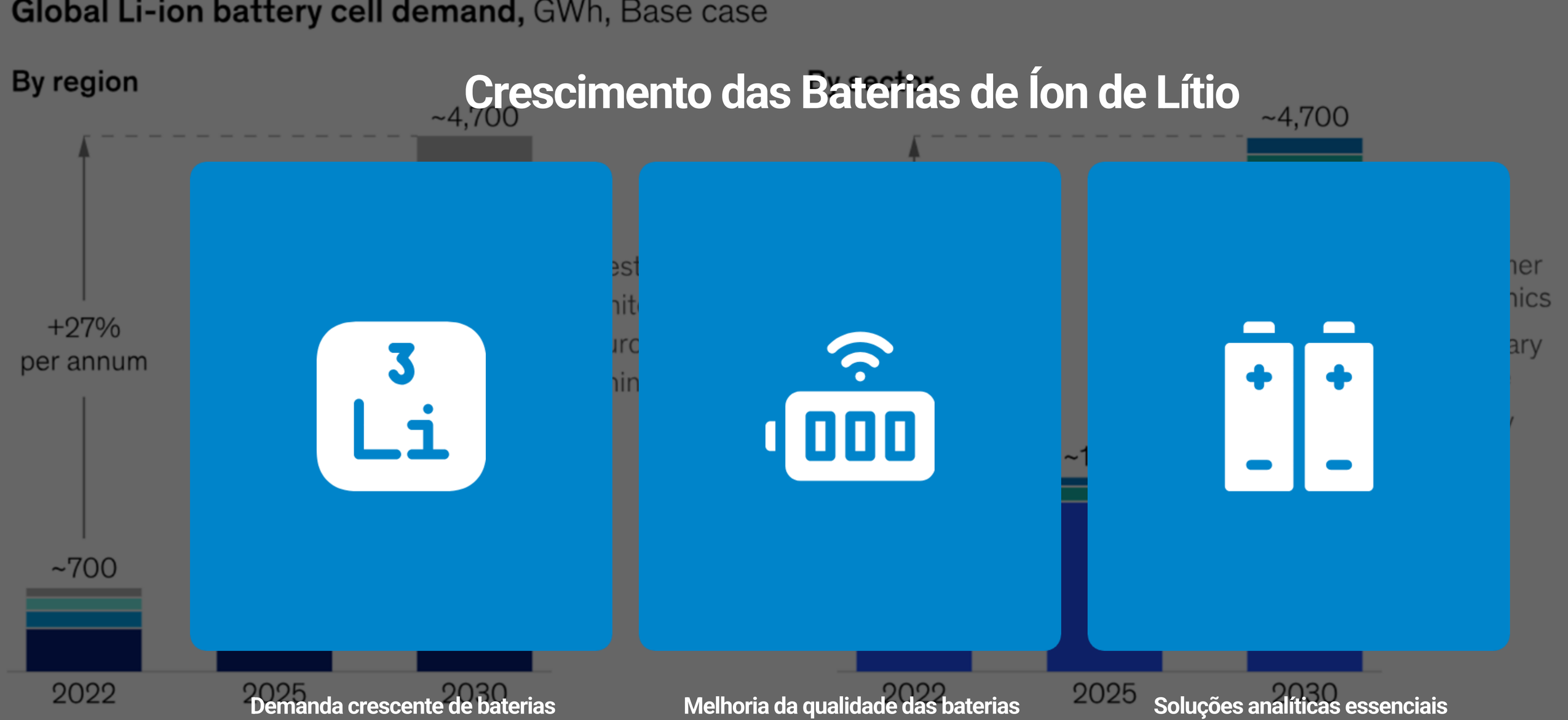
Cadeia Produtiva

Eficiência na Cadeia de Baterias

Explorando o impacto do XRF da fabricação à reciclagem de baterias

Felipe Moraes
Sales Channel Manager - Latam

Crescimento das Baterias de Íon de Lítio



Demanda crescente de baterias

A demanda por baterias de íon de lítio deve crescer 27% anualmente, totalizando cerca de 4.700 GWh até 2030.

Melhoria da qualidade das baterias

A indústria busca formas de melhorar a qualidade e o desempenho das baterias enquanto reduz os custos de produção.

Soluções analíticas essenciais

Soluções analíticas para controle de qualidade e produção são fundamentais para o sucesso na indústria de baterias.

[1]Including passenger cars, commercial vehicles, two-to-three wheelers, off-highway vehicles, and aviation.
Source: McKinsey Battery Insights Demand Model

McKinsey & Company

Benefícios do XRF na Bateria

01

Introdução ao XRF

Visão geral das tecnologias XRF e suas aplicações.

02

Aplicações na Produção

Uso do XRF para garantir qualidade na produção de baterias.

03

Análise de Cátodo e Ânodo

Processo de análise laboratorial dos componentes da bateria.

04

Reciclagem de Baterias

Importância do XRF na reciclagem e recuperação de materiais.

