

Terras raras: impacto relevante

Uma análise aprofundada das terras raras

Este ano foi marcado por crescentes tensões geopolíticas e, dada a maior atenção global às terras raras, preparamos um relatório para ajudar os investidores a entender esse mercado complexo. Neste relatório, descrevemos toda a cadeia de valor, desde a mineração até o uso final (outro de nossos principais temas), examinamos o domínio da China e sua militarização do setor e analisamos as iniciativas ocidentais para reduzir essa dependência. Também destacamos o potencial do Brasil de emergir como um player importante, apoiado por sua grande base de recursos e forte alinhamento com as cadeias de abastecimento ocidentais. Nosso objetivo é oferecer aos investidores uma estrutura para obter exposição a um tema emergente e relevante.

Um tema global em destaque

Dada a importância estratégica dos elementos de terras raras (RRE) em veículos elétricos, robótica, defesa e segurança — e o domínio da China nesse segmento —, eles se tornaram cada vez mais uma ferramenta geopolítica, com Pequim impondo cotas de exportação para restringir o fornecimento. Isso levou os EUA e outras nações ocidentais a acelerar os investimentos e expandir a capacidade fora da China, com acordos notáveis já assinados com a Austrália e o Japão. Mesmo com tréguas provisórias na guerra comercial, os EUA têm incentivos claros para continuar promovendo cadeias de abastecimento alternativas para reduzir a dependência dessa commodity estratégica. Embora o entusiasmo atual do mercado tenha elevado o valuation em todo o setor, vemos os esforços de diversificação ocidentais como estruturais e duradouros.

O papel estratégico do Brasil

Em meio ao esforço global para garantir o abastecimento ocidental de terras raras, o Brasil se destaca como um potencial vencedor. O país possui cerca de 21 milhões de toneladas de reservas, a segunda maior do mundo depois da China, com depósitos de argila iônica ricos em terras raras pesadas que oferecem vantagens competitivas. Parcerias recentes, incluindo a Brazilian Rare Earths com a US International Development Finance Corporation e a Viridis Mining com a Bpifrance Assurance Export, destacam o crescente interesse global. Acreditamos que o Brasil pode ser o próximo país para acordos estratégicos que visam reduzir a dependência do abastecimento chinês.

Como aproveitar? Aclara é a mais consolidada; Viridis em estágio inicial

A Serra Verde é atualmente o único grande ativo operacional de terras raras no Brasil, embora não seja listada. Vários players listados em fase pré-operacional oferecem exposição inicial a esse tema estrutural. Destacamos a Viridis Mining como um dos nomes mais promissores, dada sua base de recursos potenciais e altos teores, enquanto a Aclara Resources também se destaca como uma tese mais consolidada, graças ao apoio da Hochschild Mining/CAP. A Meteoric também é uma empresa

Analistas

Leonardo Correa

Brasil – Banco BTG Pactual S.A.

Marcelo Arazi

Brasil – Banco BTG Pactual S.A.

Bruno Henriques

Brasil – Banco BTG Pactual S.A.

que acompanhamos com perspectivas promissoras. Apesar dos riscos inerentes e da volatilidade dos projetos em fase inicial, vemos essas empresas como uma das melhores teses para obter exposição à história das terras raras brasileiras.

Destaques – um resumo rápido do relatório

- Os elementos de terras raras (REE) são um grupo de 17 elementos com propriedades magnéticas, luminescentes e eletroquímicas.
- Apesar de serem abundantes na crosta terrestre, a extração e separação econômicas são complexas e caras.
- Ímãs de alta potência dominam a demanda de uso final, impulsionados por veículos elétricos, energia eólica e aplicações de alta tecnologia.
- Neodímio, cério e lantânio respondem por mais de 80% do consumo total de terras raras.
- A China refina cerca de 90% do fornecimento global de terras raras e lidera a fabricação de ímãs, definindo os preços de mercado.
- A reciclagem ainda é limitada, mas poderá atender a 10-15% da demanda por Neodímio, cério e lantânio magnéticos até 2035.
- A demanda global deve crescer a um CAGR de 3-7%, impulsionada por veículos elétricos, energia renovável e robótica.
- Os veículos elétricos são o maior impulsionador estrutural, com o uso de terras raras previsto para mais que dobrar nesta década.
- O crescimento adicional vem de turbinas eólicas, defesa e segmentos emergentes, como eVTOLs e robótica.
- Os países ocidentais estão pressionando para diversificar o fornecimento, apoiados por incentivos políticos dos EUA e da Austrália.
- No segundo mandato de Trump, os EUA reativaram iniciativas relacionadas a minerais críticos para reconstruir as cadeias de abastecimento domésticas.
- A China continua a usar sua posição dominante como alavanca geopolítica e econômica nas negociações comerciais.
- Um realinhamento global está em andamento, com novos projetos surgindo na Austrália, África e América Latina.
- O Brasil detém a segunda maior reserva do mundo (21 milhões de toneladas), uma oportunidade estratégica, de baixo custo e rica em elementos de terras raras pesados.
- Player locais/regionais (Viridis Mining, Meteoric Resources, Aclara Resources, Brazilian Rare Earths e Serra Verde) estão avançando em projetos que podem consolidar um centro ocidental de REE.

Impacto global e panorama estratégico

Panorama geopolítico

Aplicações de alta tecnologia e outras aplicações críticas, como semicondutores, defesa, veículos elétricos e energias renováveis, elevaram a relevância estratégica global dos elementos de terras raras, especialmente devido à dinâmica de oferta restrita discutida ao longo deste relatório e seu papel essencial na viabilização dessas indústrias.

Nos últimos meses, o debate sobre os elementos de terras raras ganhou novo momento, especialmente desde que o presidente Trump reacendeu as tensões comerciais entre os EUA e a China. Enquanto os EUA visaram a China com tarifas amplas sobre produtos chineses, a China retaliou restringindo as exportações de terras raras, mais notavelmente com controles de exportação sobre sete elementos há algumas semanas.

Essas medidas começaram a repercutir em toda a economia dos EUA, especialmente do ponto de vista estratégico de longo prazo (dada a falta de diversificação do abastecimento). Nossa opinião é que a “militarização” das terras raras deve continuar no médio prazo, especialmente dada a alta dominância da China sobre esse mercado e a importância dessas indústrias, que são comumente vistas como agendas de “segurança nacional”.

Iniciativas dos EUA e do Ocidente

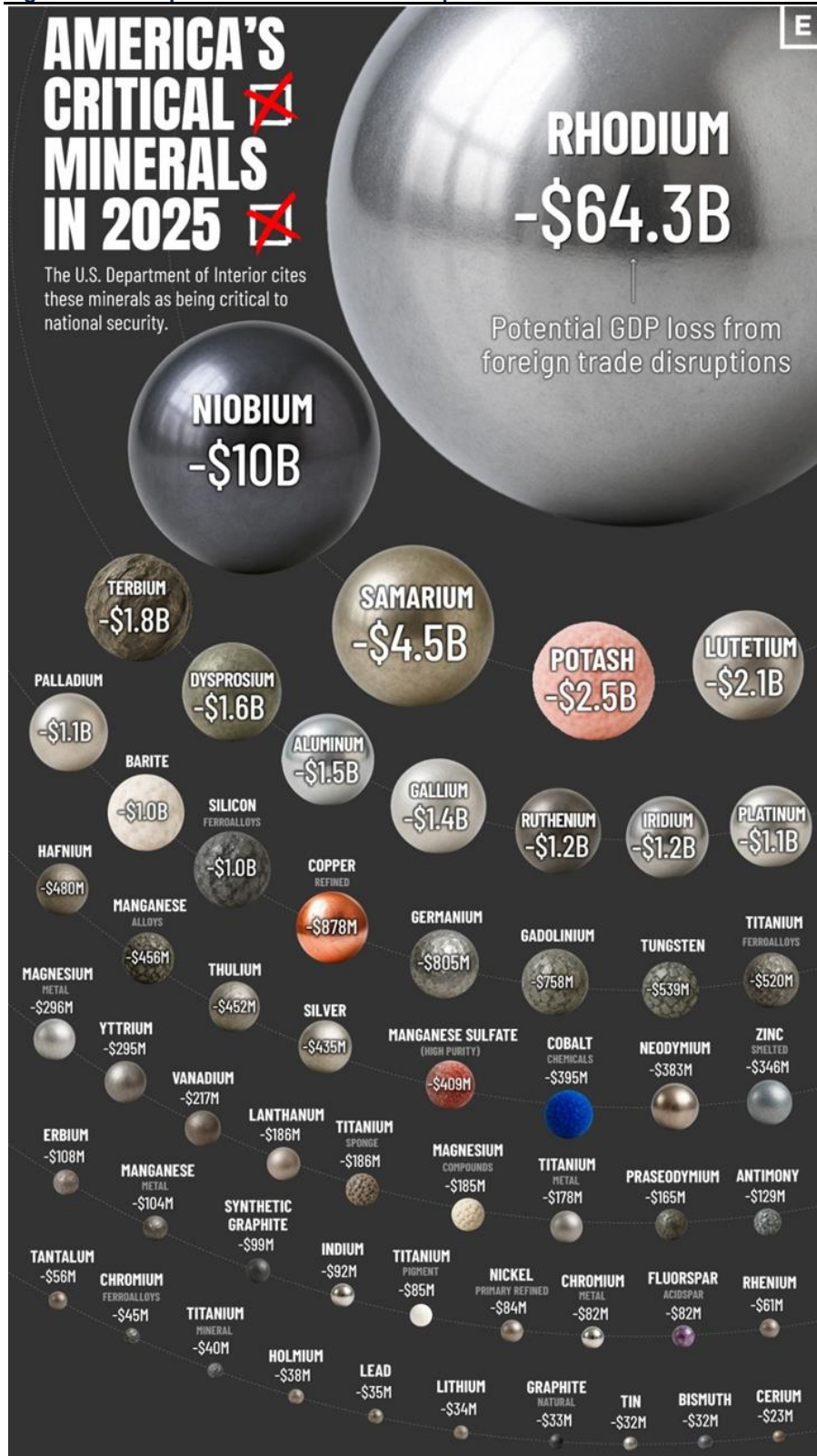
Dada a posição dominante da China no mercado, particularmente em capacidade de separação (>90%), os Estados Unidos e outras nações ocidentais têm trabalhado para mitigar os riscos de longo prazo, por meio da evolução dos investimentos e do apoio político à indústria. Nos EUA, várias iniciativas surgiram sob estruturas como a Lei de Produção de Defesa (DPA) e a Lei de Redução da Inflação (IRA – Inflation Reduction Act), ambas com o objetivo de estimular o investimento em minerais críticos e cadeias de abastecimento de tecnologia limpa.

Além disso, houve investimentos diretos apoiados pelo governo, como os que apoiam a MP Materials, com o objetivo de fortalecer a capacidade doméstica de separação e fabricação de ímãs. Mais recentemente, o J.P. Morgan anunciou uma iniciativa de US\$ 1,5 trilhão voltada para setores estratégicos, incluindo manufatura avançada, defesa e aeroespacial, independência energética e tecnologias estratégicas, todos fatores-chave para a demanda por terras raras.

Fora dos EUA, a Austrália está se posicionando como um importante fornecedor global, aproveitando o financiamento do governo e grandes reservas. Empresas como Iluka Resources e Arafura Rare Earths receberam subsídios e incentivos financeiros para acelerar o desenvolvimento de projetos. Além disso, a União Europeia e o Japão também tomaram medidas para garantir o acesso a terras raras, lançando programas estratégicos de matérias-primas e investindo em iniciativas de reciclagem e economia circular.

O Japão, em particular, fortaleceu parcerias com fornecedores australianos e vietnamitas, enquanto a Lei de Matérias-Primas Críticas da União Europeia visa construir resiliência regional e reduzir a dependência das importações chinesas.

Figura 1: Perda potencial do PIB dos EUA por mineral crítico



Fonte: Visual Capitalist, BTG Pactual

A abordagem de Trump em relação aos minerais críticos em seu segundo mandato

No segundo mandato de Trump, a postura do governo em relação aos minerais críticos tornou-se estratégica e nacionalista. A Casa Branca restabeleceu a Iniciativa que coloca o foco dos EUA em iniciativas de minerais, acelerando as licenças de mineração e processamento domésticas por meio de uma ordem executiva. Trump enquadrou a questão não como uma preocupação ambiental ou industrial, mas como uma necessidade imperativa de segurança nacional. As agências foram instruídas a usar a Lei de Produção de Defesa para acelerar projetos de refinaria e reduzir os prazos de licenciamento sob a estrutura FAST-41. A mensagem era clara: reconstruir a cadeia de abastecimento no país...

Em meados de 2025, o governo lançou uma investigação da Seção 232 sobre as importações de minerais críticos processados, citando a dependência estrangeira (principalmente da China) como um risco direto à segurança. Washington deu a entender que tarifas ou proibições definitivas poderiam ser implementadas, ao mesmo tempo em que dava evolução nas garantias de empréstimos federais para a separação midstream e a capacidade de fabricação de ímãs. Nos bastidores, o Pentágono expandiu seus planos de aquisição de disprósio, térbio e outros metais raros pesados, sinalizando uma política de formação de estoques permanente.

A diplomacia de Trump seguiu o mesmo tom transacional. Paralelamente às renegociações comerciais, sua equipe pressionou por compromissos de fornecimento de aliados como Austrália e Canadá, ao mesmo tempo em que apoiava produtores americanos como MP Materials, Lynas USA e Energy Fuels com contratos de defesa diretos e cofinanciamento.

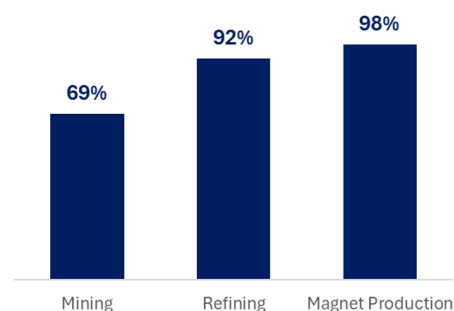
A estratégia geral é clara: transformar minerais críticos em uma alavanca de soberania econômica, garantindo que futuras guerras comerciais sejam travadas com tarifas, e não com escassez. Tornou-se imperativo reduzir a dependência e o risco das cadeias de abastecimento da China, que é considerada um concorrente/adversário estrutural.

