.

Com a aceleração da difusão da mobilidade elétrica (ME) nos próximos anos, segundo o ICCT (2020), as necessidades de matéria-prima para as baterias aumentarão a demanda por esses minerais de 5 a 23 vezes, de 2020 a 2035. Este

aumento na demanda, por sua vez, irá gerar uma forte pressão nas atividades de mineração, as quais, em alguns casos, apresentam externalidades sociais e ambientais negativas.

Além da pressão pelo aumento da oferta dos minerais, existem preocupações com relação ao descarte das baterias quando estas alcançarem o seu final de vida. De acordo com a projeção do *World Economic Forum* (2019), estima-se que, em 2030, o equivalente a mais de 10 bilhões de baterias alcancem o fim da vida e, caso não sejam descartadas corretamente, podem apresentar significativos impactos ambientais. Destaca-se que alguns materiais como o cobalto, o níquel, o manganês, dentre outros metais, podem vazar facilmente do invólucro das baterias enterradas e contaminar o solo e as águas subterrâneas, ameaçando os ecossistemas e a saúde humana (C&EN, 2019).

Diante desses desafios mencionados, a reciclagem das baterias emerge como uma alternativa interessante para o equilíbrio do mercado de baterias e uma maior sustentabilidade ambiental.

### **3. Benefícios e oportunidades da reciclagem de baterias de VEs**

O processo de reciclagem das baterias dos VEs apresenta benefícios nos âmbitos ambiental e econômico. Inicialmente, destaca-se que a reciclagem pode reduzir a quantidade de materiais que será depositada nos aterros sanitários, a partir do reaproveitamento dos diversos componentes presentes nas baterias (C&EN, 2019). Este fator reduziria a exposição do solo e dos lençóis freáticos às baterias que serão descartadas no futuro.

Além disso, a reciclagem das baterias pode reduzir a demanda por novas extrações de matérias-primas. De acordo com Lins *et al.* (2017), a atividade de mineração apresenta impactos ambientais em cada uma de suas etapas, sendo elas a criação da mina, a extração do minério e a sua fundição e refino. Desta forma, do ponto de vista da sustentabilidade ambiental da cadeia produtiva dos VEs, a busca por uma menor pressão na expansão da oferta de novos metais para a indústria de manufatura das baterias se torna uma preocupação crescente.

A reciclagem de baterias surge, assim, como uma solução para a redução da necessidade de extração, refino e transporte de novos minerais. ICCT (2020) indica que, com os ganhos de eficiência nas técnicas de reciclagem, a demanda de matérias-primas seria reduzida em cerca de 40% até 2050, representando uma diminuição substancial da necessidade de extração de materiais críticos.

No âmbito econômico, a reciclagem das baterias dos VEs terá um papel importante em proporcionar estabilidade na oferta das matérias-primas necessárias para a sua manufatura e, conseqüentemente, em seus preços. Sendo assim, existe um potencial para a redução dos custos das baterias, atualmente o componente mais oneroso da cadeia de valor dos VEs.

Caso os metais, como o cobalto e o níquel, sejam recuperados de baterias usadas em grande escala e de modo mais econômico do que a extração do minério natural, o preço das baterias e dos VEs deve cair (C&EN, 2019). Deste modo, a redução dos custos de produção das baterias teria um impacto direto na diminuição dos preços dos VEs, auxiliando e impulsionando a difusão da ME.

#### **4. Pesquisa e políticas públicas para o desenvolvimento da reciclagem de baterias**

Nota-se que o processo de reciclagem das baterias dos VEs ainda possui desafios para o seu maior desenvolvimento. Primeiramente, destaca-se que as técnicas atualmente utilizadas ainda apresentam ineficiências. A pirometalurgia, por exemplo, técnica de extração de metais a partir de altas temperaturas em fornalhas, demanda elevadas quantidades de eletricidade para a sua realização e ocasiona grandes perdas na recuperação de materiais, como o lítio. No entanto, a pirometalurgia é uma das técnicas utilizadas, hoje, em larga escala no mundo.

Além disso, a falta de padronização na composição química das baterias torna o processo de reciclagem desafiador. Desde o início da década de 1990, os pesquisadores adaptaram repetidamente a composição do cátodo para reduzir os custos e aumentar a capacidade de carga, longevidade, tempo de recarga e outros parâmetros de desempenho. Deste modo, os recicladores necessitam

classificar e separar as baterias por composição para atender às especificações daqueles que compram os materiais reciclados, tornando o processo mais complicado e aumentando os custos (C&EN, 2019).

Observa-se que a diversidade dos componentes presente em uma bateria também é um fator que traz complicações para a sua reciclagem, tendo em vista que as grandes baterias que alimentam os VEs podem conter milhares de células agrupadas em módulos. Os pacotes também incluem sensores, dispositivos de segurança e circuitos que controlam a operação da bateria, os quais acrescentam camadas de complexidade e custos adicionais à desmontagem e reciclagem (C&EN, 2019).

Diante desses desafios, atualmente, poucas instalações reciclam baterias de VEs, no mundo. Segundo a *Union of Concerned Scientists* (2019), estas instalações somam uma capacidade combinada de processamento de materiais de menos de 100.000 toneladas métricas, anualmente. Para baterias de 50 kWh com uma densidade de energia gravimétrica de 150 watts-hora por quilograma, esta capacidade de reciclagem corresponde a 300.000 baterias de VEs por ano, o que equivale a cerca de 10% das vendas anuais globais de hoje ou apenas 1% daquelas esperadas para o início de 2030.