05

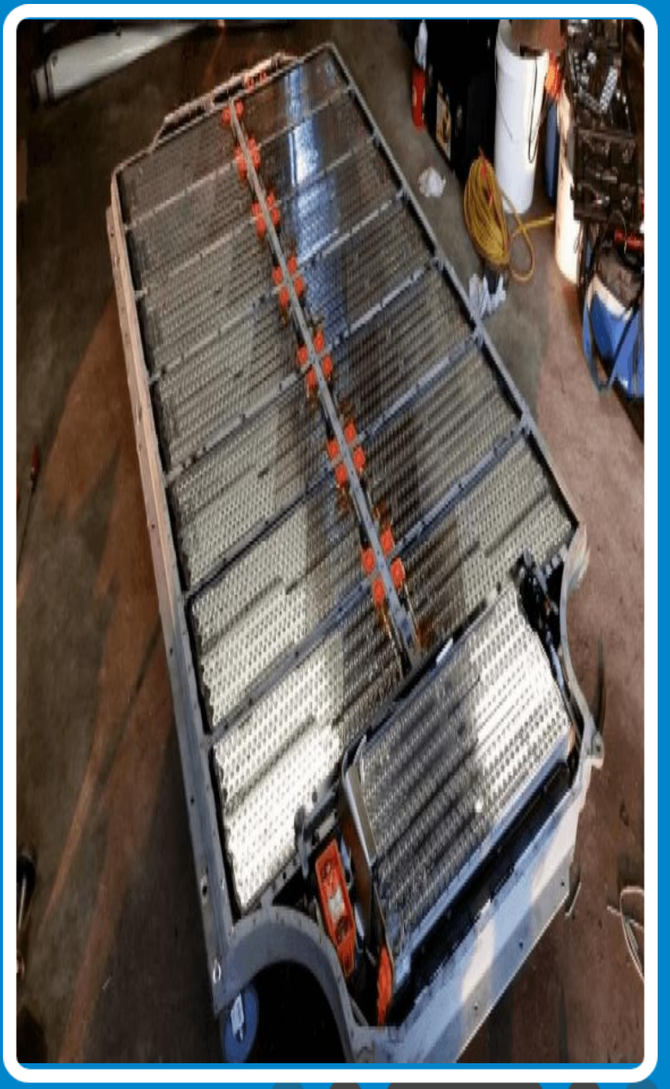
Análise Rápida de Massa Negra

Utilização do XRF para análise de materiais recicláveis.

06

Sessão de Q&A

Interação com especialistas sobre o uso de XRF.



Entendendo a Fluorescência XRF

01

Excitação de amostras

A fluorescência de raios X (XRF) começa com a excitação de uma amostra usando um feixe de raios X, que é crucial para a análise.

02

Ejeção de elétrons

Durante o processo, um elétron é ejetado de uma camada interna do átomo, criando uma lacuna que precisa ser preenchida.

03

Transição de elétrons

Um elétron de uma camada externa do átomo cai na vaga deixada pelo elétron ejetado, liberando energia.

04

Emissão de fótons

A diferença de energia resultante da transição é emitida como um fóton de raios X, característico do elemento emissor.

05

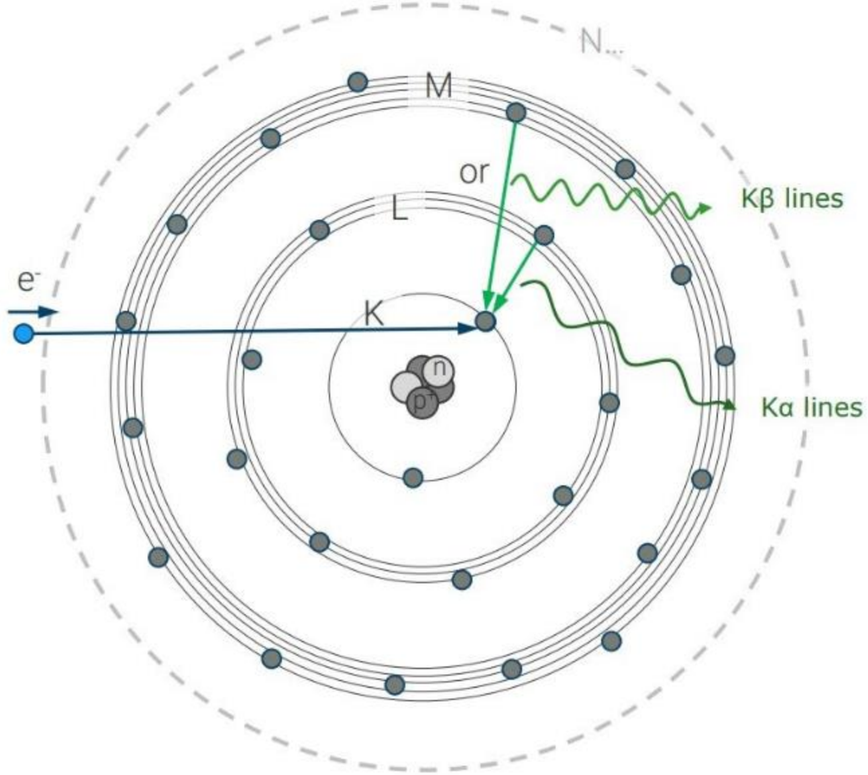
Características do elemento

A energia ou comprimento de onda do fóton emitido é característico do elemento, permitindo a identificação do material.