O poder do monopólio chinês

A China continua a se beneficiar de seu monopólio efetivo sobre a indústria de terras raras. Além de possuir as maiores reservas mundiais de terras raras, o país também domina a separação e a fabricação de ímãs, apoiado por décadas de experiência técnica acumulada, acesso seguro a matérias-primas e forte apoio governamental. Essa combinação permitiu à China exercer um controle significativo sobre o abastecimento e os preços globais. As recentes restrições à exportação direcionadas aos EUA não foram a primeira instância em que a China usou as terras raras como ferramenta geopolítica. Em 2010, por exemplo, Pequim restringiu as exportações de terras raras para o Japão após uma disputa envolvendo um barco de pesca.

O governo chinês pode impor cotas ou restrições de exportação a países ou empresas específicos sempre que busca influência geopolítica, e também pode anunciar limites de produção na mineração ou refino para influenciar o equilíbrio e os preços do mercado. Dado o domínio atual da China, que provavelmente persistirá pelo menos na próxima década, esperamos que o país continue usando as terras raras como um instrumento geopolítico e uma ferramenta de negociação internacional.

Participação da China no mercado de terras raras



Desafios para projetos de terras raras fora da China

O principal desafio para projetos de terras raras fora da China continua sendo econômico. Os preços da maioria das terras raras ainda são muito baixos para justificar investimentos em grande escala. Os produtores chineses continuam a despejar material sempre que os preços sobem, mantendo os níveis globais abaixo dos limites de incentivo e reduzindo as margens para novos participantes. Essa queda de preços torna quase impossível para os desenvolvedores ocidentais financiar as complexas e intensivas em capital etapas de separação necessárias para atingir a produção de grau magnético.

Os obstáculos ambientais e regulatórios também influenciam de maneira relevante. O refinamento de terras raras geralmente envolve resíduos radioativos, e a oposição pública mantém os prazos de licenciamento longos e incertos (por exemplo, o projeto Penco da Aclara no Chile). Mesmo com o atual momento de Trump para a desregulamentação, poucos projetos podem avançar sem o apoio explícito do governo por meio de contratos de defesa, programas de estocagem ou garantias de preços de longo prazo. Por enquanto, o domínio da China sobre o setor é garantido não pela geologia, mas principalmente pela economia.

Possível realinhamento da cadeia de suprimentos

A combinação de minerais altamente estratégicos e o claro domínio da China tem se tornado uma preocupação crescente para muitos países. À medida que a demanda por terras raras aumenta e sua importância estratégica cresce, começamos a ver esforços para um possível realinhamento de longo prazo da cadeia de suprimentos global. Nos últimos anos, houve um aumento notável no desenvolvimento de projetos em todo o mundo, particularmente na Austrália, Brasil, Canadá, Vietnã e algumas outras regiões.

No entanto, apesar de algumas dessas minas já estarem em operação, a capacidade de separação e fabricação de ímãs continua dependendo em grande parte da China. Serra Verde, por exemplo, um projeto em operação no Brasil, ainda precisa enviar seus carbonatos para a China para separação em óxidos antes que o material possa ser vendido globalmente.

O próximo passo (já em andamento) é expandir a capacidade de separação e fabricação de ímãs nos países ocidentais, permitindo que as empresas reduzam gradualmente sua dependência das exportações chinesas. Em nossa opinião, as tensões geopolíticas em torno das não são perturbações temporárias, mas sim parte de um realinhamento estrutural de longo prazo das cadeias de abastecimento globais.

Embora o domínio da China provavelmente persista até o final desta década, os esforços ocidentais para diversificar o abastecimento e construir capacidades downstream devem gradualmente remodelar a dinâmica do mercado ao longo do tempo.

Brasil: uma solução potencial para o “Ocidente”?

A segunda maior reserva do mundo

Conforme mencionado no relatório, o Brasil possui a segunda maior reserva de terras raras do mundo, com 21 milhões de toneladas de recursos economicamente viáveis, de acordo com o Serviço Geológico dos Estados Unidos. Isso posiciona o país como um dos potenciais vencedores na corrida global pelas terras raras, com uma oportunidade significativa de se tornar um importante player do setor.

Parte das reservas do Brasil está alojada em depósitos de argila iônica, que proporcionam custos mais baixos de mineração e separação, além de uma exposição acima da média a elementos terras raras pesados. Além de seu potencial geológico, o Brasil detém a maior base de reservas do mundo ocidental, tornando-o uma alternativa viável para os países ocidentais que buscam reduzir a dependência da China (uma tendência já em andamento). O país também se beneficia de uma matriz energética limpa e competitiva, uma vantagem relevante quando se trata de materiais de transição energética.

Figura 2: Terras raras em ascensão no Brasil

Brazil is emerging as a major global player in rare earths

Critical source of rare earth supply



Brazil hosts multiple rare earth districts making it a critical source of future heavy rare earths supply



BRE's province scale rare earth mineralisation represents one of the few sources of large-scale, high-grade heavy rare earths outside of Chinese influence

Future demand centre for rare earths

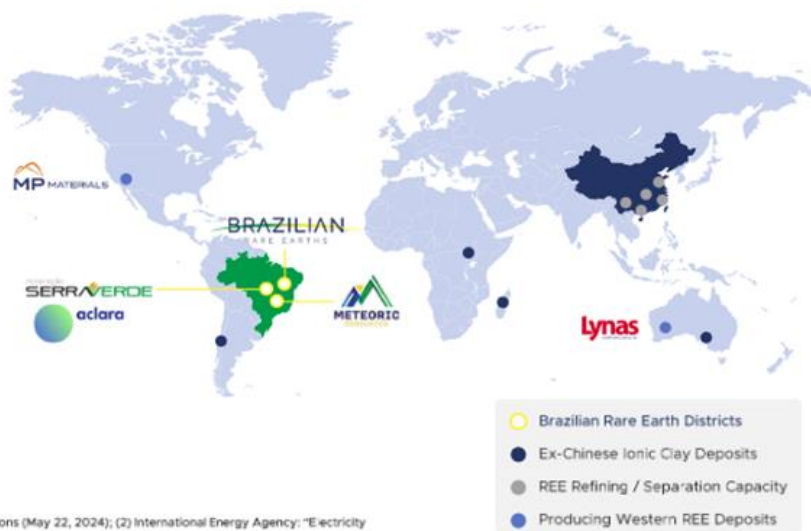


Brazil is a future demand centre for rare earths, with the world's 6th largest automobile market⁽¹⁾



Magnets using rare earths underpin the beneficial wind energy industry that currently accounts for 13.5% of Brazil's electricity⁽²⁾

(1) Statista: "Largest automobile markets worldwide in 2023, based on new car registrations (May 22, 2024); (2) International Energy Agency: "Electricity generation sources, Brazil, 2023"



Fonte: Brazilian Rare Earths, BTG Pactual

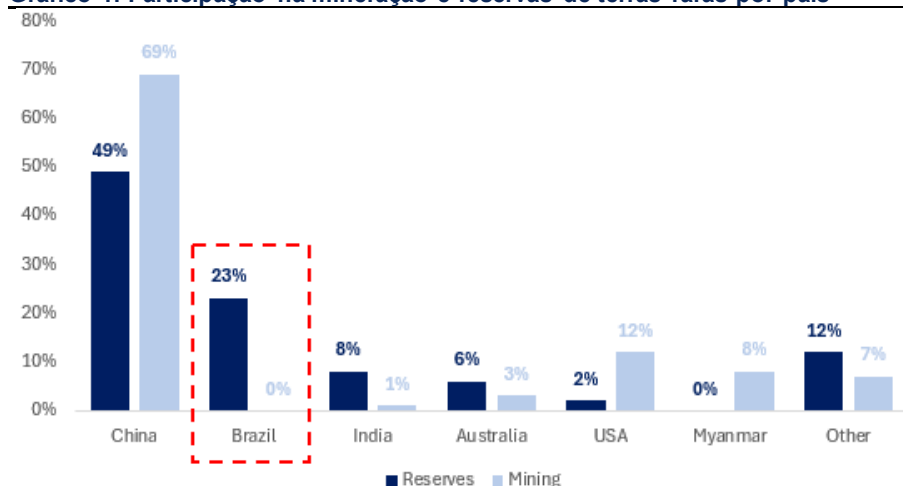
Relevância estratégica na indústria global

À medida que vários países buscam reduzir sua dependência da China, o Brasil surge como uma oportunidade atraente, devido ao seu forte potencial geológico. Já estamos vendo investidores estrangeiros participando de projetos brasileiros para garantir o abastecimento a longo prazo.

Discussões com especialistas da indústria e empresas envolvidas no setor indicam que esses países estão menos preocupados com os preços nesta fase e mais focados em garantir o acesso a volumes futuros, especialmente considerando o desafiador equilíbrio entre oferta e demanda de elementos terras raras pesados.

Nesse contexto, joint ventures e parcerias começaram a tomar forma como parte de um esforço mais amplo para obter exposição a fontes de terras raras não chinesas. Um exemplo é a joint venture da Viridis Mining com a Ionic Rare Earths, que visa estabelecer a primeira instalação de produção de óxido de terras raras refinadas do Brasil por meio de processos de separação locais.

Gráfico 1: Participação na mineração e reservas de terras raras por país



Fonte: USGS, BTG Pactual

Alguns desafios a serem enfrentados

O Brasil é, sem dúvida, um potencial vencedor no setor de terras raras. No entanto, ainda há desafios importantes a serem superados antes que o país possa se tornar um player importante nessa indústria. Em nossa opinião, a maior complexidade reside nos processos de separação e fabricação de ímãs, pois ambos exigem um know-how altamente especializado que permanece limitado fora da China (uma realidade para grande parte da indústria global de terras raras).

Do ponto de vista doméstico, o licenciamento ambiental se destaca como um grande obstáculo para o desenvolvimento de projetos. A obtenção de aprovações tem se tornado cada vez mais difícil nos últimos anos, refletindo o histórico recente do Brasil em termos de fiscalização ambiental e incidentes de segurança.

Por fim, o país ainda carece de uma estrutura política clara para o desenvolvimento de minerais críticos, ao contrário de países semelhantes, como os Estados Unidos e a Austrália, que possuem estratégias estruturadas e mecanismos de financiamento dedicados para fomentar o setor.

Argilas iônicas: a vantagem oculta do Brasil

Uma vantagem competitiva interessante que o Brasil tem sobre outros países desenvolvedores de terras raras reside em seus depósitos. Grande parte das reservas brasileiras (incluindo todos os projetos atuais) são depósitos de adsorção iônica, caracterizados por argilas iônicas que oferecem benefícios importantes aos produtores locais.

Esses depósitos geralmente têm uma proporção maior de elementos terras raras pesados em relação aos elementos terras raras leves em comparação com a maioria dos depósitos globais, o que tem se mostrado

uma grande vantagem, dada a dinâmica atual de oferta e demanda. Além disso, como essas empresas processam argila em vez de rocha dura, a extração é mais simples e menos intensiva.

A menor intensidade da produção também tende a resultar em menor consumo de energia e materiais. Consideramos a exposição do Brasil aos depósitos de adsorção iônica um diferencial significativo no cenário global de terras raras.

Figura 3: Comparação entre argila iônica e rocha

Category	IONIC CLAYS	HARD ROCK
MINING & EXPLORATION 	<ul style="list-style-type: none"> Clay hosted soft material requiring no blasting Mineralization occurs at surface Minimal stripping Simple exploration with homogenous mineralization 	<ul style="list-style-type: none"> Requirement of blasting Mineralization can occur at depth requiring large amounts of stripping Mineral body can be scattered and complex
PROCESSING 	<ul style="list-style-type: none"> No crushing and milling Simple 'one-step' leaching Leaching done using cheap salts such as Ammonium Sulfate or Magnesium Sulfate through ion-exchange mechanism Ambient temperatures and pressures with minimal reagent consumption No requirement for tailings dam 	<ul style="list-style-type: none"> Uses crushing and milling Complex multi-step metallurgy Leaching agent combination of expensive strong acids such as Hydrochloric Acid Requires very high temperatures, pressure and agitation Requirement for tailings dam, floatation, cracking, roasting, re-leaching facilities
PRODUCT 	<ul style="list-style-type: none"> High value Chemical Carbonate Product (90% + TREO grade) Selective leaching with low La, Ce allowing high basket value High payability 	<ul style="list-style-type: none"> Mixed Rare Earth Concentrate (20-40% TREO grade) requiring secondary processing & refining Low payability
ENVIRONMENTAL 	<ul style="list-style-type: none"> Low Uranium and Thorium No radioactive tailings Progressive rehabilitation of mined areas 	<ul style="list-style-type: none"> Presence of Uranium and Thorium waste Large energy consumption with significant environmental and carbon footprint Extensive mine rehabilitation required

Fast to develop, low CAPEX and OPEX, simple and environmentally friendly process

Significant time and cost to develop, complex and energy intensive process

Figura 3: Comparação entre argila iônica e rocha

Possível parceria entre os EUA e o Brasil em minerais críticos

Desenvolvimentos recentes sugerem que os EUA estão considerando uma estrutura de investimento direto para apoiar projetos brasileiros de minerais críticos, incluindo terras raras, como parte de sua estratégia mais ampla para garantir insumos essenciais para as cadeias de suprimentos de infraestrutura, energia e defesa. De acordo com o Ibram (Instituto Brasileiro de Mineração), a iniciativa poderia levar a um acordo bilateral semelhante aos já assinados com a Austrália e o Japão, ambos com o objetivo de fortalecer as cadeias de abastecimento não chinesas e promover o coinvestimento em extração e processamento.

A proposta, discutida durante a Exposibram 2025, inclui a criação de um grupo de trabalho conjunto com representantes do governo brasileiro, da indústria e de agências americanas para orientar possíveis oportunidades de investimento. Em nossa opinião, um acordo bem-sucedido poderia marcar um marco importante no posicionamento do Brasil no cenário global de minerais críticos, reforçando seu papel estratégico como fornecedor alinhado ao Ocidente de terras raras e outros metais de transição.

MagBras: da mina ao ímã

MagBras é uma iniciativa nacional lançada em 2025 para estabelecer a primeira cadeia de valor integrada do Brasil para ímãs permanentes de terras raras, um insumo estratégico para mobilidade elétrica, energia renovável, defesa e eletrônica avançada. Coordenado pelo SENAI e pela

FUNDEP, com participação técnica do CETEM e de outras instituições de pesquisa, o projeto de R\$ 73 milhões reúne 28 empresas e sete centros de pesquisa para desenvolver capacidades domésticas em todas as etapas da produção de ímãs — da extração mineral aos componentes acabados.

