



**WHITE PAPER DA VERTIV**

# Analizando os Equívocos Comuns Sobre a Reciclagem de Baterias de Íon-Lítio

## Sumário Executivo

As baterias de íon-lítio (Li-íon) se tornaram cada vez mais comuns no data center, mas o ceticismo sobre os custos e a sustentabilidade da reciclagem das baterias íon-lítio persiste graças, em grande parte, às informações e aos cálculos do custo total de propriedade (TCO) imprecisos ou desatualizados. A crença comum é que a maioria das baterias de íon-lítio acabam em um aterro e aquelas que são recicladas, o são através de um processo de fornalha que derrete tudo e deixa tudo, exceto os metais regenerados, totalmente irrecuperável.

Embora esse processo tenha sido comum há cinco anos, um número cada vez maior de empresas está usando processos de reciclagem que recuperam uma quantidade maior dos elementos valiosos da bateria enquanto minimizam ou eliminam os subprodutos residuais. Essas empresas não apenas proporcionam uma opção viável para reciclar as baterias de íon-lítio de forma sustentável, mas, em muitos casos, o valor destes elementos recuperados encontrados nas baterias pode compensar os custos totais do processo de reciclagem.

Esta análise discutirá quais tendências estão guiando estes novos processos de reciclagem, como eles funcionam, como eles se comparam com outros métodos de reciclagem de baterias, o que torna determinadas baterias de íon-lítio mais valiosas e outras considerações sobre a reciclagem de baterias de Li-íon.

## Histórico

As baterias de íon-lítio são uma fonte de energia comum para milhões de dispositivos de consumo, alimentando de tudo, desde telefones celulares, laptops e ferramentas até veículos híbridos e autônomos. A pesquisa de três cientistas nos anos 1970 e 1980 levou ao desenvolvimento das atuais baterias de íon-lítio. Os americanos M. Stanley Whittingham e John B. Goodenough desenvolveram os compostos químicos inicialmente usados nas baterias e Akira Yoshino, do Japão, criou a primeira bateria recarregável de íon-lítio comercial, que foi adotada pela Sony em 1991 para alimentar filmadoras portáteis. Em 2019, todos os três receberam o [Prêmio Nobel de Química](#).

Embora a tecnologia exista há décadas, as baterias de íon-lítio apareceram primeiramente nos data centers há aproximadamente cinco anos. As baterias de íon-lítio são usadas com sistemas de fonte de alimentação de energia ininterrupta (UPS) como uma forma de garantir o uptime (tempo de atividade) para a infraestrutura de missão crítica em data centers. Anos após ano, as baterias de íon-lítio estão se tornando cada vez mais populares por seu desempenho confiável, pouca necessidade de manutenção, pequeno espaço ocupado, confiabilidade em altas temperaturas e alta densidade de potência. As baterias de íon-lítio podem durar quase quatro vezes mais do que as baterias de chumbo-ácido reguladas por válvula (VRLA), o que resulta em menos trocas de baterias e menor custo de mão de obra. Com seu tamanho e peso menores, as baterias de íon-lítio para sistemas UPS economizam espaço, melhoram a flexibilidade de localização e resolvem o problema de limites baixos de peso que o piso aguenta. Entretanto, como o íon-lítio é uma tecnologia relativamente nova em data centers, a necessidade de reciclar essas baterias de íon-lítio de UPS está em sua primeira infância se comparada ao setor automotivo.

A tecnologia de reciclagem de baterias de íon-lítio primeiro ganhou força quando o volume de baterias usadas no setor automotivo passou a ser muito significativo para ser ignorado. Atualmente, a [Ásia produz mais de 90% das baterias de íon-lítio do mundo](#), e a [China sozinha possui 44% dos veículos elétricos do mundo](#). Para acompanhar o ritmo desse consumo, a China foi um dos primeiros países na direção da tecnologia de reciclagem de baterias de íon-lítio. É importante notar que embora as baterias de íon-lítio sejam customizadas para determinadas aplicações (de forma que as usadas em data centers não são exatamente as mesmas usadas em carros ou laptops ou celulares, por exemplo), o processo de reciclagem pode ser o mesmo para todos os tipos. As instalações construídas para reciclar todas essas baterias automotivas podem facilmente reciclar baterias de íon-lítio dos data centers.

Embora a Europa seja uma produtora e consumidora de baterias de íon-lítio significativamente menor do que a Ásia, a Comissão da UE está buscando [aumentar os esforços de reciclagem de Li-íon](#), um movimento que segue a linha da longa tradição da União Europeia de progresso nas normas e legislação ambiental. Se esse plano frutificar e houver mais regulamentos centrados na reciclagem de Li-íon, podemos esperar por maiores investimentos e inovação no desenvolvimento da tecnologia.