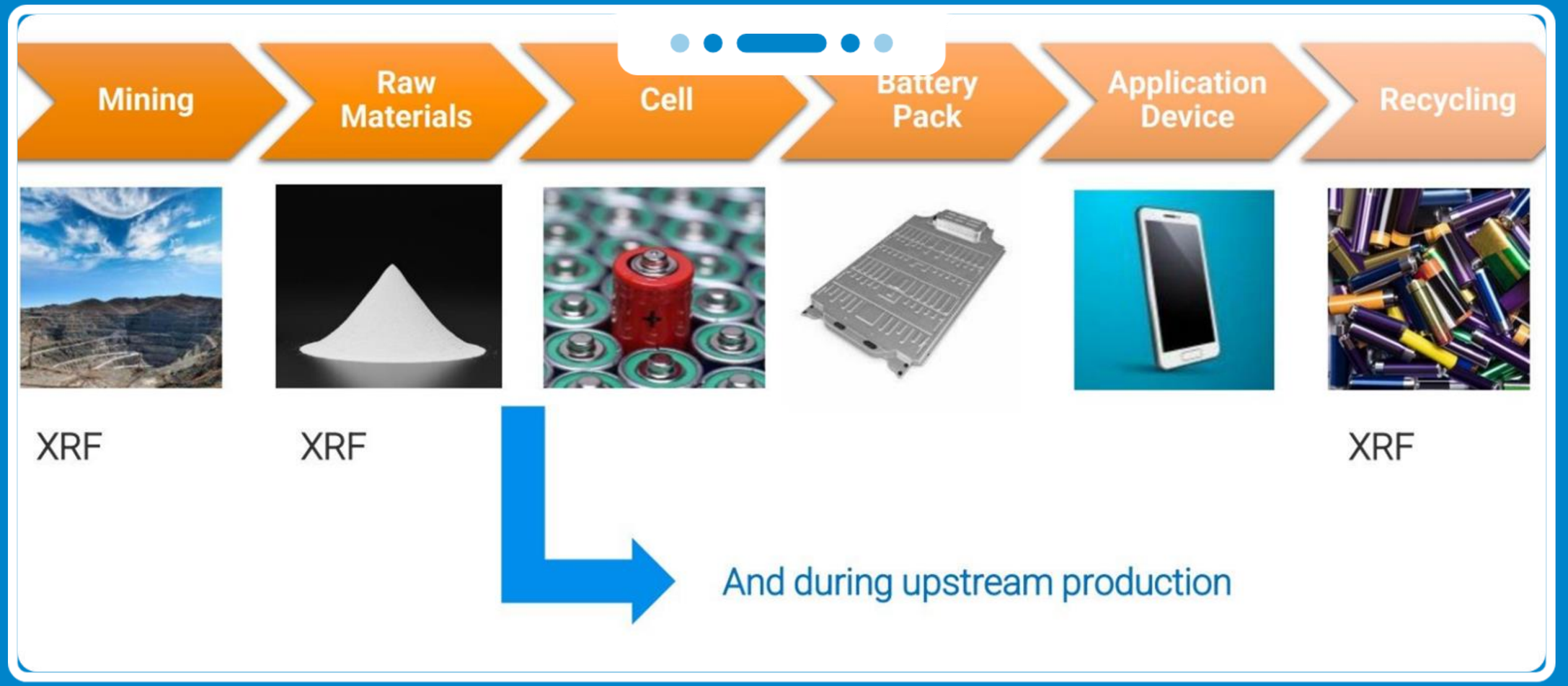
06

Intensidade da radiação

A intensidade da radiação característica detectada é proporcional à concentração do elemento na amostra, facilitando a quantificação.

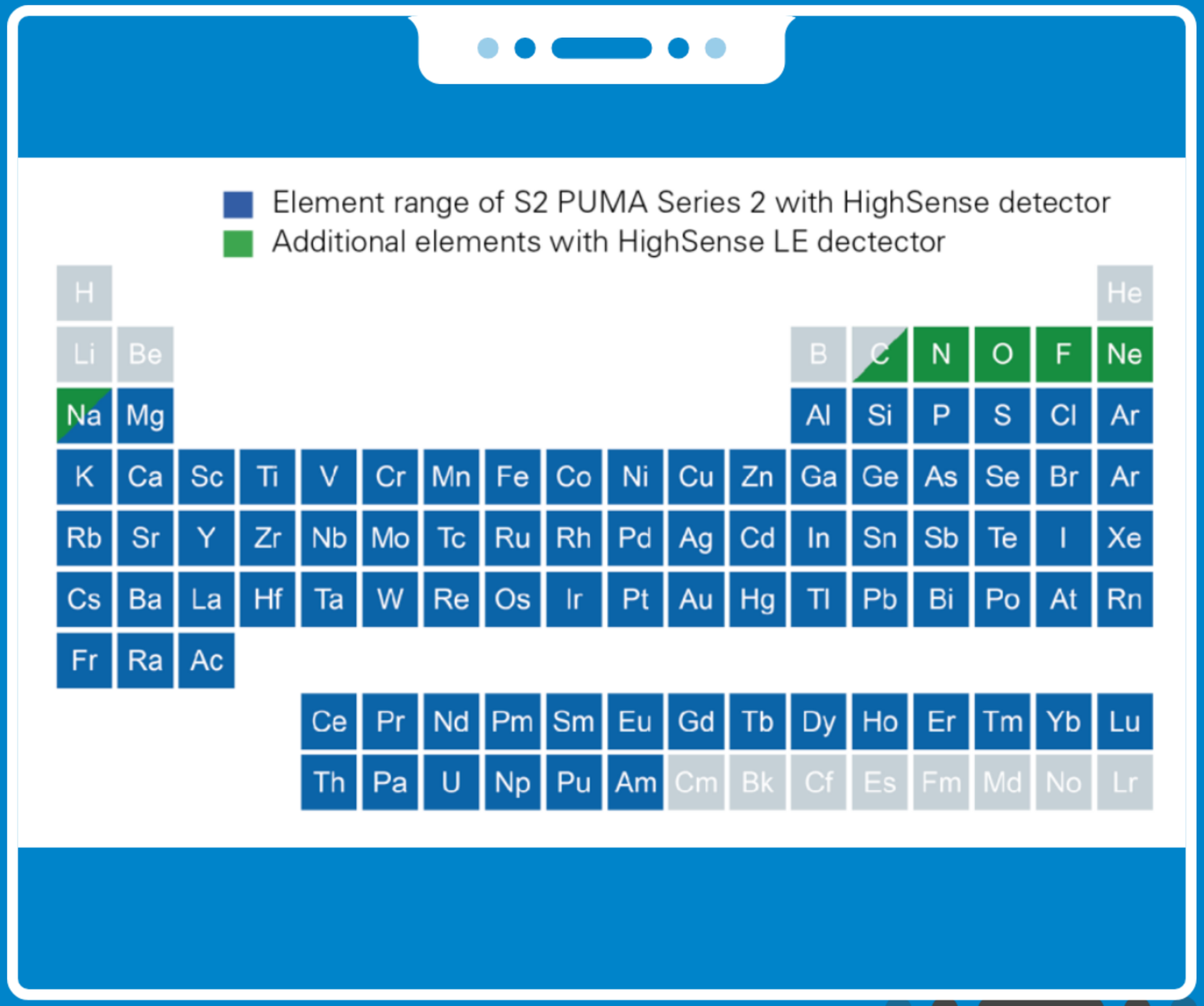


Benefícios do XRF na Cadeia de Baterias



Intervalo de Elementos e Concentração

Intervalo Elemental	Intervalo de Concentração
XRF: (B) Be a Am	(sub-) ppm a 100%



Benefícios do XRF na Cadeia de Baterias

Preparação para XRF

A preparação necessária depende da aplicação e dos requisitos analíticos específicos do teste.

Amostras de pó solto ou líquidos

Essas amostras podem ser medidas com eficiência em copos descartáveis, facilitando a análise rápida e precisa.