Ao reduzir a dependência de cadeias de suprimentos estrangeiras, particularmente da China, o MagBras busca fortalecer a soberania tecnológica do Brasil e posicionar o país como um player competitivo no mercado global de materiais críticos para ímãs.

Dito isso, decidimos incluir neste relatório uma breve visão geral dos principais projetos e empresas atualmente em desenvolvimento no Brasil, que podem oferecer aos investidores uma maneira potencial de obter exposição à tendência crescente de terras raras. Estamos usando dados disponíveis publicamente, fornecidos principalmente pelas empresas.

Players brasileiros do setor de terras raras

Tabela 1: Tabela comparativa dos players brasileiros do setor de terras raras

Ticker	VMM (ASX)	ARA (TSX)	MEI (ASX)	BRE (ASX)	n.a.
Market cap (US\$m)	89	370	273	384	n.a.
Relevant shareholders	Régia, JGP	Hotschild and CAP S.A	n.a.	Gina Rinehart Hancock (6%)	EMG (Private Equity)
Project (Location)	Colossus (MG)	Carina (GO)	Caldeira (MG)	Monte Alto & Rocha (BA)	Pela Ema (GO)
Deposit type	Ionic Clay	Ionic Clay	Ionic Clay	Monazite Sands / Hard Rock	Ionic Clay
Stage	Exploration (Pre-DFS completed)	Exploration (Pre-DFS completed)	Exploration (Pre-DFS completed)	Exploration	Operating
Production start	Late-2027	2028	2027-28	2028+	Late 2023
Total Resources	493Mt	284Mt	666Mt	409Mt	458 (resources)
TREO Grade	2508ppm	1524ppm	2,685ppm	2564	980
Pilot/demonstration plant	Planned / underway by Q1 26	Operational	Under construction	Approved Sep-25	n.a.

Fonte: Empresas, BTGPactual. Observação: Todos os dados fornecidos pelas empresas são dados disponíveis publicamente. Nenhuma auditoria foi realizada por nossa parte

Viridis Mining - ASX: VMM

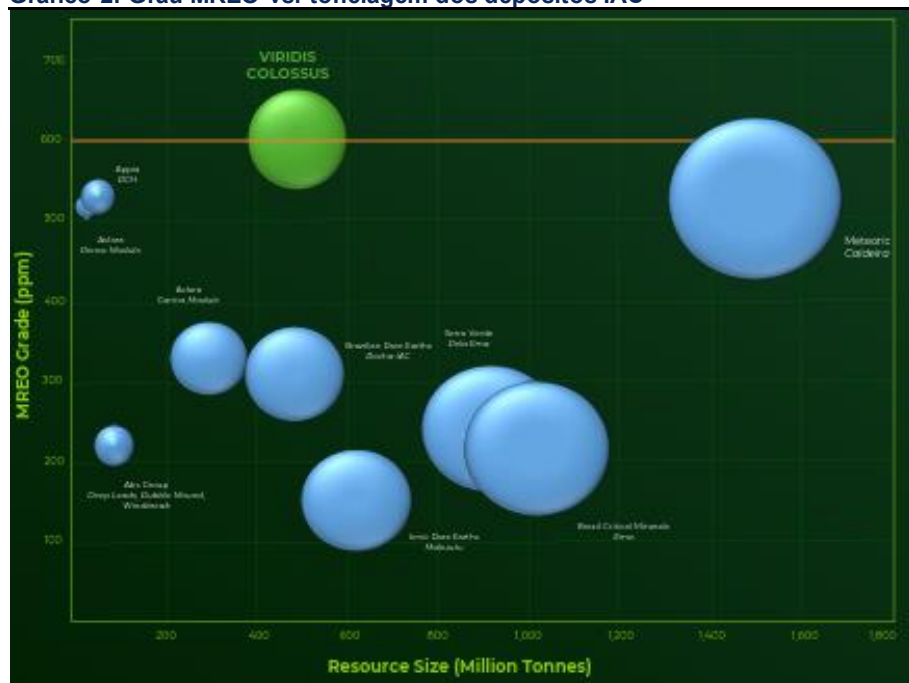
Descrição da empresa: A Viridis Mining é uma empresa australiana dedicada à exploração e desenvolvimento de elementos de terras raras, com foco principal no Projeto Colossus Ionic Clay, localizado no Complexo Alcalino de Poços de Caldas, em Minas Gerais, Brasil. A empresa mantém acordos com governos locais e estaduais para apoiar o desenvolvimento do projeto, incluindo infraestrutura como energia, água e esgoto. A Viridis mantém uma estrutura de joint venture no Brasil por meio de sua subsidiária, Viridis Mining and Minerals Brazil Ltd, e não possui dívidas declaradas.

Visão geral do projeto: O Projeto Colossus abrange aproximadamente 261 km², com recursos definidos de mais de 28 km², e abriga 493 milhões de toneladas a 2.508 partes por milhão TREO e 601 partes por milhão MREO (Nd, Pr, Dy, Tb), incluindo 329 milhões de toneladas classificados como medidos e indicados, o recurso de argila iônica de mais alto grau do tipo em todo o mundo.



Testes metalúrgicos indicam recuperações de até 78% de MREO usando lixiviação a baixa acidez e temperatura ambiente. Um estudo de pré-viabilidade de julho de 2025 delineou uma vida útil da mina de 20 anos, um VPL antes dos impostos de US\$ 1,41 bilhão e um OPEX C1 de US\$ 6,2/kg TREO, posicionando a Colossus entre as operações de terras raras de menor custo em todo o mundo. O desenvolvimento terá início nas Concessões do Norte, que já possuem licenciamento ambiental avançado e infraestrutura local.

Gráfico 2: Grau MREO vs. tonelagem dos depósitos IAC



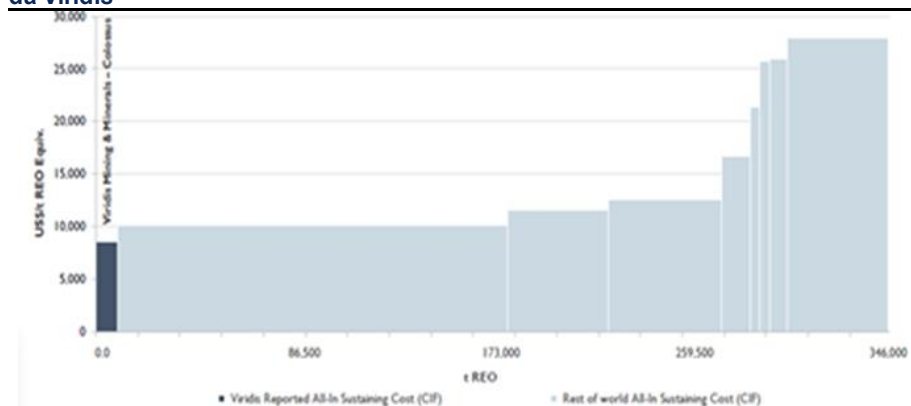
Fonte: Viridis Mining, BTG Pactual

Downstream: Por meio de sua subsidiária Viridion, a Viridis está formando uma joint venture com a Ionic Rare Earths para desenvolver capacidades de refino, separação e reciclagem de óxidos de terras raras no Brasil. A joint venture concede direitos exclusivos fora da Ásia e Uganda e inclui cooperação com o LabFab do SENAI/FIEMG, o primeiro laboratório de ímãs de terras raras da América do Sul.

As primeiras entregas de óxidos refinados a partir de materiais reciclados marcam um passo inicial para o estabelecimento de uma cadeia de abastecimento local de terras raras. A empresa também se envolve com o BNDES e a FINEP no âmbito do programa estratégico de financiamento de minerais do Brasil para apoiar a industrialização a jusante.

Cronograma/marcos: Em 2025, a Viridis concluiu seu estudo de pré-viabilidade, apresentou sua Avaliação de Impacto Ambiental para a Licença Preliminar e iniciou a construção da planta em escala piloto. Entre 2026 e 2027, a empresa planeja finalizar o Estudo de Viabilidade Definitivo, avançar na engenharia e no licenciamento e obter as licenças de construção e operação, abrindo caminho para o início da produção.

Gráfico 3: Curva de custo de caixa de terras raras - Posicionamento competitivo da Viridis



Fonte: Project Blue Consulting, Viridis Mining, BTG Pactual

Aclara Resources – TSX: ARA





Descrição da empresa: A Aclara Resources é uma empresa de tecnologia de terras raras que desenvolve dois depósitos de argila iônica no Chile e no Brasil, conhecidos respectivamente como Módulo Penco e Projeto Carina. A empresa se concentra na produção de elementos de terras raras pesadas (HREEs), como disprósio (Dy) e térbio (Tb), por meio de um método de extração proprietário e ambientalmente responsável chamado Circular Mineral Harvesting. A Aclara é apoiada por acionistas estratégicos de longo prazo, incluindo o Hochschild Group (57%) e a CAP S.A. (10%), ambos com vasta experiência em operações industriais e de mineração na América Latina.

Visão geral do projeto: A Aclara controla dois depósitos de argila iônica de classe mundial que, juntos, devem produzir aproximadamente 241 toneladas de Dy e Tb por ano, representando cerca de 7% do déficit de fornecimento global projetada para 2030. O Projeto Carina, localizado em Goiás, Brasil, tem uma vida útil planejada de 22 anos e uma produção média anual estimada de DyTb de ~191 toneladas, com um PFS previsto para setembro de 2025 e operações previstas para 2028.

O Módulo Penco, localizado no Chile, tem uma vida útil de 14 anos e uma produção projetada de DyTb de ~50 toneladas por ano. Estudos de viabilidade estão previstos para o início de 2026, com início das operações previsto para 2028. Ambos os projetos são baseados em argilas iônicas com metalurgia simples e baixos níveis de impurezas, e já concluíram operações-piloto que validaram a recuperação e a eficiência do processo.

Figura 4: Visão geral dos projetos da Aclara

	Carina Project 		Penco Module 
Life of Mine	22 years	Life of Mine	14 years
DyTb production (in tonnes) ¹	~191	DyTb production (in tonnes) ¹	~50
Development Status	PFS (Sep 2025) FS (Q1 2026)	Development Status	FS (Q1 2026)
Investment Decision	Q1-Q2 2026	Investment Decision	Q2 2026
Start of Operation	2028	Start of Operation	2028
¹ Average annual production		¹ Average annual production	

Fonte: Aclara Resources, BTGPactual

Downstream: A estratégia da Aclara é construir um negócio verticalmente integrado, da mina ao ímã, combinando sua base de recursos na América Latina com a infraestrutura de processamento nos Estados Unidos. A empresa está avançando com uma planta de separação nos EUA para produzir óxidos de terras raras individuais (Dy, Tb, NdPr), com um investimento estimado em US\$ 350 milhões e início das operações previsto para 2029. Uma instalação de metalização e liga, desenvolvida por meio de uma joint venture 50/50 com a CAP S.A., fornecerá matéria-prima para ímãs NdFeB a fabricantes ocidentais.

A Aclara também estabeleceu uma aliança estratégica com a VACUUMSCHMELZE (VAC) para fornecer uma cadeia de suprimentos rastreável e em conformidade com ESG, da mina ao ímã, com testes-piloto de produção de metal disprósio já concluídos nos EUA.

Cronograma/marcos: Os marcos de curto prazo da Aclara incluem a conclusão do Estudo de Pré-Viabilidade do Projeto Carina em 2025, seguido por um Estudo de Viabilidade Definitivo (DFS) e decisão de investimento no início de 2026. Tanto a Carina quanto a Penco pretendem iniciar as operações até 2028, em paralelo com o desenvolvimento das plantas de separação e metalização a jusante nos EUA, previstas para 2029. A empresa também lançou instalações piloto na Virginia Tech e está conduzindo programas colaborativos de P&D para apoiar a engenharia e a otimização antes das decisões finais de investimento.

Figura 5: Estratégia e parcerias a jusante da Aclara


Fonte: Aclara Resources, BTGPactual

Meteoric Resources – ASX: MEI

Descrição da empresa: A Meteoric Resources é uma empresa australiana focada no desenvolvimento de projetos de terras raras e nióbio no Brasil, principalmente o Projeto Caldeira, localizado no Complexo Alcalino de Poços de Caldas, em Minas Gerais. A empresa está avançando em uma operação de terras raras em grande escala com argila de adsorção iônica (IAC), apoiada por recursos substanciais e metalurgia favorável.

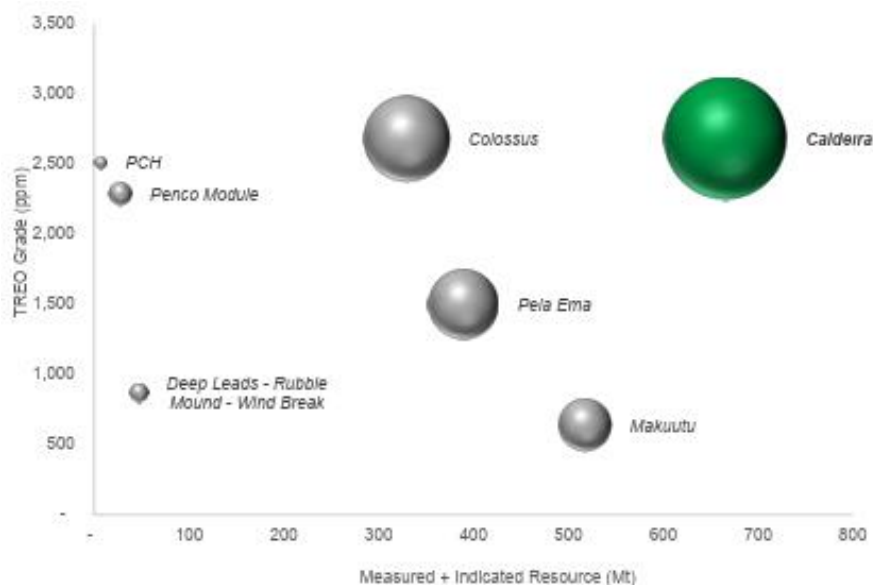
A Meteoric também detém 100% da propriedade do Projeto Palm Springs Gold, na Austrália Ocidental, embora seu foco principal seja agora o potencial de terras raras de Caldeira. A empresa opera por meio de sua subsidiária brasileira, Meteoric Recursos Minerais Ltda, e mantém uma forte posição de caixa após aumentos de capital para apoiar atividades de viabilidade e licenciamento.

