

TECNOLOGIA

MOBILIDADE ELÉTRICA

FOCO NAS BATERIAS DE LÍTIO



Detalhe de bateria de lítio da empresa paulista Electrocell

LÉO RAMOS CHAVES

Iniciativas podem inserir o Brasil no crescente mercado de sistemas de armazenamento de energia para veículos elétricos

Domingos Zaparolli

OBrasil pode passar a integrar em breve o grupo de países que fabricam baterias para mobilidade elétrica, segmento liderado por China, Estados Unidos, Japão e Coreia do Sul. Pelo menos quatro iniciativas, envolvendo empresas nacionais em colaboração com estrangeiras, estão em curso no país com essa finalidade. Na maioria delas, a tecnologia das baterias foi ou está sendo desenvolvida pelo parceiro internacional. Um dos projetos é encabeçado pela Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (Codemge), que fechou um acordo em 2018 com a companhia inglesa Oxis Energy para constituir a primeira fábrica em escala industrial de células de bateria de lítio-enxofre (Li-S) do mundo. A tecnologia, segundo a Oxis, tem desempenho e segurança superiores ao das baterias de lítio-íon, a principal solução que abastece o mercado de veículos elétricos. A tradicional fabricante de baterias Moura, a desenvolvedora de sistemas de células a combustível Electrocell e um consórcio que une os mineiros da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) e os japoneses da Toshiba também planejam se estabelecer nesse segmento.

Em um primeiro momento, o alvo da Oxis Brasil, empreendimento fruto da parceria entre a Code-mge e a Oxis Energy, será o segmento de veículos pesados, como ônibus e caminhões, e as indústrias de defesa e aeroespacial, com aplicações em drones, satélites e os veículos elétricos de decolagem e aterrissagem vertical (eVTOLs). Planejada para ser erguida em Nova Lima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, com um investimento de US\$ 56 milhões, a fábrica deve começar a operar em 2022 com uma produção anual de 300 mil células de bateria. No segundo ano, a expectativa é de chegar a 1,2 milhão de unidades, metade da capacidade total esperada. A estrutura já prevê uma futura ampliação, que permitirá a fabricação anual de 4,8 milhões de células.

Uma bateria veicular é, na verdade, um conjunto de pequenas baterias (chamadas células), que são integradas, formando um pacote, e geridas por um software denominado BMS (Battery Management System ou sistema de gestão de bateria). Para cada aplicação é desenhado um pacote específico de células com ligações em série e em paralelo. Uma bateria para ônibus, por exemplo, demanda por volta de 10 mil células. Rodrigo Mesquita, gerente da unidade de Novos Negócios da Codemge, informa que a fábrica não se dedicará a produzir as baterias. Essa função ficará a cargo de empresas integradoras de células e sistemas BMS.

“Estamos em fase de definição dos parceiros que farão essa integração. Esperamos atrair alguns deles para o Brasil”, afirma. Os integradores

deverão ser indicados pelos futuros clientes das baterias. Entre as companhias que já manifestaram interesse no equipamento estão a brasileira Embraer, as norte-americanas Boeing e Lockheed Martin, o consórcio europeu Airbus e as alemãs Mercedes-Benz e Porsche.

A tecnologia das células de baterias de lítio-enxofre foi desenvolvida pela Oxis Energy. A Codemge, por meio do fundo de investimentos Aerotec, criado por ela, investiu no ano passado R\$ 18,6 milhões por uma participação de 12% na Oxis Energy e trouxe o projeto industrial para o Brasil a fim de adensar a cadeia produtiva do lítio em Minas Gerais. A região do Vale do Jequitinhonha, no norte do estado, desponta com potencial de se posicionar como grande produtora do minério.

A Oxis Brasil será a primeira fábrica em escala comercial de baterias de lítio-enxofre do planeta. A tecnologia está em desenvolvimento em vários centros de pesquisa do mundo. No Japão, a Sony trabalha para criar baterias de smartphones com os materiais, enquanto nos Estados Unidos a Sion Power Corporation desenvolve baterias veiculares de lítio-enxofre. Esse também é o objetivo do Projeto Alise, um consórcio europeu formado por 16 empresas, do qual a Oxis Energy faz parte, cujo foco é o desenvolvimento de novos materiais e o entendimento dos processos eletroquímicos envolvidos na tecnologia de enxofre e lítio.