Amostras sólidas

Podem ser medidas na forma em que se encontram, permitindo a análise direta sem necessidade de processamento adicional.

Amostras fundidas

Podem ser tratadas com um fluxo para remover o efeito da matriz, garantindo resultados mais precisos e confiáveis.

Análise de P&D em Baterias

Espectrometria de Plasma

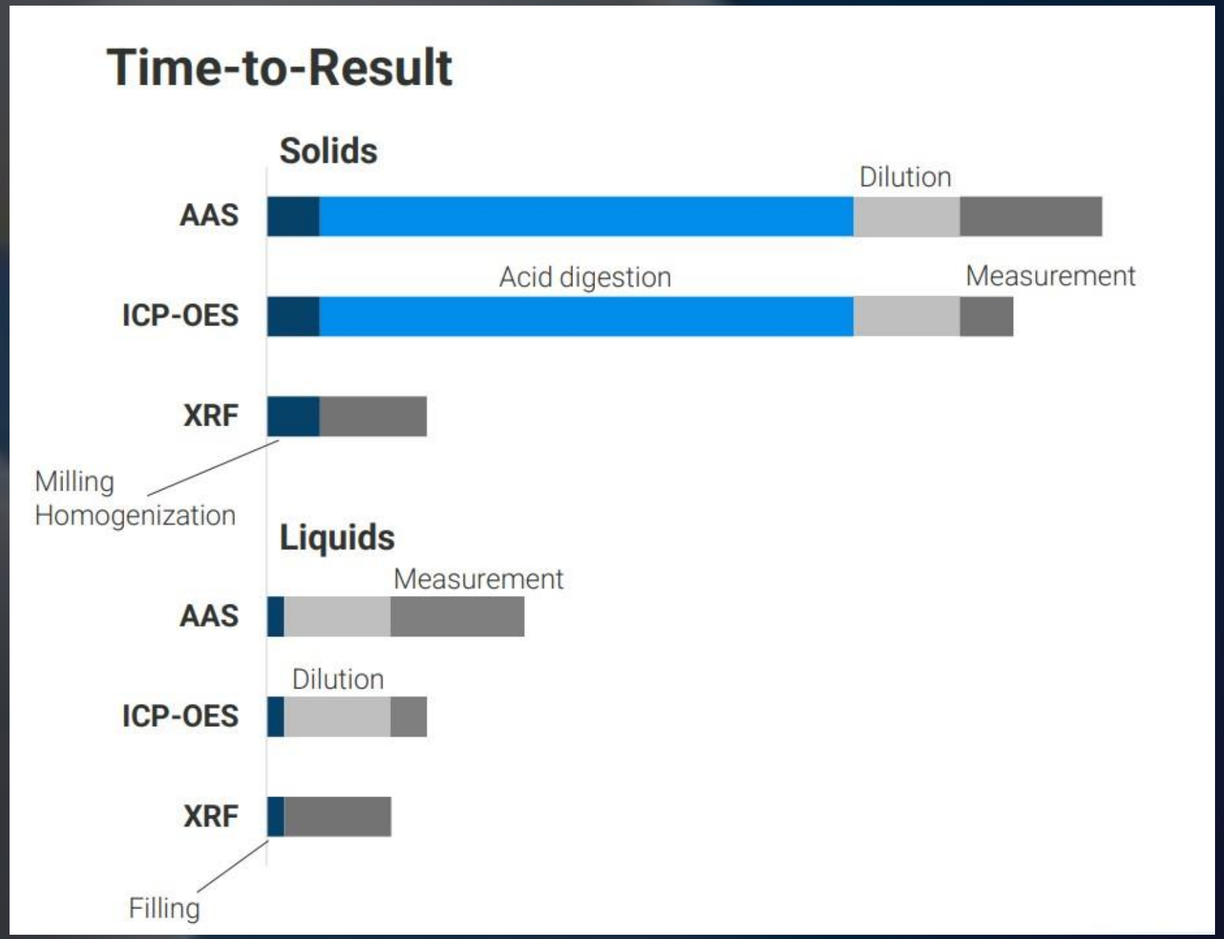
A Espectrometria de Plasma Acoplada Indutivamente é uma técnica analítica avançada, amplamente utilizada para a análise de elementos em amostras.

Preparação de Amostras

A amostra deve ser preparada, o que envolve processos como digestão e diluição, especialmente para sólidos e pós.

Limitações da Técnica

Não é adequada para verificação rápida de matérias-primas ou para controle de qualidade em linha, limitando seu uso em algumas aplicações.



Benefícios do XRF na Produção

Pureza e contaminação

A análise XRF permite verificar a pureza e contaminações das matérias-primas essenciais para a produção de baterias, garantindo a qualidade do produto final.

Materiais de Cátodo/Ânodo

XRF é utilizada para analisar materiais como Grafite, Folha de Cu e Folha de Al, essenciais para a fabricação de cátodos e ânodos em baterias.

Sais e Soluções

A técnica XRF pode ser aplicada para avaliar a pureza de Ni-, Mn-, Co-sulfato, além de Fe-fosfato em forma de sais ou soluções, fundamentais na produção de baterias.

Eletrólito

A análise de eletrólitos como o sal condutivo LiPF6 é vital para garantir a eficiência da condução elétrica nas baterias, e o XRF é uma ferramenta eficaz.

Aditivos no separador

XRF é útil para avaliar a presença e a qualidade de aditivos utilizados nos separadores de polímero, que influenciam na performance da bateria.

Estequiometria de soluções

A técnica permite verificar a estequiometria e pureza de soluções mistas de sulfato/fosfato, essenciais para a produção de materiais ativos.

Precursor de hidróxido NMC

A análise de precursores de hidróxido de NMC seco com XRF é crucial para garantir a qualidade dos materiais utilizados nas baterias.

Óxido de Li-NMC calcinado

XRF é utilizada para assegurar a pureza do óxido de Li-NMC calcinado, que é um componente chave nas baterias de íon de lítio.

Materiais em Veículos Elétricos

Consumo de Metais na Tesla

A Gigafábrica da Tesla consome grandes quantidades de metais essenciais para a produção de baterias.