Visão geral do projeto: O Projeto de Terras Raras Caldeira abriga um dos maiores depósitos de argila iônica do mundo, com um recurso JORC total de 545 milhões de toneladas com teor de 2.561 partes por milhão TREO e 626 partes por milhão MREO (Nd, Pr, Dy, Tb), incluindo 209 milhões de toneladas nas categorias medidas e indicadas. O depósito é raso, próximo à superfície e facilmente lixiviável, permitindo a extração de baixo custo por meio de métodos convencionais a céu aberto. Os resultados do Estudo de Pré-Viabilidade (junho de 2025) indicam uma vida útil da mina de 22 anos, VPL antes dos impostos de US\$ 3,3 bilhões, TIR de 49% e custo operacional C1 de US\$ 7,5/kg TREO, posicionando Caldeira como um projeto de argila de adsorção iônica competitivo globalmente. A produção planejada é de 6 milhões de toneladas por ano, com um investimento inicial total de US\$ 409 milhões. O projeto se beneficia da rede elétrica, acesso rodoviário e proximidade de mão de obra qualificada em Poços de Caldas.

Downstream: A estratégia downstream da Meteoric está centrada na produção de carbonato misto de terras raras para exportação e potencial processamento doméstico. A empresa está avaliando parcerias para refino e separação, incluindo discussões com órgãos governamentais brasileiros sobre incentivos para agregação de valor local. A produção inicial de MREC em escala piloto foi concluída em 2025, alcançando recuperações acima de 80% usando lixiviação com baixo teor de ácido e processamento ambientalmente benigno. A Meteoric também iniciou estudos para integrar subprodutos de nióbio em seu plano de desenvolvimento futuro, dadas as altas concentrações de nióbio identificadas em partes do depósito de Caldeira.



Figura 6: Recursos M&I em depósitos de argila iônica de terras raras

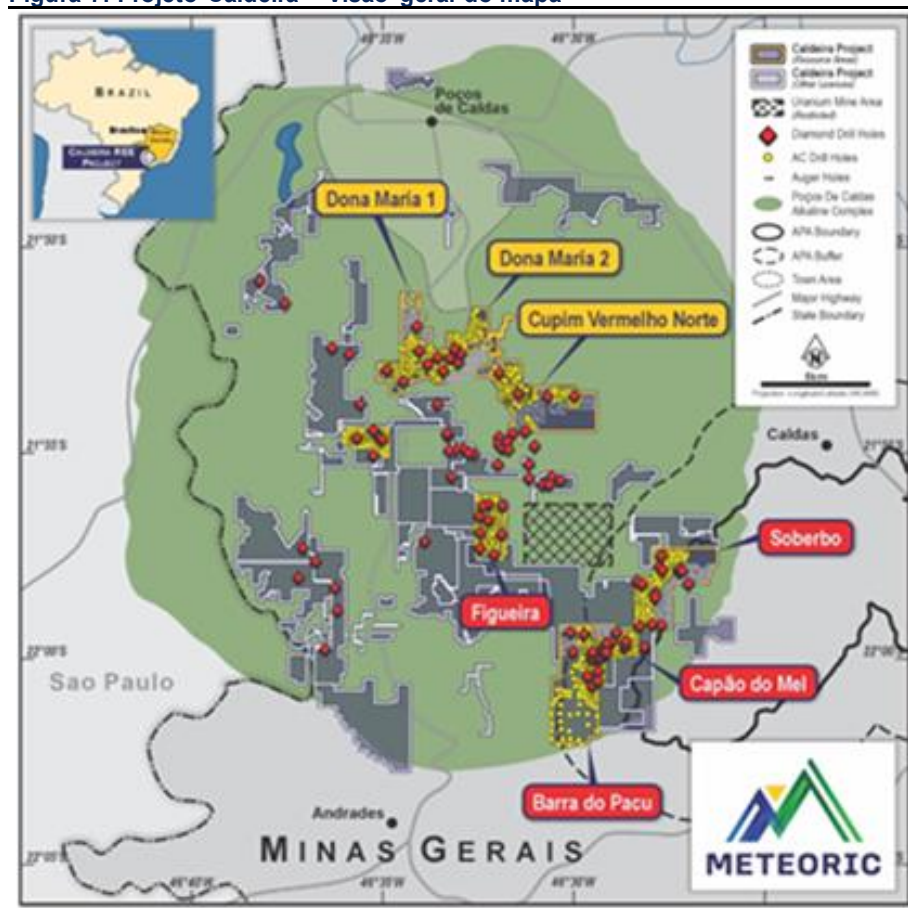


Fonte: Meteoric Resources, BTG Pactual. Nota: Gráfico de tonelagem vs grau TREO para os recursos M&I reportados de depósitos IAC. O tamanho das esferas representa o metal cortado. Referências nos apêndices.

Cronograma/marcos: em 2025, a Meteoric concluiu seu Estudo de Pré-Viabilidade (PFS), entregou resultados metalúrgicos em escala piloto e submeteu o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) exigido para a Licença Prévia.

O Estudo de Viabilidade Definitivo (DFS) está em andamento, com conclusão prevista para meados de 2026, seguido pela fase de construção e comissionamento previstos para 2027–2028. As discussões de financiamento do projeto e as negociações de offtake avançam em paralelo para apoiar a transição para a fase de desenvolvimento.

Figura 7: Projeto Caldeira – Visão geral do mapa



Fonte: Meteoric Resources, BTG Pactual

Brazilian Rare Earths – ASX: BRE

Descrição da empresa: A Brazilian Rare Earths é uma empresa australiana focada na exploração e desenvolvimento de projetos de terras raras e metais críticos no Brasil, tendo como principal ativo o Projeto Monte Alto, no estado da Bahia.

A empresa tem como objetivo estabelecer uma operação de terras raras em grande escala, apoiada por extensas propriedades de terras em um sistema provincial que apresenta mineralização de alta qualidade. A liderança da BRE está sediada no Brasil e na Austrália, e a empresa está avançando em várias frentes de exploração com foco em terras raras, nióbio, escândio, tântalo e urânio.

Visão geral do projeto: O Projeto Monte Alto, localizado na Bahia, é uma descoberta de terras raras em escala distrital dentro de um pacote de terras de 4.000 km² que a empresa considera uma oportunidade em escala provincial. A perfuração e amostragem iniciais retomaram teores ultra-altos de até 45,7% TREO, incluindo 69.558 ppm NdPr e 11.696 ppm DyTb, com subprodutos significativos, como 1,7% Nb₂O₅, 382 ppm Sc₂O₃ e 962 ppm Ta₂O₅.



A mineralização ocorre em profundidades rasas, o que, combinado com metalurgia favorável e geometria próxima à superfície, indica um forte potencial para desenvolvimento de baixo custo. Um estudo de escopo para Monte Alto está em andamento, apoiado por testes metalúrgicos que mostram altas recuperações em terras raras magnéticas importantes.

Figura 8: Visão geral do Projeto Monte Alto

Discovery	Hard Rock	Monazite Sands	Scale
	Record Grade		
Monte Alto Project	45.7% TREO⁽¹⁾ Diamond drill assay + 22,000 metres of diamond drilling to date	25mt @ 1% TREO JORC compliant inferred MRE including 4.1mt @ 3.2% TREO Enriched monazite sand zones	1km x 500m Monte Alto Regional is 4km x 4km

Fonte: Brazilian Rare Earths, BTG Pactual

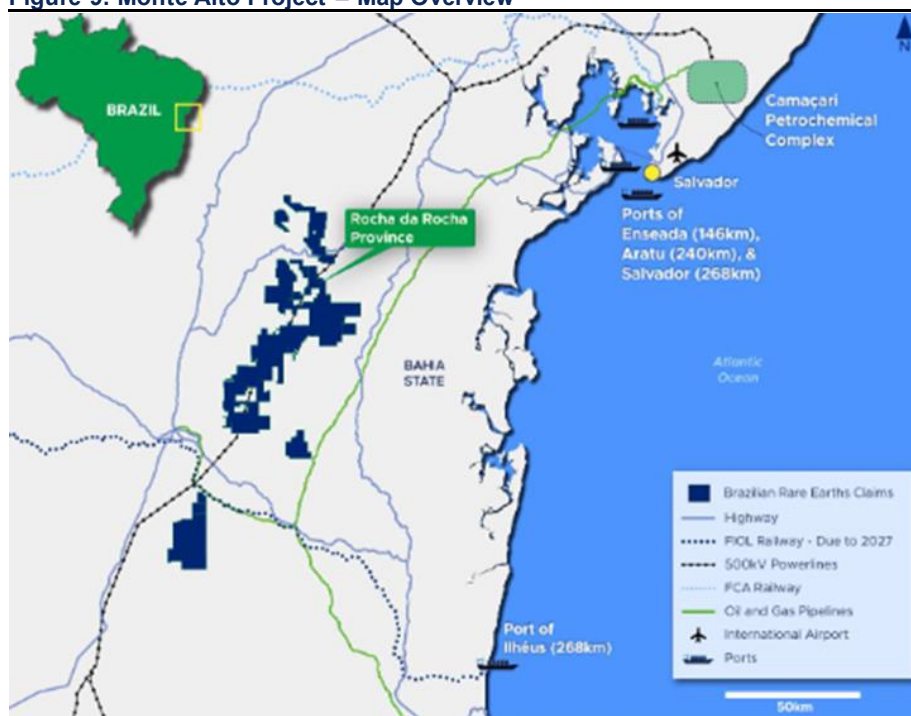
Downstream: a estratégia da BRE está focada no desenvolvimento de uma cadeia integrada de suprimento de terras raras baseada no Brasil, aproveitando a jurisdição favorável à mineração do país e a infraestrutura disponível na Bahia.

A companhia está avaliando rotas a jusante para produção de carbonato misto de terras raras (MREC) e de óxidos individuais, além de analisar potenciais parcerias para refino e separação. Dada a natureza polimetálica de seus depósitos, a empresa também estuda oportunidades de recuperação de valor a partir de nióbio, escândio, tântalo e urânio, que podem complementar a futura produção de terras raras.

Cronograma/marcos: em 2025, a BRE avançou seus programas de perfuração e metalurgia em Monte Alto, com o Scoping Study caminhando para conclusão. A exploração contínua segue expandindo a pegada conhecida de mineralização de terras raras em toda a província mais ampla da Bahia.

Ao longo de 2026–2027, a companhia espera avançar para estudos em nível de viabilidade e para o início do licenciamento do projeto. No longo prazo, a BRE pretende definir um recurso e iniciar o desenvolvimento assim que os fluxos de trabalho técnicos e ambientais forem finalizados.

Figure 9: Monte Alto Project – Map Overview



Fonte: Brazilian Rare Earths, BTG Pactual

Mineração Serra Verde – Não listada

Descrição da empresa: A Mineração Serra Verde é uma empresa brasileira que desenvolve uma operação integrada de mineração e processamento de terras raras em seu depósito de Pela Ema, no município de Minaçu, Goiás.

A operação é um dos maiores projetos de terras raras de argila iônica fora da Ásia, localizado em um distrito minerador estabelecido com acesso a infraestrutura de energia renovável. A produção comercial da Fase I começou no início de 2024, apoiada por uma força de trabalho fortemente proveniente da região local de Minaçu e focada em práticas sustentáveis.

Visão geral do projeto: O depósito Pela Ema é caracterizado por mineralização de terras raras de argila iônica rasa, incluindo elementos de terras raras pesadas e leves de alto valor, como neodímio (Nd), praseodímio (Pr), térbio (Tb) e disprósio (Dy).

A empresa espera uma produção da Fase I de pelo menos 5.000 toneladas por ano de óxidos de terras raras, com potencial para dobrar a capacidade até o final da década por meio de uma expansão da Fase II. A mineração é realizada com reagentes relativamente benignos, em operações a céu aberto, apoiadas pela infraestrutura local e energia renovável.

Downstream: A estratégia a jusante da SVPM centra-se na produção de um concentrado misto de terras raras contendo elementos magnéticos essenciais para as cadeias de abastecimento de ímãs permanentes. O projeto posiciona-se como uma fonte de terras raras com baixas emissões de carbono e rastreável fora da Ásia.

mineração
SERRA VERDE

Embora as instalações específicas de óxido ou separação não sejam o foco da Serra Verde, a empresa enfatiza o seu modelo integrado de mineração a concentrado e o uso de métodos de processamento menos intensivos para reduzir os riscos ambientais e operacionais. Atualmente, a Serra Verde precisa enviar seus concentrados para a China para atender aos requisitos de separação.

Cronograma/marcos: Fundada em 2008 para explorar depósitos de terras raras de argila iônica em Goiás, a Serra Verde iniciou os trabalhos de exploração e viabilidade no período de 2010 + e, posteriormente, deu início à construção de sua infraestrutura de processamento.

O comissionamento da Fase I da operação Pela Ema começou em junho de 2023, com a produção comercial alcançada no início de 2024. A empresa está agora aumentando a produção e tem como meta pelo menos 5.000 tpa de óxidos de terras raras na Fase I, com uma expansão (Fase II) em avaliação que poderia dobrar a produção antes de 2030.

Figura 10: Visão geral do local da Serra Verde



Fonte: Serra Verde Mineração, BTG Pactual

Panorama da oferta e da demanda

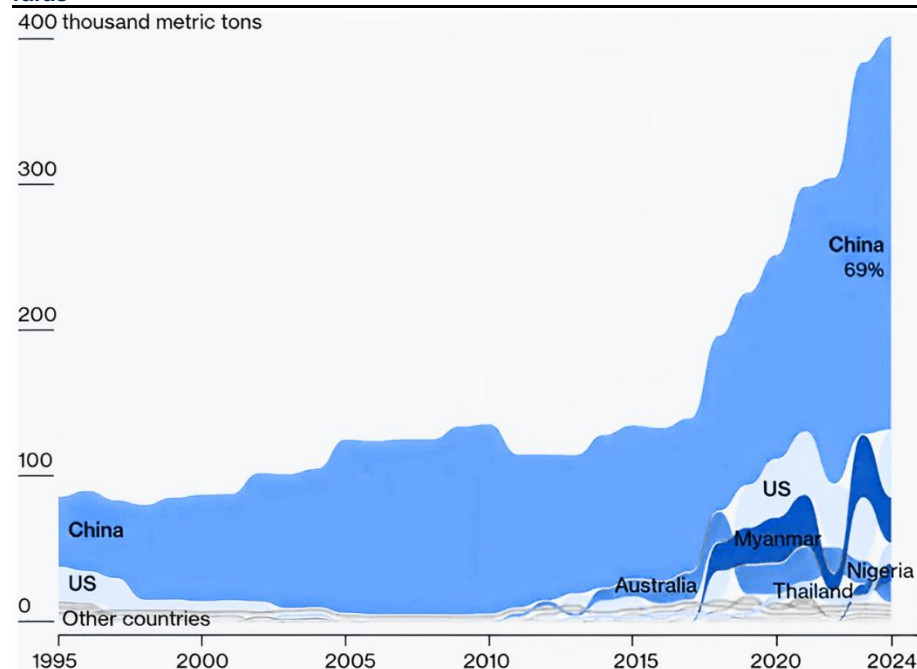
Oferta

O cenário global de oferta de terras raras apresenta uma dualidade entre disponibilidade de recursos geológicos e capacidade industrial. Embora as reservas sejam geograficamente diversificadas, a capacidade de refino e o know-how técnico continuam concentrados predominantemente na China. De acordo com os dados disponíveis sobre reservas, a China possui aproximadamente 44 milhões de toneladas de reservas de óxidos de terras raras, representando cerca de 69% do total global.