Comparado à China e à Europa, os Estados Unidos têm sido mais lentos em exigir a reciclagem de baterias de íon-lítio, particularmente no setor de data centers, mas os benefícios econômicos de reciclar os metais valiosos das baterias de íon-lítio estão estimulando mais inovação.

Também é importante lembrar que as baterias de íon-lítio continuam sendo relativamente novas ao espaço dos data centers, e a primeira geração dessas baterias ainda está em uso e provavelmente está a anos da aposentadoria. Há tempo para construir a infraestrutura de reciclagem necessária para as baterias de íon-lítio.

## O processo de Reciclagem para as Baterias de Íon-Lítio Modernas

Quando uma bateria de íon-lítio chega ao final de sua vida e é transferida para uma instalação de reciclagem, a bateria é primeiro descarregada, portanto não há energia residual sendo armazenada. Então, a bateria é separada ou através de desmontagem manual ou colocando-se os módulos de bateria em uma recicladora onde são triturados. Independentemente do processo, o que resta é uma pilha de pequenos grânulos que passam por um processo de filtragem do pó por peneiras para separar os materiais por tamanho de partícula. Os materiais usados para fazer os eletrodos das baterias de íon-lítio, como cobre e alumínio, são recuperados durante esse processo.

O que sobra após essa etapa é aquilo que é chamado pela indústria de reciclagem como a “massa negra”, ou um pó granulado preto que é mais fino do que areia, mas não fica suspenso no ar. A massa negra contém todos os materiais ativos de alto valor que formam grande parte do custo de fabricação das baterias de íon-lítio. As empresas de reciclagem muitas vezes usarão um processo químico conhecido como hidrometalurgia, que é um processo de usar soluções aquosas para separar e recuperar os metais da massa negra. Esse método é capaz de recuperar 98% dos elementos da bateria e, através da separação química, os materiais atingem o nível de pureza dos materiais que é necessário para fazer novas baterias.

## Materiais Valiosos Comumente Encontrados em Baterias de Íon-Lítio

Quatro importantes e valiosos metais usados nas baterias de íon-lítio em data centers são cobalto, níquel, lítio e manganês.

Em anos recentes, o cobalto recebeu mais atenção principalmente porque, como diz um artigo, [a metade das reservas mundiais de cobalto estão na República Democrática do Congo](#), onde questões com o trabalho infantil trazem preocupações éticas e de sustentabilidade. O mesmo artigo menciona que a metade dos recursos de lítio do mundo estão no “triângulo do lítio” na América do Sul, onde empresas de mineração têm sido acusadas de explorar os trabalhadores e destruir habitats locais.

Portanto, os esforços para obter cobalto e lítio de forma responsável têm aumentando muito os seus preços.

Fabricantes buscando por alternativas se voltaram para o cobalto reciclado, ou “mineração urbana”, que os permite obter cobalto de baterias usadas, ao invés da terra. Diferentemente do cobalto e do lítio, o níquel e o manganês não são tão concentrados geograficamente e, portanto, são mais fáceis de obter.

Em termos de valor monetário para os recicladores, o níquel está em um distante segundo lugar atrás do cobalto. Entretanto, o níquel permanece valioso por seu [crescente papel nos sistemas de armazenamento de energia](#). Fabricantes de baterias também estão indo em direção ao design de baterias sem cobalto ou com muito níquel para aumentar a densidade de energia e reduzir a dependência por cobalto, o que aumenta ainda mais a demanda por níquel e pressiona os preços para cima.

O Lítio é obviamente o ponto comum encontrado em todos os compostos químicos das baterias de íon-lítio, mas ainda é menos valioso para as recicladoras do que o cobalto e o níquel. Isso ocorre porque há, muitas vezes, apenas pequenos traços dele em cada bateria. Mas, para endereçar as preocupações mencionadas anteriormente com a mineração do lítio, poderemos ver mais organizações buscando por lítio reciclado como uma forma de obtê-lo através de uma forma mais ética.

O manganês não é tão concentrado geograficamente e não é tão valioso como os metais já mencionados, então, sob o ponto de vista de uma empresa de reciclagem, não constitui um *business case* tão grande como o cobalto, o níquel e o lítio.

## Compostos Químicos de Baterias Mais Comuns no Mercado Atual

Para as empresas de reciclagem, quanto mais cobalto e outros materiais valiosos forem encontrados em uma bateria após ela ser processada, mais dinheiro ela pode fazer por sua recuperação e venda de volta para a cadeia de suprimentos. Portanto, é importante observar os três tipos mais comuns de baterias de íon-lítio encontradas no mercado e qual o seu valor em relação aos seus compostos químicos.