Em 2018, o Brasil produziu apenas 600 toneladas (t) de lítio, volume equivalente a cerca de 0,7% do mercado global. A produção brasileira foi realizada pela Companhia Brasileira de Lítio



Laboratório da Oxis Energy, na Inglaterra, criadora das baterias de lítio-enxofre

Como as baterias de lítio funcionam

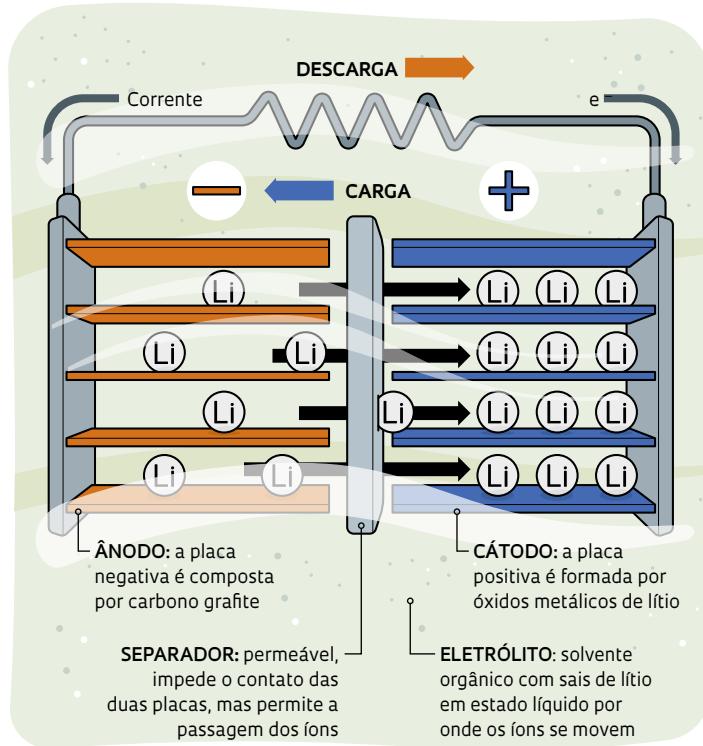
Por serem feitas com um metal leve, elas conseguem armazenar mais energia em menos espaço

① CARGA E DESCARGA

Ions de lítio se deslocam do ânodo para o cátodo, gerando uma corrente elétrica. Na recarga, os íons fazem o movimento inverso, acumulando energia na bateria

② NOVOS MATERIAIS

Para elevar sua densidade energética e capacidade de gerar energia, empresas estudam o uso de outros materiais, como enxofre e óxidos de nióbio e titânio (NTO), na composição das baterias de lítio



FONTE: CPQD

(CBL), empresa na qual a Codemge tem participação societária. O Serviço Geológico do Brasil estima que as reservas nacionais, concentradas no Vale do Jequitinhonha, respondam por 8% do minério no mundo, de cerca de 14 milhões de toneladas. Austrália e Chile são os maiores produtores globais de lítio, com, respectivamente, 51 mil t e 16 mil t.

Olítio é um metal leve e de alta densidade energética, ou seja, capaz de concentrar mais energia em um espaço menor quando comparado com as baterias de níquel-cádmio utilizadas nos primeiros celulares e notebooks ou as automotivas convencionais de chumbo-ácido, empregadas para acionar o motor de veículos a combustão (ver Pesquisa FAPESP nº 258). A maioria das baterias de lítio-íon é construída com uma combinação na qual o ânodo (polo negativo) é feito com carbono grafite, enquanto o cátodo (polo positivo) é composto com óxido de lítio e um mix de metais, que inclui níquel, manganês e cobalto. O eletrólito (o meio por onde os átomos de íons se movem entre os polos) é uma mistura de solventes orgânicos e sais de lítio (ver infográfico acima).

Valdirene Peressinotto, coordenadora de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) da Codemge, explica que, por conta dos materiais utilizados e do processo produtivo, essa combinação de materiais apresenta problemas de segurança quando exposta a situações de estresse, como aquecimento acima de 45 °C, curto-círcuito e perfuração, um risco que existe em caso de colisão de veículos. A solução de bateria criada pela Oxis Energy prevê o uso de lítio metálico no ânodo, substituindo o carbono grafite, e uma combinação de enxofre e carbono no cátodo. A empresa desenvolveu uma tecnologia própria para o cátodo e o eletrólito. Os testes realizados indicam que essas novas baterias são seguras, operam normalmente em temperaturas que vão de 60 °C negativos a 80 °C positivos e não explodem quando perfuradas ou quando em condição de curto-círcuito.