O Brasil vem em segundo lugar, com 21 milhões de toneladas, enquanto a Índia (6,9 milhões de toneladas) e a Austrália (5,7 milhões de toneladas)

completam os principais produtores. Embora vários países possuam um potencial geológico significativo, apenas alguns desenvolveram a infraestrutura industrial e o conhecimento químico necessários para transformar concentrados minerais em óxidos de terras raras separados e produtos derivados.

Gráfico 4: A China domina historicamente a produção de elementos de terras raras

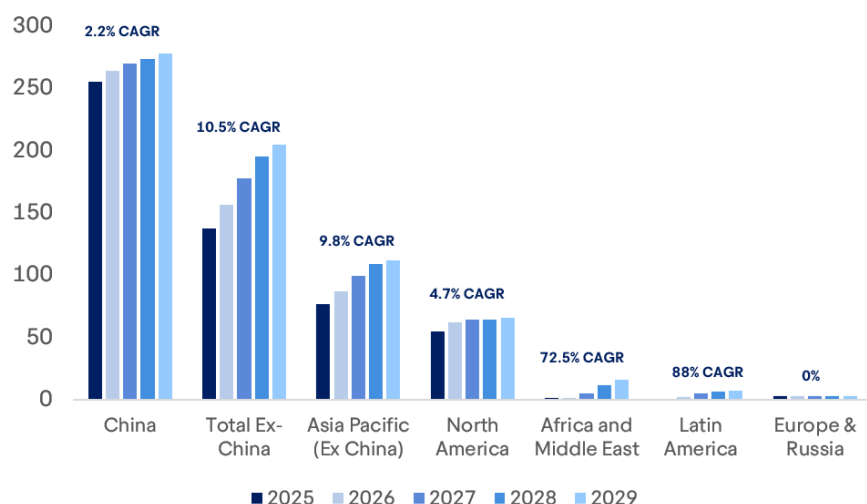


Fonte: Bloomberg, Serviço Geológico dos Estados Unidos, BTG Pactual

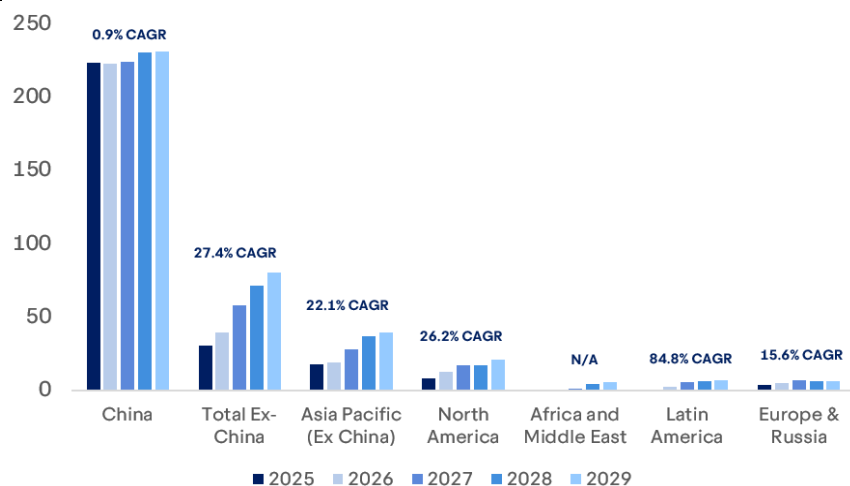
Essa assimetria define o verdadeiro gargalo do setor: a capacidade de refino e separação. Atualmente, a China fornece cerca de 224 mil toneladas de óxidos de terras raras refinados anualmente, em comparação com apenas ~30,5 mil toneladas produzidos em todas as outras regiões combinadas, o que se traduz em uma participação de mercado estimada em ~88% no fornecimento refinado. Esse domínio reflete décadas de integração vertical, coordenação governamental e vantagens de custo na separação química, em vez de uma simples vantagem na disponibilidade de recursos brutos.

O domínio desproporcional da China no fornecimento de terras raras refinadas representa uma vulnerabilidade estrutural para as indústrias na ponta final da cadeia, especialmente para os países que dependem desses materiais na produção de veículos elétricos, eletrônicos, sistemas de defesa, catalisadores e compostos de polimento. A participação de ~88% do país na produção global refinada deixa as cadeias de abastecimento expostas a interrupções políticas.

Ações políticas recentes reforçaram essa preocupação. Pequim introduziu novos controles amplos de exportação de terras raras e tecnologias relacionadas, com o objetivo de fortalecer sua posição nas tensões comerciais com os Estados Unidos. Isso reacendeu os temores de insegurança no abastecimento nas economias ocidentais, principalmente nos EUA, Europa e Japão, que dependem fortemente das terras raras chinesas para as indústrias de manufatura avançada e tecnologia limpa.

Gráfico 5: Projeções globais de oferta de terras raras extraídas por região


Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

Gráfico 6: Projeções globais de oferta de terras raras refinadas por região


Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

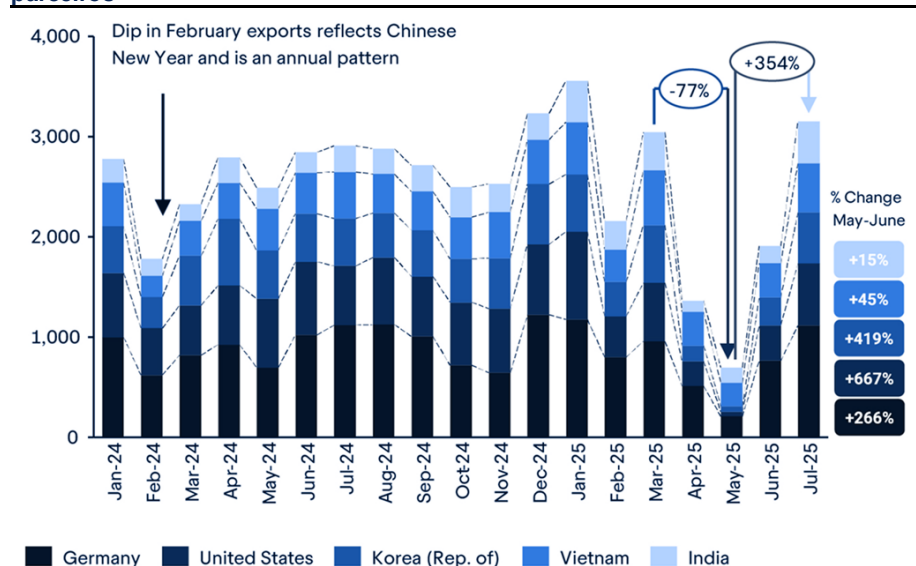
Novos projetos

Como resultado, a diversificação do fornecimento tornou-se uma prioridade estratégica. Governos e empresas de manufatura estão cada vez mais buscando acordos de compra de longo prazo e fontes de matéria-prima não chinesas para mitigar o risco geopolítico. De acordo com a Wood Mackenzie, espera-se que a China adicione 23 mil toneladas de óxidos de terras raras para a oferta atual (2,2% CAGR), enquanto as regiões fora da China devem adicionar muito mais: significativos 87,5 mil toneladas de óxidos de terras raras (10,5% CAGR entre 2025 e 2029). Espera-se que a maior parte dessa capacidade incremental das regiões fora da China venha de outros países da Ásia-Pacífico (23 mil toneladas de óxidos de terras raras), seguidos pela África/Oriente Médio (15 mil toneladas de óxidos de terras raras), América do Norte (11 mil toneladas de óxidos de terras raras) e América Latina (mil toneladas de óxidos de terras raras). Embora se preveja que a América Latina adicione menos

capacidade em termos absolutos, é importante destacar que crescerá a uma CAGR de 88% entre 2025 e 2029, passando de apenas 0,6 mil toneladas para 7,5 mil toneladas de óxidos de terras raras.

Hoje, é normal que uma empresa extraia suas reservas de terras raras e, uma vez que não tenha capacidade técnica para refinar esse material, a venda para a China refinar (onde reside o verdadeiro valor e o desafio da indústria de terras raras). No entanto, muitas empresas estão gradualmente tentando mudar isso. Quando se fala em adições ao fornecimento de terras raras refinadas, a tendência de diversificação para além da China é ainda mais destacada.

Gráfico 7: Exportações chinesas de ímãs de terras raras para os 5 principais parceiros



Fonte: Wood Mackenzie, Global Trade Tracker, BTG Pactual

Espera-se que o fornecimento de terras raras refinadas provenientes de regiões fora da China cresça a uma taxa composta anual de 27,4% entre 2025 e 2029, em comparação com apenas 0,9% na China. Espera-se que a maior parte desse crescimento de capacidade venha da América Latina (85% CAGR), seguida pela América do Norte (26%), Ásia-Pacífico fora da China (22%) e África, que deve atingir cerca de 6 mil toneladas de capacidade refinada até 2029, ante praticamente zero atualmente.

Uma análise do rastreador de projetos globais da Argus Media (ver Imagem XX) reforça ainda mais essa tendência. A atividade de projetos fora da China está se intensificando, particularmente na Austrália, África e América Latina, onde vários ativos possuem um potencial significativo de recursos.

Em conjunto, esses desenvolvimentos sugerem que o domínio da China provavelmente não será desafiado no curto prazo, mas um reequilíbrio gradual da capacidade de refino está em andamento, apoiado por incentivos políticos ocidentais e investimentos do setor privado em tecnologias de separação.

A atividade de desenvolvimento de projetos no setor de terras raras acelerou nos últimos anos, refletindo o crescente interesse dos investidores e o apoio político à diversificação da cadeia de

abastecimento. Conforme ilustrado no rastreador global de projetos da Argus Media Group, um número considerável de novos projetos está surgindo fora da China, com a maioria concentrada na Austrália, África e América Latina.

Tabela 2: Projetos de terras raras

Company	Mine	Country	Stage of development	Resource (mn t)	REO (mn t)
Vital Metals	Nechalacho	Canada	Operating; RE extraction plant construction halted (Apr23)	170.30	2.13
Iluka Resources	Eneabba	Australia	Mine operating; REO refinery due to start up in 2025 (Mar 23)	1.00	na
Mineracao Serra Verde	Serra Verde	Brazil	Operating; ramping up to 5,000 t/yr REO (Jan 24)	911.00	1.09
Northern Minerals	Browns Range	Australia	Targeting final investment decision in 1H 2024 (Aug 23)	9.00	0.06
Hastings Technology Metals	Yangibana	Australia	First production scheduled for 2Q 2025 (Dec 23)	29.93	0.28
Aclara Resources	Penco/Carina	Chile/Brazil	Carina Module clays arrive at pilot plant (Dec 23)	168.00	0.25
Arafura Resources	Nolans	Australia	First production expected by end 2026 (Dec 23)	56.00	1.46
Australian Strategic Materials	Dubbo	Australia	First production scheduled for 2027 (Dec 23)	75.20	0.74
Australian Rare Earths	Koppamurra	Australia	Sampling and metallurgical testwork under way (Sep 23)	186.00	0.13
Brazilian Rare Earths	Rocha de Rocha	Brazil	Advanced exploration; new Jorc estimate 2Q 2024 (Dec 23)	510.00	0.77
Defense Metals	Wicheeda	Canada	Shipping MREC to Ucore (Jan 24)	45.30	0.80
Ionic Rare Earths	Makuutu	Uganda	Mining licence provisionally approved by Ugandan govt (Jan 24)	315.00	0.20
Leading Edge Materials	Norra Karr	Sweden	Natura 2000 permit application process in progress (Sep 23)	110.00	0.55
Lindian Resources	Kangankunde	Malawi	Mining/environmental licences approved; feasibility 2Q 2024 (Dec 23)	261.00	5.74
Meteoric Resources	Caldeira	Brazil	Feasibility started; MOU signed with Neo Performance Materials (May 24)	409.00	1.07
Mkango Resources	Songwe	Malawi	First production of REO carbonate targeted for 2026 (Oct 23)	21.00	0.30
Peak Rare Earths	Ngualla	Tanzania	Targeting 16,200 t/yr REO production by 2026 (Oct 23)	214.40	4.60
Pensana Rare Earths	Longonjo	Angola	Early-stage development activities funded by \$15mn loan (Jan 24)	240.00	3.85
Rainbow Rare Earths	Phalaborwa	South Africa	Definitive feasibility study due by end 2024 (Oct 23)	30.40	0.13
Rarex	Cummins Range	Australia	Regulatory submissions planned for mid-2024 (Dec 23)	519.30	1.65
Torngat Metals	Strange Lake	Canada	Pre-feasibility study due by end 2024 (Dec 23)	563.52	4.91
VHM	Goschen	Australia	Signed binding offtake agreement with Shenghe (Feb 24)	629.00	0.41

Fonte: Sociedade Chinesa de Terras Raras, BTG Pactual

Vários desses projetos dispõem de reservas consideráveis e podem contribuir significativamente para o abastecimento fora da China no médio prazo. No Brasil, destacam-se os depósitos de argila iônica de Serra Verde e Rocha da Rocha, com recursos estimados em ~911 milhões de toneladas e ~510 milhões de toneladas, respectivamente. Na Austrália, os projetos Cummins Range e Goschen representam desenvolvimentos importantes, contendo reservas de ~519 milhões de toneladas e ~629 milhões de toneladas. Enquanto isso, no Canadá, o depósito Strange Lake (estimado em ~563 Mt) continua sendo uma das prospecções mais avançadas da América do Norte.