Alumínio: 1.000 a 1.500 toneladas

O alumínio é um material leve e resistente, fundamental para a estrutura dos veículos elétricos.

Cobalto: 11.000 a 15.000 toneladas

O cobalto é crucial para a estabilidade das baterias de íon de lítio, impactando sua performance.

Manganês: 9.000 a 14.000 toneladas

O manganês melhora a segurança e a capacidade das baterias, sendo um componente chave.

Níquel: 113.000 a 125.000 toneladas

Alto teor de níquel nas baterias aumenta a densidade energética, proporcionando maior autonomia.

Lítio: 100.000 a 115.000 toneladas

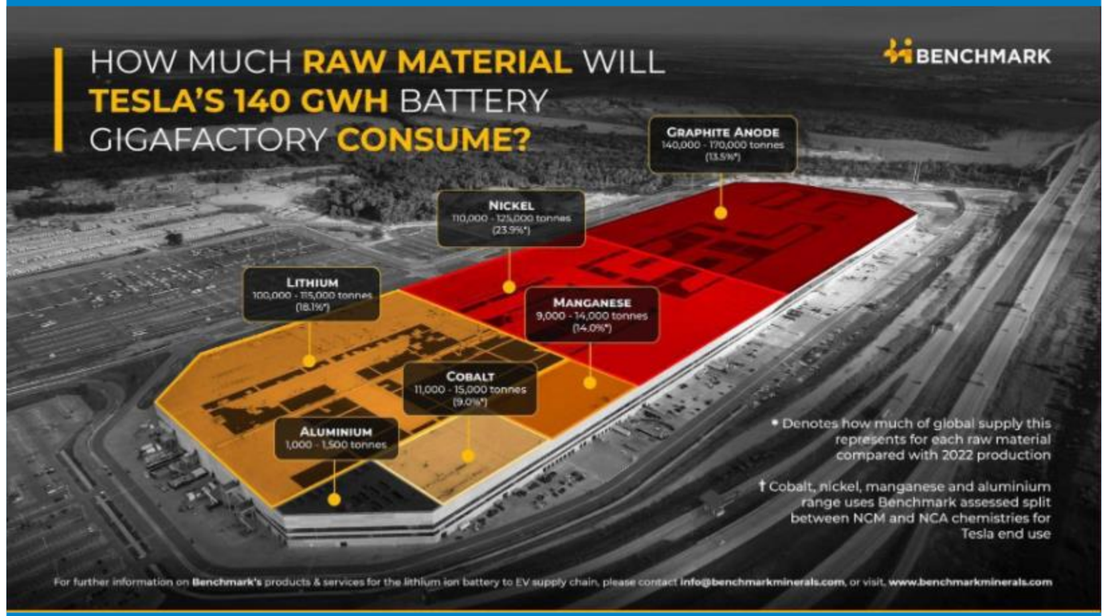
O lítio é o componente principal das baterias de íon de lítio, essencial para o funcionamento dos EVs.

Qualidade de Controle (CQ)

O CQ é essencial para garantir altos padrões de segurança e performance em veículos elétricos.

Importância de Metais

Todos os metais utilizados, desde pequenas quantidades até toneladas, requerem controle de qualidade rigoroso.



Importância das Matérias-Primas

Minérios de alta qualidade

Os minérios com teores exatos de elementos como Fe, Mn, Ni, Co, Cr, W e Mo são cruciais para uma produção eficiente de baterias.

Redução de elementos de penalidade

Elementos como As e Pb no CU, Cu e P em Fe, e tóxicos no carvão devem ser minimizados para evitar impactos negativos.

Controle de processo essencial

Um controle rigoroso do processo garante a eficiência na mineração e na produção de bens finais.

XRF como ferramenta analítica

A tecnologia XRF é fundamental para a análise e controle da qualidade dos minérios, permitindo otimização do processo.

Cadeia de Valor das Baterias

Custo da Célula da Bateria

A célula da bateria representa até 50% do custo total de um veículo elétrico.

Importância de Materiais de Qualidade

Materiais de alta qualidade são essenciais para garantir o sucesso e a eficiência da bateria.

Custo dos Materiais de Cátodo

Os materiais de cátodo são o componente mais caro, afetados pelo custo crescente do Li2CO3, representando até 16% do custo total do VE.