Além da segurança de operação, outra vantagem das baterias de lítio-enxofre é a densidade energética. Enquanto as de lítio-íon concentram no máximo 240 watts-hora por quilo (Wh/kg), as de lítio-enxofre armazenam 450 Wh/kg. Na prática, isso permite construir baterias menores, mais leves, que proporcionam uma maior

O prêmio Nobel de Química deste ano foi dado a três pesquisadores que conduziram pesquisas relacionadas às baterias de lítio

autonomia aos veículos. Um dado importante, observa Peressinotto, é que as de lítio-íon já estão próximas de seu limite teórico de eficiência, enquanto as de lítio-enxofre ainda têm potencial de evolução em relação à densidade energética. “A expectativa da Oxis é de alcançar uma densidade de 550 Wh/kg já em 2020”, informa a coordenadora de PD&I da Codemge.

Com sede em Araxá (MG), a CBMM é a maior produtora global de nióbio (ver Pesquisa FAPESP nº 277). Em 2018, fechou uma parceria com a Toshiba Corporation para criar uma nova bateria de lítio. A proposta do departamento de P&D da Toshiba é substituir o ânodo de carbono por óxidos mistos de nióbio e titânio (NTO), mantendo a configuração tradicional de uma liga de lítio e metal no cátodo. Segundo Rogério Marques Ribas, gerente-executivo de baterias da CBMM, enquanto o ânodo de carbono reage ao lítio e gera estresse estrutural, como um aumento de volume de 13% durante a recarga, o NTO tem comportamento diferente. “Essa diferença permite maior potência e mais velocidade na recarga”, destaca.

Comparando duas baterias com a mesma carga energética, enquanto a versão de lítio-íon demanda quatro horas para ser recarregada, a versão com NTO só precisa de 10 minutos. A bateria NTO também apresenta durabilidade para uso em veículos superior a 15 anos, enquanto o limite já obtido nas de lítio-íon é de cinco a 10 anos. Outra vantagem é que o ânodo de NTO proporciona mais segurança em situação de estresse por aquecimento ou perfuração.

A parceria entre a CBMM e a Toshiba prevê que cada uma das empresas invista US\$ 7,2 milhões em uma fábrica-piloto, que está sendo erguida em Yokohama, no Japão, e produzirá as primeiras unidades para testes dentro de dois anos. “Nossa expectativa é de ter a tecnologia homologada pelos clientes em 2021, o que será o aval para a construção de uma linha de produção em escala industrial”, diz Ribas. Segundo ele, outro projeto de uso de nióbio em baterias é conduzido pela

norte-americana Wildcat Discovery Technologies, em San Diego, na Califórnia. A CBMM também é parceira na empreitada, cujo objetivo é o emprego do nióbio no cátodo. O projeto encontra-se em fase inicial de desenvolvimento.

A busca por melhor desempenho nas baterias recarregáveis para veículos elétricos reflete um esforço mundial iniciado há algumas décadas. Anunciado pela Academia Real Sueca de Ciências em outubro, o prêmio Nobel de Química de 2019 foi conferido ao matemático e físico norte-americano John Bannister Goodenough, ao químico britânico M. Stanley Whittingham e ao químico japonês Akira Yoshino pelos estudos conduzidos por eles nos anos 1970 e 1980 e que levaram ao desenvolvimento e à produção comercial das baterias de lítio-íon modernas (ver página 16).

De acordo com o relatório *Global EV Outlook 2019* publicado pela Agência Internacional de Energia (IEA), os principais trabalhos em desenvolvimento na atualidade envolvem mudanças nas características químicas das baterias, como cátodos construídos com óxido de lítio e uma composição metálica formada com 80% de níquel, 10% de manganês e 10% de cobalto, ao contrário das atuais, que contam com participação igual dos três metais.

Outra linha de desenvolvimento é a de cátodos de lítio com níquel, cobalto e óxido de alumínio, uma solução usada apenas em baterias de pequeno porte. O material mais estudado para a aplicação em ânodos é o compósito de silício-grafite. A indústria automobilística espera que avanços significativos em aumento da densidade de energia e redução de custos sejam obtidos até 2025.