É importante ressaltar que todos esses ativos estão localizados fora da China, reforçando a tendência mais ampla de diversificação geográfica do fornecimento. Embora replicar a cadeia de valor integrada da China continue sendo um desafio, a expansão desses projetos demonstra um progresso significativo no sentido de reequilibrar a base global de fornecimento de terras raras e reduzir a dependência de longo prazo da capacidade de refino chinesa.

Demanda

A demanda global por elementos de terras raras tem aumentado, impulsionada por sua crescente relevância em uma ampla gama de aplicações industriais e de alta tecnologia. Da energia limpa à eletrônica avançada e sistemas de defesa, os elementos de terras raras são componentes essenciais em tecnologias que estão remodelando as economias modernas.

Embora o consumo global continue concentrado em ímãs, catalisadores e compostos de polimento, a mudança para a eletrificação e a energia renovável alterou significativamente o perfil da demanda, com as aplicações relacionadas a ímãs agora respondendo pela maior parte do crescimento estrutural. Do ponto de vista do volume e do mercado, o mercado global de elementos de terras raras continua relativamente pequeno, especialmente em comparação com outras commodities que cobrimos.

No entanto, sua importância estratégica é significativa, dados seus usos finais críticos. De acordo com a Wood Mackenzie, em 2024, o mundo consumiu cerca de 187 mil toneladas de elementos de terras raras, equivalentes a aproximadamente US\$ 6 bilhões em valor total, com mais de 90% dessa demanda proveniente da indústria de ímãs.

Tabela 3: Consumo de óxido de terras raras por aplicação - 2024

Application	Total Value of REE consumed (US\$mn)	% of total REO market value	Volume of REO consumed (ton)
Magnets	5,462	91.4%	89,178
Ceramics	51	0.9%	5,783
Catalysts	51	0.9%	29,401
Glass	46	0.8%	11,031
Metallurgy	41	0.7%	11,873
Polishing Powders	28	0.5%	19,518
Phosphors	26	0.4%	799
Pigments	23	0.4%	603
Batteries	21	0.4%	2,939
Others	230	3.8%	16,054
Total	5,979	100.0%	187,179

Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

Em uma perspectiva de longo prazo, esperamos que a demanda por elementos de terras raras continue crescendo em um ritmo acelerado. A Wood Mackenzie prevê que a demanda cresça a uma taxa composta anual de 3,1% até 2029, uma estimativa que, em nossa opinião, parece conservadora. Outras consultorias são mais otimistas: a Argus Media, por exemplo, projeta um CAGR de 5 a 6% até 2034, apoiado principalmente pela crescente demanda por veículos elétricos, turbinas eólicas e

aplicações de alta tecnologia. Da mesma forma, o Instituto de Pesquisa de Terras Raras de Baotou, na China, espera que a demanda aumente a uma taxa composta anual de crescimento (CAGR) de 7% até 2031.

Gráfico 8: Demanda por terras raras por aplicação (mil toneladas)

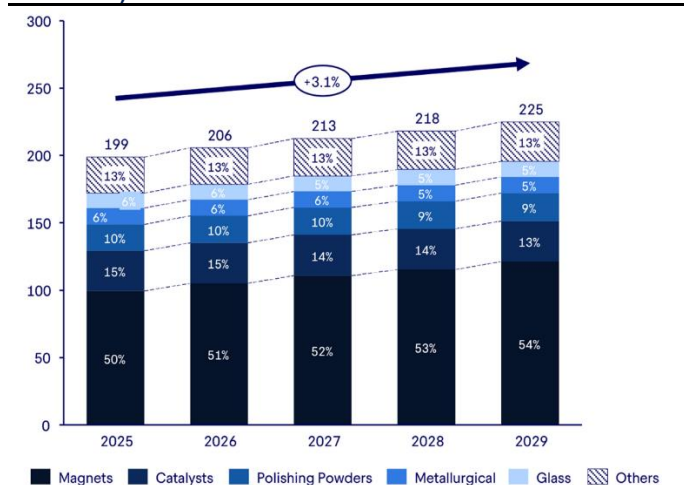
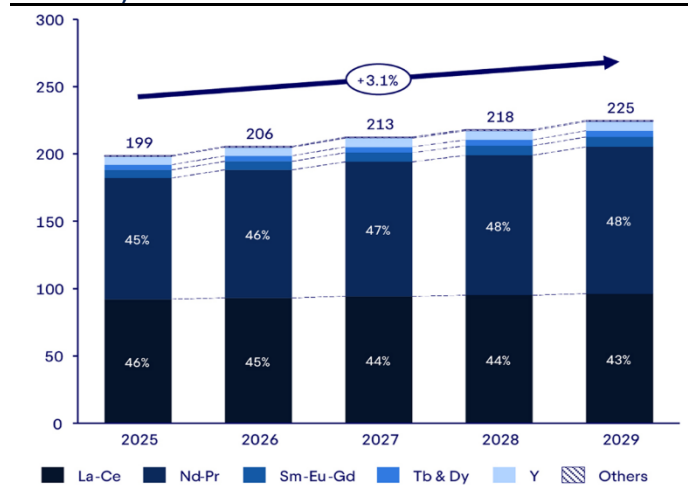


Gráfico 9: Demanda por elementos de terras raras (mil toneladas)



Em nossa opinião, o consumo global de elementos de terras raras deve continuar crescendo nos próximos anos, embora o ritmo exato dependa da expansão e da evolução tecnológica dos principais impulsionadores da demanda. Na próxima seção, apresentamos uma breve visão geral dos principais setores de uso final que sustentam a crescente demanda por ímãs de alto desempenho.

Fatores impulsionadores da demanda

1) Veículos elétricos

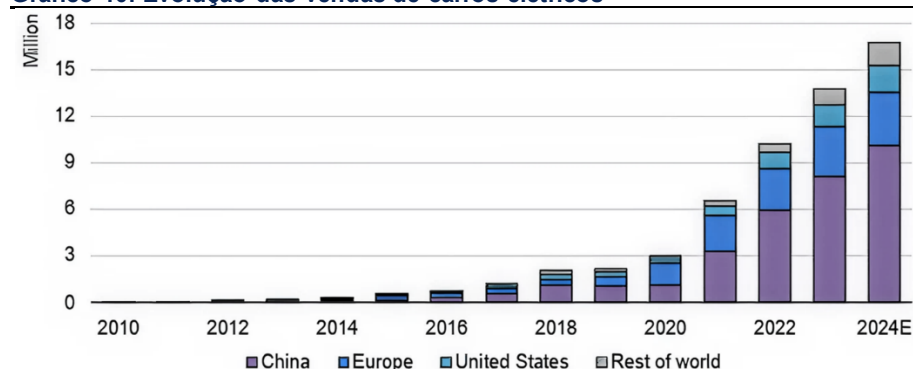
A rápida eletrificação da mobilidade global tornou-se o fator mais importante para a demanda por terras raras. Os veículos elétricos modernos dependem fortemente de ímãs neodímio de alto desempenho, usados em motores de tração por sua densidade de potência e eficiência superiores. As vendas globais de veículos elétricos têm crescido aceleradamente nos últimos anos, ultrapassando 15 milhões de unidades em 2024, de acordo com a IEA.

À medida que as montadoras continuam a ampliar a produção e eliminar gradualmente os motores de combustão interna, espera-se que a demanda por ímãs aumente acentuadamente. Mesmo em cenários conservadores, o consumo de elementos de terras raras relacionado a veículos elétricos deve mais que dobrar até o final da década, apoiado por fortes incentivos políticos e pela crescente adoção pelos consumidores.

O mercado global de veículos elétricos deve continuar a se expandir, uma vez que os fatores estruturais permanecem em vigor. Os custos das baterias continuam diminuindo, tornando os veículos elétricos cada vez mais competitivos em relação aos veículos de combustão interna, mesmo sem subsídios. Governos em todo o mundo continuam a apoiar a eletrificação por meio de padrões de emissão mais rígidos, incentivos à produção local e investimentos em infraestrutura de recarga.

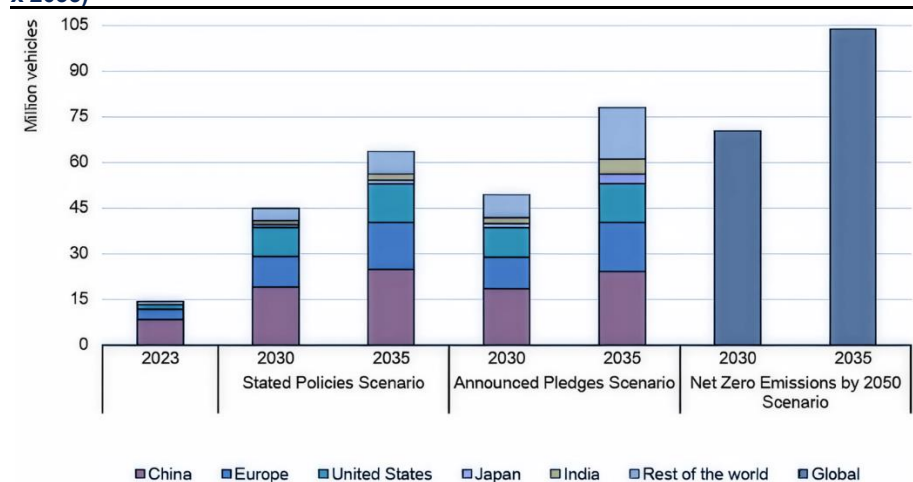
Ao mesmo tempo, as montadoras estão ampliando plataformas dedicadas a veículos elétricos, melhorando a variedade de modelos e impulsionando economias de escala. Nos mercados emergentes, espera-se que a paridade de custos e o crescimento da fabricação local desencadeiem a próxima onda de adoção, transformando o que antes era um nicho em um mercado global dominante na próxima década.

Gráfico 10: Evolução das vendas de carros elétricos



Fonte: IEA, Associação Chinesa de Veículos de Passageiros, BTG Pactual

Gráfico 11: Vendas de carros elétricos por região e estimativa do cenário (2030 x 2035)



Fonte: IEA, Associação Chinesa de Veículos de Passageiros, BTG Pactual

2) Aparelhos de alta tecnologia

Outra fonte importante de demanda incremental por elementos de terras raras vem da crescente adoção de aplicações de alta tecnologia que dependem fortemente de componentes de terras raras. Entre os setores com maior potencial de crescimento e intensidade de elementos de terras raras acima da média, destacamos a robótica e a mobilidade aérea avançada (incluindo drones e eVTOLs).

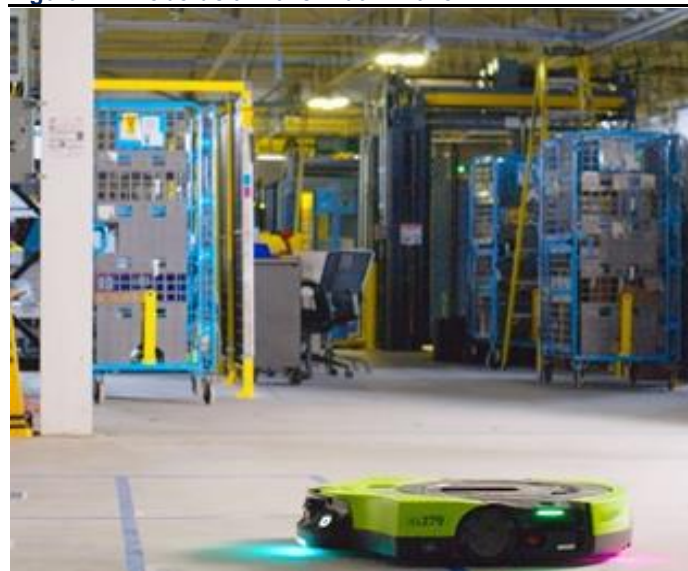
Ambas as indústrias estão evoluindo rapidamente. Na robótica, grandes empresas estão investindo pesadamente em inovação e disrupção tecnológica. Por exemplo, a Nvidia e a Appteronik em robôs humanóides e a Amazon em sistemas autônomos para operações de armazenamento.

Figura 11: Robô humanóide da Apptronik



Fonte: Nvidia, Apptronik, BTG Pactual

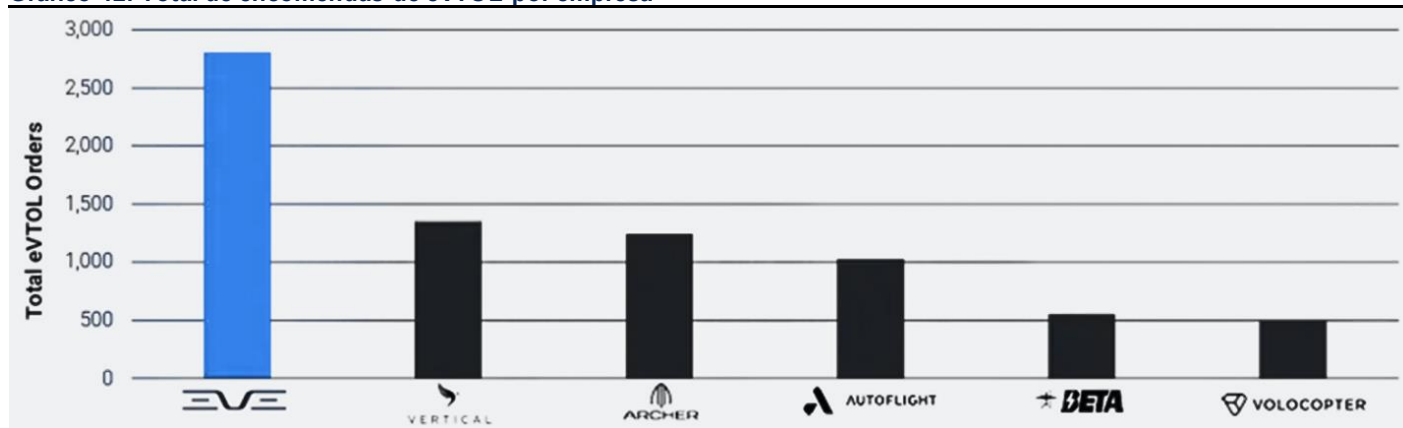
Figura 12: Robô de armazém da Amazon



Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

Na mobilidade aérea, o setor de eVTOL representa um potencial catalisador para a demanda futura por elementos de terras raras. Embora essas aeronaves ainda não estejam totalmente operacionais, as carteiras de pedidos já estão crescendo significativamente entre os principais players. A Eve, subsidiária de eVTOL da Embraer, por exemplo, acumulou uma carteira de pedidos de mais de 2,5 mil unidades, com potencial de crescimento ainda maior à medida que o setor se expande.