Controle de Processo de Cátodo

01 **Controle de Processo**

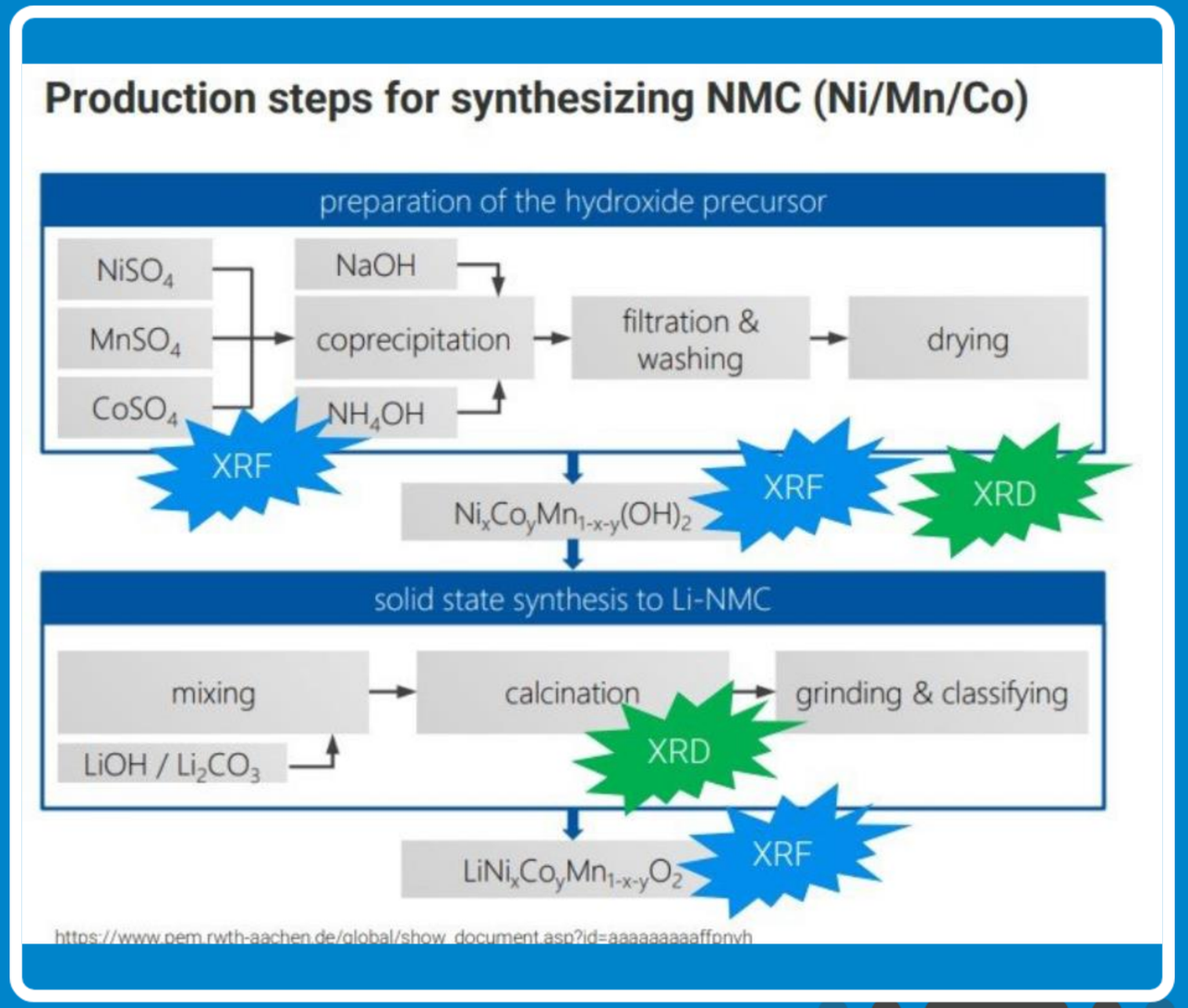
O uso de XRF e XRD é fundamental para garantir a qualidade e eficiência na produção de material de cátodo.

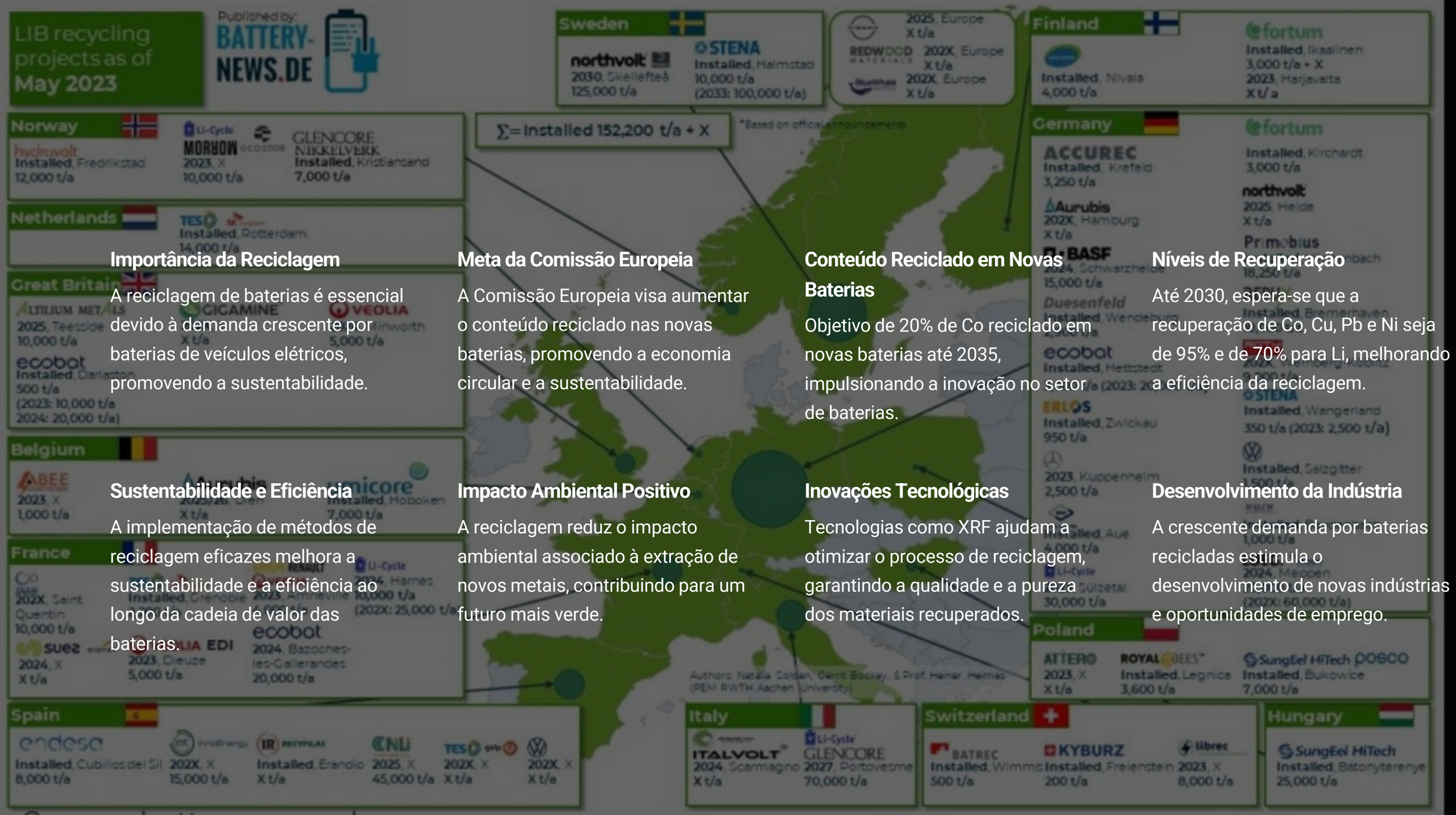
02 **Análise Estrutural com XRD**

O XRD é utilizado para realizar a análise estrutural, especialmente em precursores de hidróxido secos e pós-calcinação.