Deste modo, verifica-se a necessidade de expansão da capacidade de processamento dos materiais no futuro, de forma a tornar a difusão da ME mais ambientalmente sustentável. Instituições governamentais de diversos países já se posicionam no sentido de estabelecer políticas públicas e regulações de incentivo para o processo de reciclagem de baterias de VEs. Algumas regiões já apresentam avanços nesta direção, como a China e a União Europeia.

Segundo *Union of Concerned Scientists* (2021), a estratégia chinesa direciona os fabricantes a projetar baterias que permitam uma maior facilidade na reciclagem e forneçam informações técnicas sobre armazenamento e gerenciamento adequados. A China também atribui responsabilidade pela reciclagem ao

fabricante do veículo, um mecanismo conhecido como *extended producer responsibility*.

A Comissão Europeia, por sua vez, propôs metas e medidas para a reciclagem e o reuso das baterias. Como exemplo, destacam-se metas referentes à coleta das baterias utilizadas, ao nível de reciclagem dos componentes e à eficiência nas técnicas empregadas (UE, 2021).

Algumas políticas direcionadas à promoção de P&D nesta área de conhecimento também merecem destaque, como é o caso do *ReCell Center*, nos Estados Unidos. O centro foi lançado pelo Departamento de Energia do país, com o objetivo de desenvolver inovações que auxiliem a desenvolverem uma indústria de reciclagem globalmente competitiva e que seja capaz de reduzir sua dependência de fontes estrangeiras de matérias-primas para as baterias. O projeto reúne laboratórios nacionais, atores do setor privado e universidades.

## **6. Conclusão**

A difusão da eletromobilidade é parte central da estratégia de descarbonização do setor de transportes. Este processo terá um impacto importante no aumento da produção de baterias, o que, conseqüentemente, irá gerar desafios ambientais em um horizonte de longo prazo, devido à pressão na atividade de mineração dos metais críticos necessários à sua produção e a dificuldades no gerenciamento das baterias em final do ciclo de vida.

Neste sentido, a reciclagem das baterias apresenta o potencial para mitigar tais questões. No entanto, este processo ainda possui desafios, dentre os quais se destacam a necessidade de técnicas mais eficientes, a ausência de padronização na composição química das baterias e a diversidade dos componentes nelas presentes.

De modo geral, alguns países já avançam em políticas públicas e regulações de incentivo que auxiliam no processo de expansão da capacidade de reciclagem. Essas medidas concentram-se em estimular a produção de baterias que facilitem

o processo de reciclagem atribuir as responsabilidades no gerenciamento das baterias descartadas, estabelecer metas de reciclagem e eficiência e fomentar programas de P&D.

Deste modo, espera-se, nos próximos anos, uma maior difusão do processo de reciclagem das baterias dos VEs, dado o seu papel fundamental para o desenvolvimento de uma cadeia de valor ambientalmente e economicamente sustentável para a mobilidade elétrica.

### Referências:

AMBROSE, H.; O'DEA, J. (2021). *Electric Vehicle Batteries Addressing Questions about Critical Materials and Recycling*. Union of Concerned Scientists, fevereiro de 2021. Disponível em: <[https://ucsusa.org/sites/default/files/2021-02/ev-battery-recycling-fact-sheet.pdf?\\_ga=2.234634270.129584310.1629201408-1763808042.1629201408](https://ucsusa.org/sites/default/files/2021-02/ev-battery-recycling-fact-sheet.pdf?_ga=2.234634270.129584310.1629201408-1763808042.1629201408)>. Acesso em: 27 Set. 2021.

BIEKER, G. (2021). *A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars*. The International Council on Clean Transportation, julho de 2021. Disponível em: <[https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global-LCA-passenger-cars-jul2021\\_0.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global-LCA-passenger-cars-jul2021_0.pdf)>. Acesso em: 27 Set. 2021.

EU, European Parliament (2021). *New EU regulatory framework for batteries: Setting sustainability requirements*. Julho de 2021. Disponível em: <[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS\\_BRI\(2021\)689337\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI(2021)689337_EN.pdf)>. Acesso em: 27 Set. 2021.

IEA, International Energy Agency (2020). **Transport**. Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/transport>>. Acesso em: 27 Set. 2021.

IEA, International Energy Agency (2021). *Global EV Outlook 2021*. Abril de 2021.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Transport*. Disponível em:

<[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter8.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf)>. Acesso em: 27 Set. 2021.

JACOBY, M. (2019). *It's time to get serious about recycling lithium-ion batteries*. *Chemical & Engineering News*, 14 de julho de 2021. Disponível em: <<https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28>>. Acesso em: 27 Set. 2021.

LINS, C.; HORWITZ, E. (2007). *Sustainability in the mining sector*. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-295.pdf>>. Acesso em: 27 Set. 2021.

SLOWIK, P.; LUTSEY, N.; HSU, C. W. (2020). *How technology, recycling, and policy can mitigate supply risks to the long-term transition to zero-emission vehicles*. *The International Council on Clean Transportation*, dezembro de 2020. Disponível em: <<https://theicct.org/sites/default/files/publications/zev-supply-risks-dec2020.pdf>>. Acesso em: 27 Set. 2021.

WEF, World Economic Forum (2019). *A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030: Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation*. Setembro de 2019. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_Vision\\_for\\_a\\_Sustainable\\_Battery\\_Value\\_Chain\\_in\\_2030\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf)>. Acesso em: 27 Set. 2021.