Gráfico 12: Total de encomendas de eVTOL por empresa



Fonte: Empresas, BTG Pactual

De modo geral, a expansão dos produtos de alta tecnologia e das soluções de mobilidade de última geração deve continuar sendo um importante fator estrutural para o consumo de terras raras nos próximos anos.

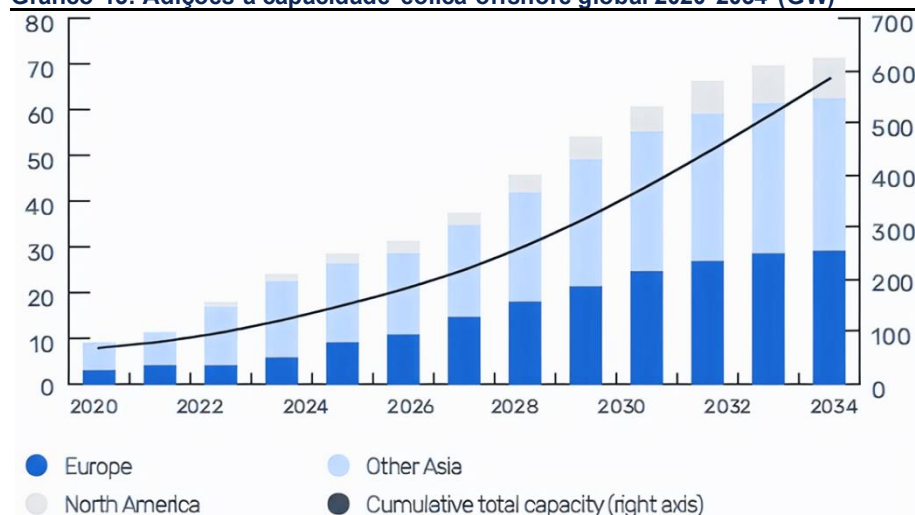
3) Turbinas eólicas

A implantação acelerada de turbinas eólicas de acionamento direto está se tornando uma fonte importante de demanda por elementos magnéticos de terras raras. Ao contrário dos sistemas convencionais baseados em caixas de engrenagens, os motores de ímã permanente de terras raras oferecem maior eficiência, menores requisitos de manutenção e maior

confiabilidade, tornando-os a escolha preferida para turbinas de última geração.

À medida que a energia eólica continua a consolidar sua posição como uma das fontes de energia que mais crescem, as implicações para a demanda são significativas. A IEA espera que a energia eólica seja responsável por cerca de 21% da capacidade global de geração de energia até 2040. O segmento offshore liderou essa expansão, com a capacidade instalada mais que dobrando de 36 GW em 2020 para 77 GW em 2023 (500 GW projetados para 2034). Dado que cada turbina de acionamento direto de 3 MW requer aproximadamente 1 a 2 toneladas de motores de ímã permanente de terras raras, o crescimento contínuo das instalações eólicas continuará sendo um importante fator estrutural para a demanda por elementos de terras raras na próxima década.

Gráfico 13: Adições à capacidade eólica offshore global 2020-2034 (GW)

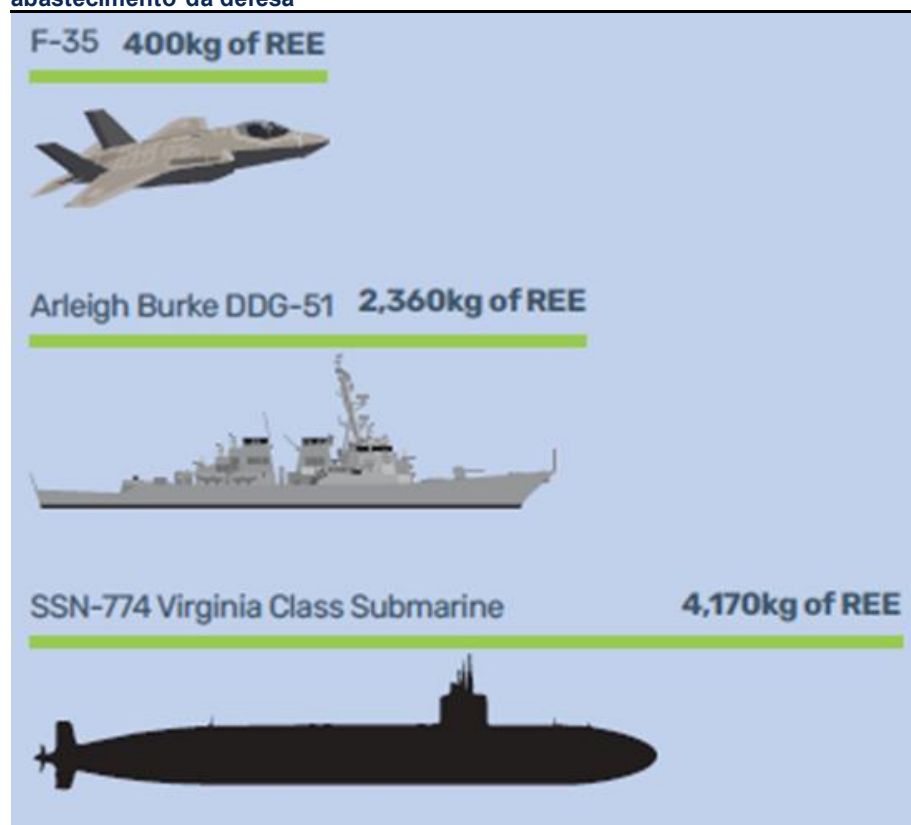


Fonte: Rainbow Rare Earths Limited, Argus Media, BTG Pactual

4) Defesa e segurança

Por fim, as terras raras desempenham um papel fundamental na indústria de defesa e segurança, servindo como insumos essenciais para uma ampla gama de tecnologias de última geração. Seu uso neste setor ressalta a importância estratégica dos elementos de terras raras nas discussões globais sobre segurança de abastecimento. As principais aplicações na defesa incluem aeronaves leves, submarinos, drones, sistemas de mísseis e equipamentos avançados de localização ou comunicação, todos os quais dependem dos elementos de terras raras como matérias-primas cruciais.

Figura 13: Papel crítico dos elementos de terras raras na cadeia de abastecimento da defesa



Fonte: Rainbow Rare Earths Limited, Argus Media, BTG Pactual

Terras raras

O que é?

Os elementos de terras raras são um grupo de 15 lantanídeos + 2 elementos adicionais (escândio e ítrio) da tabela periódica. Cada elemento (ou grupo de elementos) tem características e utilizações finais distintas, dependendo da forma como são combinados.

Os elementos de terras raras são normalmente divididos em dois grupos principais:

(i) Elementos de terras raras leves: definidos por seus números atômicos mais baixos, incluindo La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu e Sc.

(ii) Elementos de terras raras pesadas: definidos por seus números atômicos mais altos, incluindo Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu e Y.

Figura 14: Tabela periódica - Os elementos de terras raras são principalmente lantanídeos

H	Rare Earth Elements																He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	*-*	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
Lanthanides		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Light Rare Earth Element
 Heavy Rare Earth Element

Fonte: Civildaily, BTG Pactual

Dito isso, as definições de terras raras leves e terras raras pesadas variam dependendo da fonte. Alguns especialistas defendem uma terceira categoria, os Elementos de Terras Raras Médias, que inclui Eu e Gd, ambos posicionados no meio da série dos lantanídeos.

As terras raras são conhecidas principalmente por três propriedades essenciais: magnética, luminescente e eletroquímica. Quando combinados, esses elementos podem ser “misturados e combinados” em uma ampla gama de aplicações.

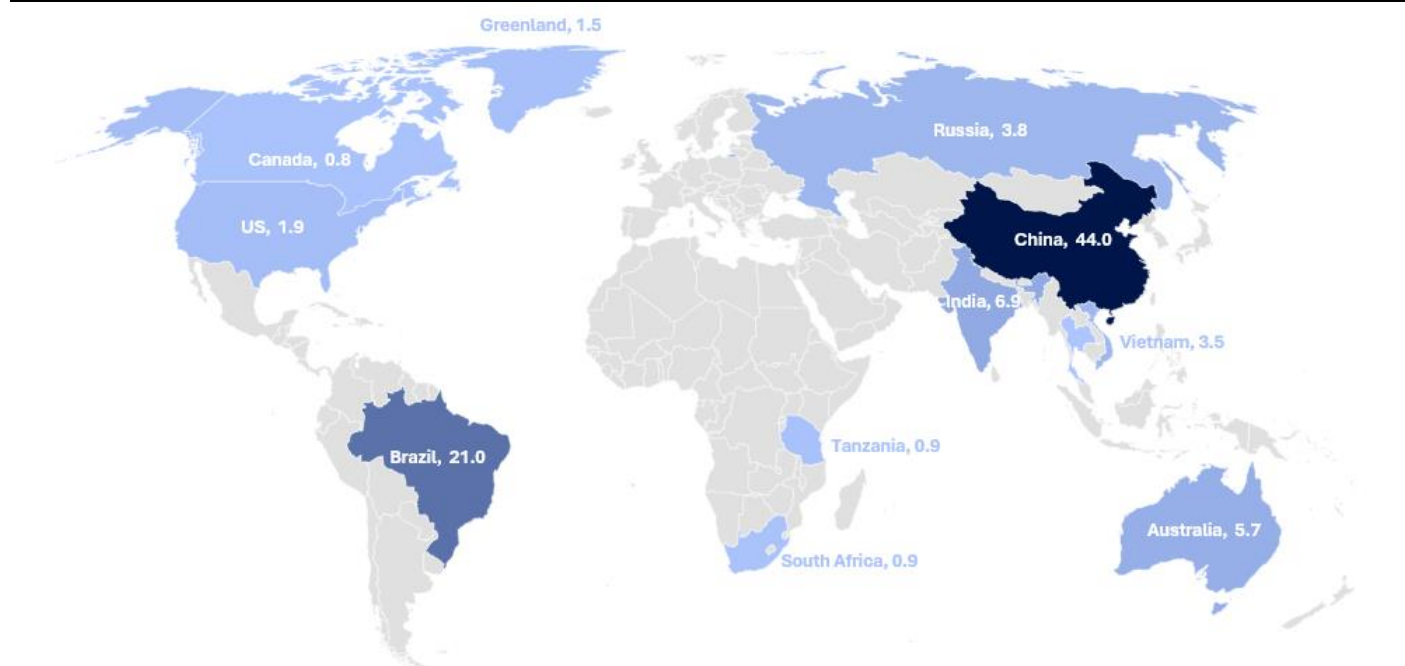
Onde podemos encontrá-las?

Apesar do nome, as terras raras não são geologicamente raras, pois são relativamente abundantes na crosta terrestre. No entanto, sua disponibilidade econômica depende da mineralogia. A maioria dos depósitos está espalhada e ocorre em baixas concentrações, tornando a extração e a separação tecnicamente complexas e muitas vezes antieconômicas. Minérios de menor qualidade exigem o processamento de volumes maiores de material, o que aumenta significativamente o consumo de energia e as emissões de CO₂. Essa dificuldade em garantir um fornecimento economicamente viável é, em última análise, o que justifica o termo “raro”.

De acordo com o Serviço Geológico dos Estados Unidos (2025), considerando as reservas consideradas economicamente viáveis no momento da avaliação, a China é o maior detentor de reservas de elementos de terras raras, com 44 milhões de toneladas, seguida pelo Brasil, com 21 milhões de toneladas. Índia (6,9 milhões de toneladas), Austrália (5,7 milhões de toneladas) e Rússia (3,8 milhões de toneladas)

também respondem por uma parte das reservas globais, embora sua relevância seja comparativamente menor.

Figura 15: Reservas mundiais de minas por país (milhões de toneladas)



Fonte: Serviço Geológico dos Estados Unidos, BTG Pactual

Geologia?

Conforme mencionado, a geologia é essencialmente o fator que torna as terras raras “raras”, dadas as dificuldades relacionadas aos corpos de minério e à disponibilidade econômica. De modo geral, existem quatro principais tipos de depósitos geológicos no mundo. Dois deles são considerados depósitos primários, que normalmente hospedam elementos de terras raras leves (LREEs), enquanto os depósitos secundários são a principal fonte de elementos de terras raras pesadas (HREEs).

Depósitos primários:

(i) Carbonatitos (LREEs) → rochas ígneas incomuns com mais de 50% de minerais carbonáticos, quase sempre associadas a ambientes tectônicos ligados à formação de riftes, com importância econômica muito elevada.

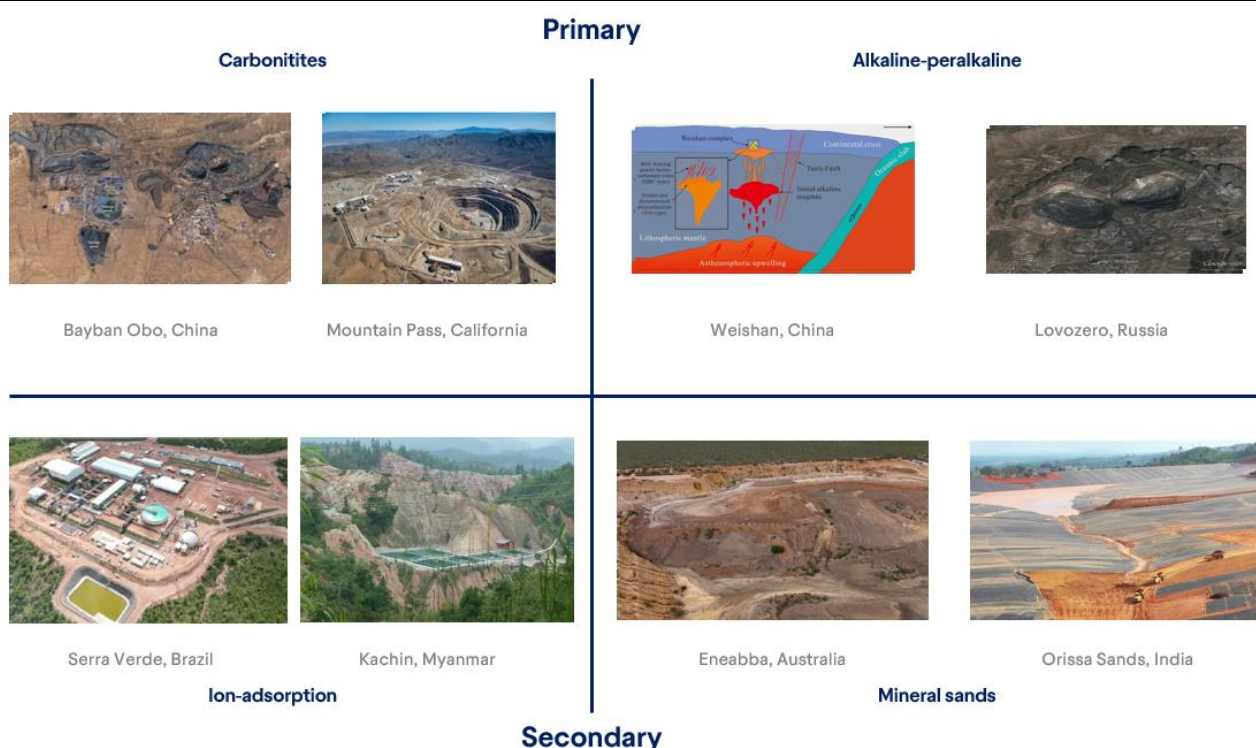
(ii) Rochas alcalinas-peralcalinas (LREEs e alguns HREEs) → rochas ígneas enriquecidas em metais alcalinos (como Na e K), com ocorrência em riftes continentais, acima de placas fortemente subduzidas e em pontos quentes intraplaca, apresentando alta disponibilidade econômica.