03 **Materiais Comerciais**

Os materiais de cátodo mais comuns incluem NMC, LMO e LFP, cada um com suas características específicas.





Importância da Reciclagem

A reciclagem de baterias é essencial devido à demanda crescente por baterias de veículos elétricos, promovendo a sustentabilidade.

Meta da Comissão Europeia

A Comissão Europeia visa aumentar o conteúdo reciclado nas novas baterias, promovendo a economia circular e a sustentabilidade.

Conteúdo Reciclado em Novas Baterias

Objetivo de 20% de Co reciclado em novas baterias até 2035, impulsionando a inovação no setor de baterias.

Níveis de Recuperação

Até 2030, espera-se que a recuperação de Co, Cu, Pb e Ni seja de 95% e de 70% para Li, melhorando a eficiência da reciclagem.

Sustentabilidade e Eficiência

A implementação de métodos de reciclagem eficazes melhora a sustentabilidade e a eficiência ao longo da cadeia de valor das baterias.

Impacto Ambiental Positivo

A reciclagem reduz o impacto ambiental associado à extração de novos metais, contribuindo para um futuro mais verde.

Inovações Tecnológicas

Tecnologias como XRF ajudam a otimizar o processo de reciclagem, garantindo a qualidade e a pureza dos materiais recuperados.

Desenvolvimento da Indústria

A crescente demanda por baterias recicladas estimula o desenvolvimento de novas indústrias e oportunidades de emprego.

Processo de Reciclagem de Baterias

Pirólise

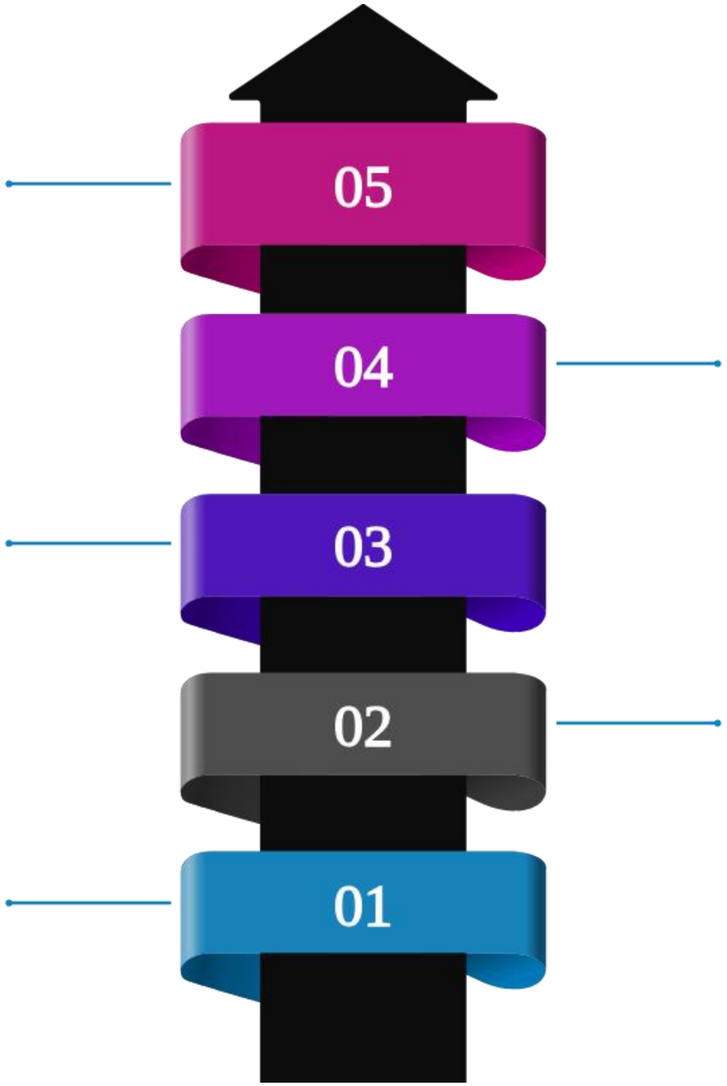
Alguns procedimentos de reciclagem utilizam pirólise em vez de trituração, tratando a matéria orgânica em altas temperaturas.

Hidrometalurgia

Processo que utiliza soluções aquosas para extrair metais como Ni, Mn, Co, e Li de maneira eficiente.

Desmontagem do Pacote

A primeira etapa do processo de reciclagem onde as baterias são desmontadas para separar os componentes.