- **NMC** (óxido de lítio-níquel-manganês-cobalto) tem o maior valor para reciclagem devido à presença de cobalto e níquel. As atuais empresas de reciclagem já estão tendo lucro reciclando baterias NMC.
- **LMO** (óxido de lítio-manganês) tem um valor modesto pois não tem cobalto nem níquel.
- **LFP** (ferrofosfato de lítio) tem o menor valor das três, sendo o lítio o único material valioso. Embora as baterias de íon-lítio proporcionem diversos benefícios de economia de custos, em alguns casos o valor dos materiais de uma bateria de LFP pode não cobrir todos os custos de reciclagem.

## Impacto no Ambiente, na Saúde e na Segurança

Ao longo dos anos, foram dados muito mais atenção e recursos ao processo de reciclagem de baterias VRLA por dois motivos: (1) os bem documentados efeitos na saúde e no meio-ambiente associados ao chumbo encontrado nessas baterias; e (2) a preponderância das baterias VRLA, as quais são usadas na maioria dos carros e na maioria dos sistemas UPS na indústria de data centers. Para melhor atender aos requisitos públicos de segurança relacionados ao chumbo, historicamente houve um empurrão muito mais forte para amadurecer e melhorar a tecnologia e os processos de reciclagem das baterias VRLA.

As baterias de íon-lítio podem não ser tão prejudiciais ao meio-ambiente quanto as baterias de chumbo, mas uma quantidade espantosa de baterias de íon-lítio atualmente termina em aterros sanitários. Em 2019, das 180 000 toneladas métricas de baterias de íon-lítio disponíveis para reciclagem, [mais da metade terminou em um aterro sanitário](#). A grande maioria delas foi usada em eletrônicos de consumo descartados, o que apresenta um desafio diferente, mas o ponto permanece.

Empresas com uma visão de sustentabilidade precisarão trabalhar com as empresas de reciclagem de baterias de íon-lítio que estão surgindo para desenvolver planos de reciclagem em escala e a Vertiv já começou.

## Principais Players Fomentando a Reciclagem das Baterias de Íon-Lítio

Como discutido anteriormente, as pressões do governo e as maiores taxas de consumo de baterias de íon-lítio do mundo mantiveram a China na liderança do desenvolvimento da tecnologia e infraestrutura de reciclagem. Então, não deve ser surpresa que a China tenha sido o primeiro país a construir uma moderna planta de reciclagem de baterias de íon-lítio em escala. Em 2019, a [CATL](#), a maior produtora do mundo de baterias de íon-lítio, [investiu em sua subsidiária de reciclagem de baterias de íon-lítio](#), a Guangdong Brup, para oferecer um sistema de ciclo fechado para a produção de baterias. A planta passou por uma expansão no início deste ano e atualmente tem uma capacidade de descarte de baterias de 120 000 toneladas.

Enquanto a América do Norte ainda precisa construir alguma coisa em escala, notícias recentes da indústria mostram diversas pessoas otimistas sobre o futuro da reciclagem de baterias de íon-lítio na região. A [Li-Cycle](#), uma nova empresa sediada no Canadá que recupera materiais de baterias de íon-lítio e os reintroduz na cadeia de suprimentos, garantiu aproximadamente 580 milhões de dólares em fundos em apenas cinco anos e fez [sua estreia como uma empresa de capital aberto](#) em 10 de agosto de 2021. Outra empresa emergente fazendo barulho na indústria é a [Redwood Materials](#).

Fundada pelo cofundador da Tesla, J.B.Straubel, a empresa já é a maior recicladora de baterias de íon-lítio nos EUA e [planeja construir uma fábrica de 1 bilhão de dólares e quase 100 000 metros quadrados](#) que, quando pronta, a tornará uma das maiores fábricas de materiais de baterias no mundo.

A América do Norte também está se movendo no universo do transporte de baterias no fim da vida útil com empresas como a [Veolia](#), a qual manuseia e transporta uma variedade de diferentes fluxos de resíduos, incluindo baterias de íon-lítio, e está trabalhando para se tornar uma fornecedora de logística para o setor. Todas estas empresas e o dinheiro que levantaram nos mercados público e privado indicam claramente que a indústria está, de fato, se tornando um modelo de negócios mais viável e provavelmente passará por um crescimento enorme nos próximos anos.