A frota global de carros elétricos (puros e híbridos) ultrapassou 5,1 milhões de veículos em 2018 e a de ônibus alcançou 460 mil unidades, segundo a IEA. A expectativa para 2030 inclui cenários nos quais a frota de automóveis irá variar de 130 milhões a 250 milhões. No Brasil, o número de veículos elétricos e híbridos alcançou 10,6 mil unidades em 2018, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). Não há projeções para o mercado brasileiro, mas a expectativa de expansão da frota nacional motiva empresas a produzirem localmente baterias de lítio-íon.

O Grupo Moura, tradicional fabricante de baterias veiculares de chumbo, estabeleceu em sua sede, em Belo Jardim (PE), uma unidade de P&D de baterias de lítio. Ainda em 2019 chega ao mercado uma primeira versão para empilhadeiras. A empresa também fechou parceria com a americana Xalt Energy, detentora de tecnologia de baterias para veículos pesados, com o objetivo de atender, em um primeiro momento, o mercado de ônibus. Um contrato foi fechado com a fabricante paulista Eletra (ver Pesquisa FAPESP nº 283).

Fábrica de baterias veiculares de chumbo da Moura: preparada para produzir as recarregáveis de lítio-íon



Fernando Castelão, diretor da Divisão de Lítio da Moura, informa que a companhia irá adaptar as baterias da Xalt para as condições de uso no Brasil. Uma nova fábrica da Moura inaugurada em 2018 está projetada para produzir o item. Segundo Castelão, as baterias de lítio-íon demandam cuidados especiais de segurança para garantir vedação e proteção adequadas em relação ao contato com água. Necessitam também de um sistema de resfriamento para manter a temperatura correta. “Os veículos no Brasil são submetidos a condições climáticas distintas dasquelas dos países do Norte”, destaca o executivo.

Em São Paulo, a Electrocell, empresa abrigada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec) da Universidade de São Paulo (USP), trabalha no desenvolvimento de baterias de lítio-íon veicular desde 2007, tecnologia oriunda de projeto relacionado a células combustíveis apoiado pelo programa Pipe da FAPESP. A empresa fechou uma parceria com a Brasil VE Superleves, montadora nacional de veículos com chassis supercompactos instalada no Parque Empresarial Anhanguera, em Cajamar (SP), com previsão para iniciar sua atividade industrial em dezembro. A meta é produzir entre 40 e 200 unidades mensais, entre veículos de passeio de dois e quatro lugares, minicaminhões e ônibus de 12 e 24 assentos.

Engenheiro químico com especialização em fabricação de baterias de lítio na Alemanha, o diretor da Electrocell Gerhard Ett destaca que inicialmente a empresa importará as células e fará no país a integração das baterias de lítio. O primeiro lote virá da Alemanha, mas a compa-

nhia também tem contatos comerciais na China, Estados Unidos e Coreia do Sul. “Nossa meta é realizar toda a produção localmente. Já temos o conhecimento técnico necessário e dominamos o processo de fabricação. Só precisamos de escala para iniciar a produção”, afirma Ett, que também é professor do Centro Universitário FEI, em São Bernardo do Campo (SP).

Para o engenheiro mecânico Paulo Henrique de Mello Sant’Ana, do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do ABC (Cecs-UFABC), o domínio da produção de baterias será estratégico em um futuro de mobilidade elétrica. Segundo ele, é fundamental para o Brasil se posicionar como desenvolvedor de tecnologia e não apenas comprador de produtos prontos. “Ainda não sabemos se iniciativas como a da CBMM e Toshiba ou da Codemge com a Oxis terão viabilidade econômica e capacidade de aumentar o desempenho das baterias de lítio atuais, mas é excelente que brasileiros estejam envolvidos no processo de desenvolvimento”, declara. ■

Projetos

1. Desenvolvimento de compósitos de grafite injetado aplicados em processos químicos (nº 04/09113-3); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** Volkmar Ett (Electrocell); **Investimento** R\$ 601.848,93.
2. Desenvolvimento e construção de uma linha de montagem semi-automática para célula a combustível (nº 04/13975-0); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Convênio** Finep Pipe-Pappe; **Pesquisador responsável** Gerhard Ett (Electrocell); **Investimento** R\$ 433.815,72.
3. Desenvolvimento de células a combustível integrado com software e hardware de monitoração, diagnóstico, controle e periféricos (nº 00/13120-4); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** Gerhard Ett (Electrocell); **Investimento** R\$ 352.705,02.