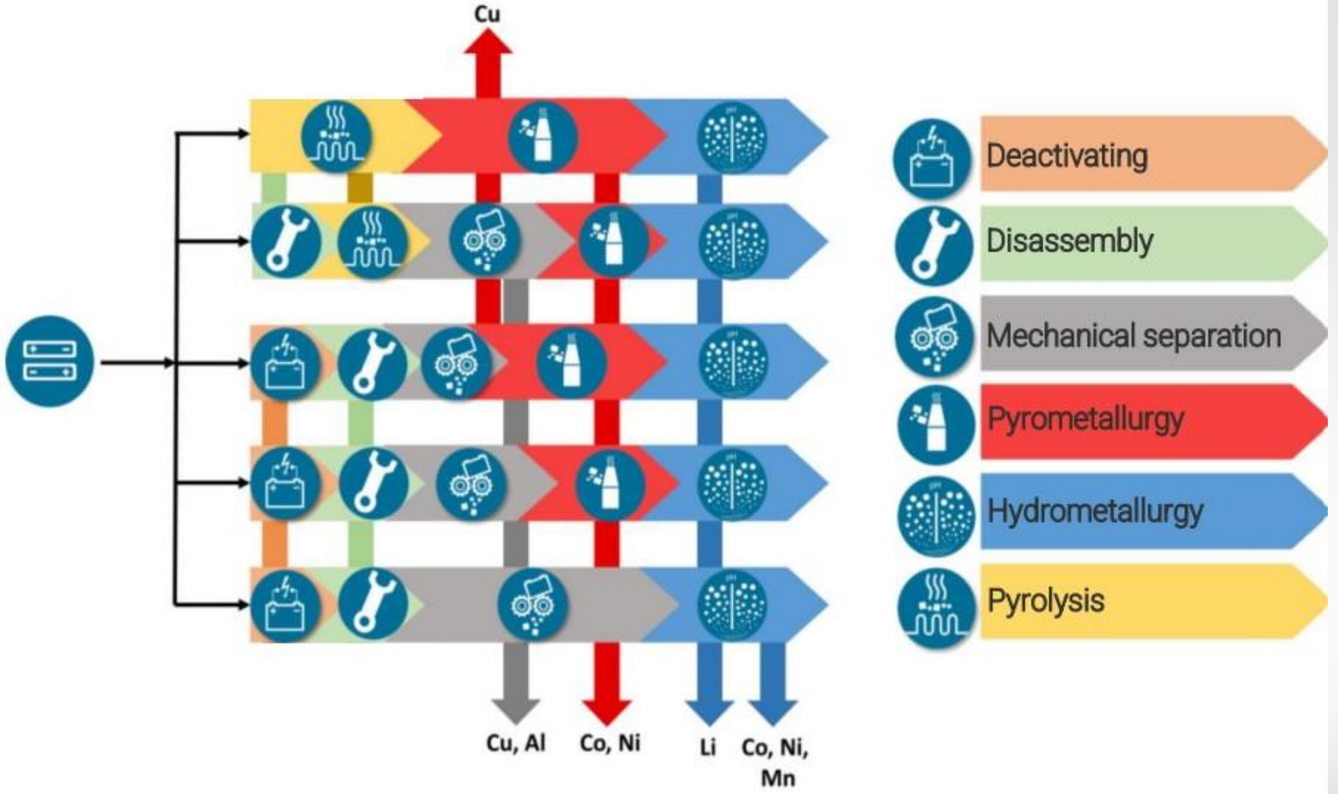


Pirometalurgia

Em muitas abordagens, a pirometalurgia é necessária para recuperar metais de alta pureza após a trituração.

Trituração da Célula

As células das baterias são trituradas sob uma atmosfera inerte ou vácuo para evitar reações químicas indesejadas.



Source: VDMA Kurzstudie Batterierecycling, Fraunhofer ISI, 2021

Análise de Massa Negra com XRF

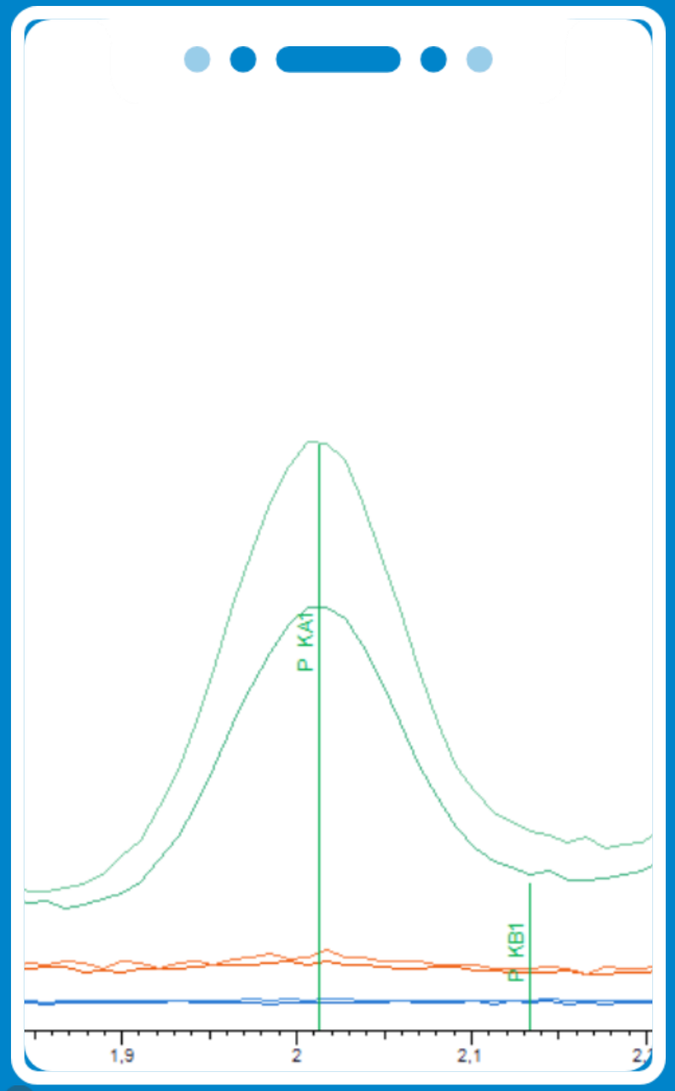
XRF para reciclagem eficaz

O XRF é utilizado para monitorar o processo de reciclagem, permitindo uma avaliação rápida e precisa da massa negra, contribuindo para a otimização do processo.

Solução ideal: CTX

O CTX é destacado como a solução ideal para a análise de massa negra, oferecendo precisão e eficiência no monitoramento.

Benefícios do XRF na Bateria



Preparação da amostra

A preparação da amostra resulta em intensidades mais altas, especialmente para elementos mais leves, melhorando a precisão da análise.

Reproduzibilidade

Pressionar a amostra é fácil, altamente reproduzível e rápido, garantindo consistência nos resultados obtidos.

Eficiência no processo

A simplicidade do processo de preparação da amostra contribui para uma análise mais eficiente ao longo da cadeia de valor das baterias.

Benefícios do XRF na Bateria

- **Análise de ID e QC**

  A análise de identificação e controle de qualidade (QC) de matérias-primas é vital para garantir a pureza e a conformidade dos materiais usados na fabricação de baterias.

- **Monitoramento do processo de reciclagem**

  O XRF permite um monitoramento contínuo do processo de reciclagem, garantindo a eficiência e a recuperação máxima dos materiais valiosos.

- **Análise rápida de massa negra**

  A análise rápida de massa negra utilizando XRF facilita a avaliação imediata de materiais recicláveis, otimizando o processo de produção.

XRF e Baterias

Venha nos visitar

Bruker.com/battery

Know More