## Transporte de Baterias de Íon-Lítio no Final da Vida

Normalmente, as empresas de reciclagem querem que as cargas completas de baterias com compostos químicos em comum cheguem ao mesmo tempo, pois isso é mais eficiente para suas operações. Atualmente, há poucas empresas que recolhem e transportam pequenos volumes de baterias de íon-lítio. Além disso, transportar uma grande quantidade de baterias de íon-lítio recicláveis apresenta os mesmos desafios em relação a regulamentação encontrados com o transporte de baterias de íon-lítio novas.

Conforme o processo de reciclagem amadurece, as empresas de reciclagem de baterias de íon-lítio serão capazes de extrair mais materiais de cada bateria, o que compensará os custos relativos ao transporte. Portanto, podemos esperar por mais investimentos em transporte e operações logísticas, o que reduzirá os custos e aumentará a conveniência para os operadores de data centers buscando descartar suas baterias.

## Vantagens da Desmontagem para a Reciclagem de Baterias de Íon-Lítio de Data Centers

Comparado com a indústria automotiva, os data centers têm algumas vantagens distintas no que se refere a desmontar as baterias de íon-lítio usadas antes de reciclá-las. A primeira coisa a considerar é que a bateria de um veículo elétrico é mantida em um invólucro estanque grande, tornando a extração complicada. Também há uma quantidade considerável de eletrônica e sistema de resfriamento em uma bateria de veículo elétrico. Esses componentes acrescentam um peso considerável à bateria, e quanto ela é levada para uma empresa de reciclagem há uma quantidade maior de materiais indesejados que a empresa de reciclagem precisa administrar.

No data center, os módulos individuais de baterias de íon-lítio são colocados em um gabinete. O sistema de controle da bateria é fisicamente separado, então, quando os módulos de baterias estão prontos para ser reciclados, removê-los do sistema é muito mais fácil e eles são um problema menor para a empresa de reciclagem porque há menos conteúdo que não é da bateria para segregar. Essas vantagens melhoram a parte econômica da reciclagem de baterias de íon-lítio de data centers em comparação às baterias dos veículos elétricos.

## Conclusão

Especialistas da indústria preveem que a quantidade de veículos elétricos nas ruas aumentará de [10 milhões em 2020 para mais de 145 milhões em 2030](#) e, embora os números exatos ainda não estejam disponíveis, podemos esperar que a demanda por baterias de íon-lítio no data center terá um crescimento similar.

A tecnologia já abocanhou uma parte significativa do mercado de UPS para data centers. Além disso, a [Bloomberg](#) prevê uma “Idade de Ouro” para as empresas de reciclagem de baterias já que a aposentadoria de baterias deve crescer aos milhões. E, embora a reciclagem das baterias de íon-lítio ainda esteja em seu início na América do Norte, a necessidade de reduzir nossa dependência da mineração destes metais preciosos já está impulsionando maiores investimentos no desenvolvimento desse novo tipo de tecnologia de reciclagem.

Para os operadores de data centers, o valor material da reciclagem das baterias de íon-lítio fez com que algumas empresas de reciclagem passassem a pagar por módulos de baterias NMC usados, mas outros compostos químicos podem ainda ter um custo modesto para reciclar. Felizmente, a reciclagem de ambas contribui para os esforços de sustentabilidade de uma organização ao desviarem essas baterias dos aterros sanitários. Entretanto, essas iniciativas dependerão de empresas de reciclagem emergentes para escalar processos que façam sentido economicamente para os dois lados, como modelos de negócios de ciclo fechado, redes de logística confiáveis e adesão aos padrões regulatórios.

A reciclagem de baterias de íon-lítio é possível, e os esforços combinados dos principais players na China e na América do Norte já deixaram claro que há demanda e sérias oportunidades de investimento nessa tecnologia. Com tantos interesses ao redor da reciclagem das baterias de íon-lítio, é apenas uma questão de tempo antes que esse processo seja conveniente, lucrativo e sustentável para todas as partes envolvidas.



**Vertiv.com** | Sede da Vertiv, 1050 Dearborn Drive, Columbus, OH, 43085, Estados Unidos da América

© 2021 Vertiv Group Corp. Todos os direitos reservados. Vertiv™ e o logo Vertiv são marcas ou marcas registradas da Vertiv Group Corp. Todos os demais nomes e logos que fazem referência são nomes comerciais, marcas, ou marcas registradas de seus respectivos donos. Embora tenham sido tomadas as devidas precauções para assegurar que esta literatura esteja completa e correta, Vertiv Group Corp não assume nenhuma responsabilidade, por qualquer tipo de dano que possa ocorrer seja por informação utilizada ou omitida. Especificações, descontos e outras ofertas promocionais estão sujeitos a mudanças à critério exclusivo da Vertiv mediante notificação.