Depósitos secundários:

(i) Depósitos de adsorção iônica (HREEs e alguns LREEs) → formados na superfície de minerais argilosos como resultado do intemperismo químico de rochas carbonatíticas e peralcalinas, causando a lixiviação de ETRs; encontrados principalmente na China, Brasil e Mianmar, com disponibilidade econômica muito elevada.

(ii) **Areias minerais (HREEs e LREEs)** → resultam da erosão de rochas e se acumulam em depósitos aluvionares de areia, geralmente encontrados em praias, leitos de rios e dunas, com disponibilidade econômica moderada.

Figura 16: Visão geral dos principais tipos de depósitos de terras raras

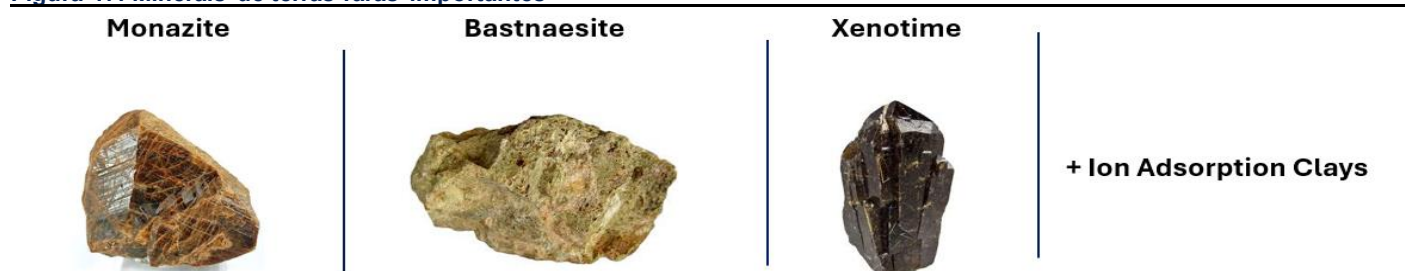


Fonte: Empresas, Wood Mackenzie, BTG Pactual

Os REEs são comumente encontrados juntos nos mesmos depósitos e, muitas vezes, nos mesmos minerais. Isso significa que um único mineral normalmente contém vários elementos de terras raras, o que naturalmente complica o processo de separação.

Os próprios minerais também são classificados como minerais LREE ou HREE, indicando se contém predominantemente elementos de terras raras leves ou pesados. Os LREEs são geralmente extraídos da bastnaesita e da monazita, enquanto os HREEs são obtidos principalmente da xenotima e das argilas de adsorção iônica.

Figura 17: Minerais de terras raras importantes



Fonte: Empresas, Wood Mackenzie, BTG Pactual

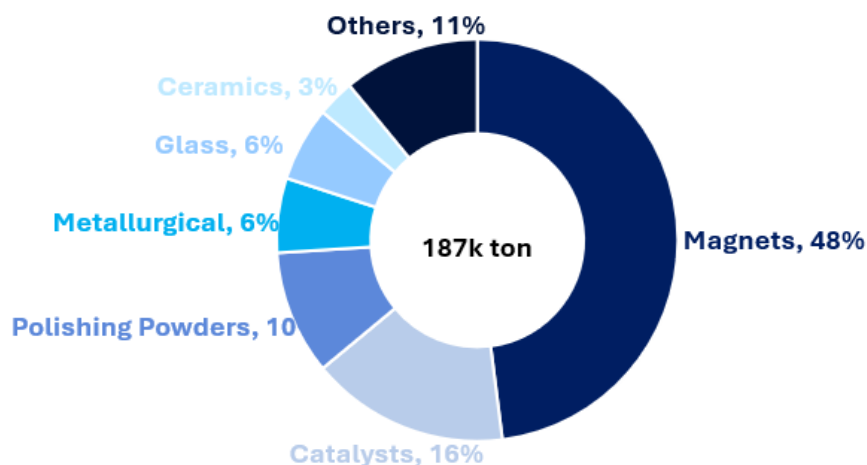
Utilidades

As terras raras são frequentemente referidas como as “vitaminas” dos materiais modernos, pois fornecem propriedades essenciais para muitos produtos. O uso final dos 15 +2 elementos de terras raras está intimamente ligado às suas três principais propriedades: magnética, luminescente e eletroquímica.

Entre suas muitas aplicações, os ímãs de alta potência são os mais importantes, respondendo pela maior parte da demanda de uso final (~48%).

Os REEs também encontram aplicações na metalurgia (melhoria do desempenho e durabilidade, 6%), vidro (estabilização, descoloração e outras funções, 6%), cerâmica (melhoria da durabilidade e estabilidade, 3%) e outros segmentos de menor volume, como baterias, produção de fósforo e outros (11%).

Gráfico 14: Demanda por óxido de terras raras por aplicação (2024)



Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

Apesar dos inúmeros usos potenciais dos REEs, a maior parte da demanda concentra-se em ímãs, catalisadores, pós de polimento e metalurgia. A demanda por cada elemento está fortemente ligada às suas principais propriedades e aplicações.

O neodímio é o elemento mais conhecido e procurado, impulsionado por seu papel dominante em aplicações magnéticas, respondendo por 36% da demanda total.

O cério, usado principalmente em catalisadores e pós de polimento, é o segundo elemento mais procurado, representando 31%. O lantânio ocupa o terceiro lugar, com 18% da demanda, apoiado por suas aplicações em catalisadores e metalurgia. Juntos, esses três elementos representam 84% da demanda total.

Tabela 4: Consumo de óxido de terras raras por elemento (2024)

Symbol	Rare Earth Oxide	Demand in 2024 (ton)	Main Applications
Nd	Neodymium	66,544	NdFeB Magnets
Ce	Cerium	57,515	Catalysts, polishing powders, metallurgy, glass
La	Lanthanum	33,131	Catalysts, metallurgy, glass
Pr	Praseodymium	13,971	Magnets, metallurgy
Y	Yttrium	6,172	Ceramics
Gd	Gadolinium	3,965	Medical
Dy	Dysprosium	3,130	NdFeB Magnets
Sm	Samarium	1,546	SmCo Magnets, nuclear industry
Tb	Terbium	436	Magnets, phosphors
Er	Erbium	370	Fibre-optic amplifiers, lasers
Ho	Holmium	203	Magnets, nuclear industry
Eu	Europium	135	Phosphors, anti-counterfeiting
Lu	Lutetium	42	Medical, catalysts
Yb	Ytterbium	20	Fibre-optics, metallurgy
Tm	Thulium	2	Lasers, portable x-ray devices

Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

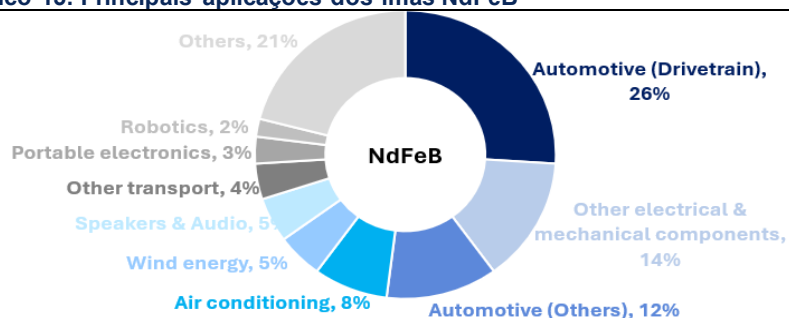
Abaixo, detalhamos as principais aplicações para cada um dos segmentos descritos acima, para entender melhor os produtos finais dos quais as terras raras dependem:

(i) Magnetismo – 48% de participação

O uso final mais importante dos elementos de terras raras é em ímãs, devido à sua ampla gama de aplicações em áreas críticas da indústria automotiva, de alta tecnologia e ambiental. Os principais setores incluem automotivo (para transmissões e outras aplicações, principalmente em veículos elétricos e híbridos), ar-condicionado e energia eólica, bem como várias indústrias de alta tecnologia, como eletrônica, robótica, HDDs e bombas elétricas.

Ímãs de terras raras (principalmente neodímio-ferro-boro) são usados no rotor do motor do veículo elétrico. Quando a eletricidade flui através dos enrolamentos do estator do motor, ela cria um campo magnético rotativo que interage com o campo magnético dos ímãs do rotor, produzindo torque para girar as rodas.

Gráfico 15: Principais aplicações dos ímãs NdFeB

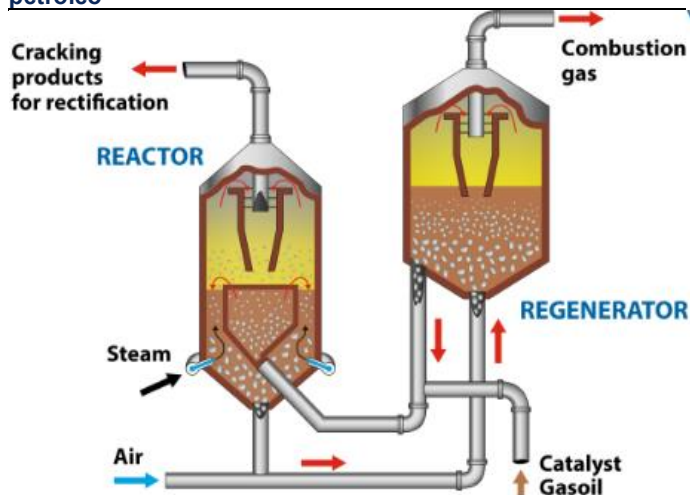


Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

(ii) Catalisadores – participação de 16%

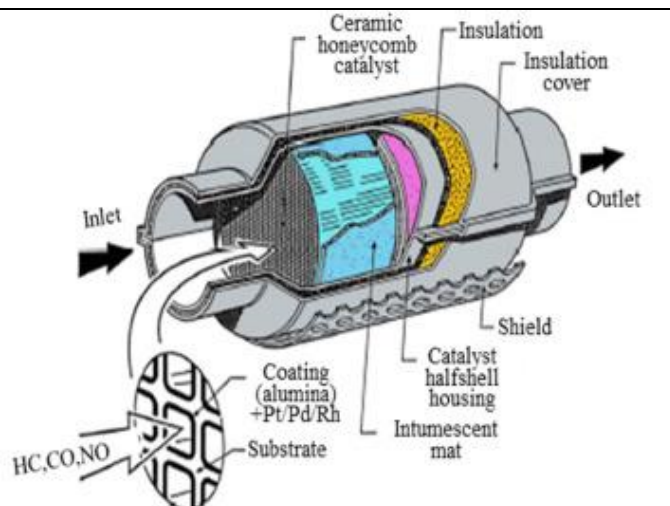
Os elementos de terras raras são essenciais na refinação e nos catalisadores petroquímicos, onde melhoram a eficiência do combustível e reduzem as emissões. O cério e o lantânio são particularmente valiosos para a craqueamento de hidrocarbonetos e a limpeza dos sistemas de exaustão dos veículos. A demanda permanece estruturalmente ligada à produção global de combustíveis e produtos químicos, mesmo com o avanço da eletrificação.

Figura 18: Processo de craqueamento catalítico de fluidos de petróleo



Fonte: Boratos, BTG Pactual

Figura 19: Conversor catalítico automotivo



Fonte: ScienceDirect, BTG Pactual

(iii) Pó de polimento – participação de 10%

O óxido de cério domina o mercado de pós de polimento ultrafinos, usados para alisar vidros, lentes e wafers semicondutores. Sua reatividade química única permite tanto a abrasão quanto a remoção química suave, proporcionando acabamentos de grau óptico. O setor oferece uma demanda estável e de alta margem, em grande parte isolada dos ciclos dos veículos elétricos.

(iv) Metalurgia – participação de 6%

As terras raras aumentam a resistência, a ductilidade e a resistência à corrosão do aço e das ligas não ferrosas. Pequenas adições de cério ou mischmetal melhoram a estrutura granular, enquanto o lantânio aumenta a moldabilidade em aços especiais. Este segmento vincula a demanda por terras raras à produção industrial e aos gastos com infraestrutura.

(v) Vidro – participação de 6%

O lantânio, o cério e o neodímio são amplamente utilizados para colorir, descolorir ou filtrar a luz em produtos de vidro e cerâmica. O cério remove os tons esverdeados do ferro no vidro, enquanto o neodímio confere uma tonalidade roxa distinta às lentes ópticas. Além da estética, esses materiais adicionam proteção UV e estabilidade térmica — mercados pequenos, mas estáveis e de alto valor.

(vi) Cerâmica – 3% de participação

Os REEs são comumente usados na produção de cerâmicas industriais, especiais e avançadas. O ítrio (Y) é o elemento mais amplamente utilizado, pois aumenta a durabilidade e a estabilidade em altas temperaturas.

(vii) Outros – 11% de participação

Além dos setores mencionados acima, os REEs têm outras aplicações importantes, incluindo baterias, fósforos, pigmentos, fertilizantes, têxteis, tratamento de água, lasers, reatores nucleares, radiografia e equipamentos médicos, supercondutores e muitos outros.

Figura 20: Outras aplicações dos REEs



Fonte: BTG Pactual

Produção e refino

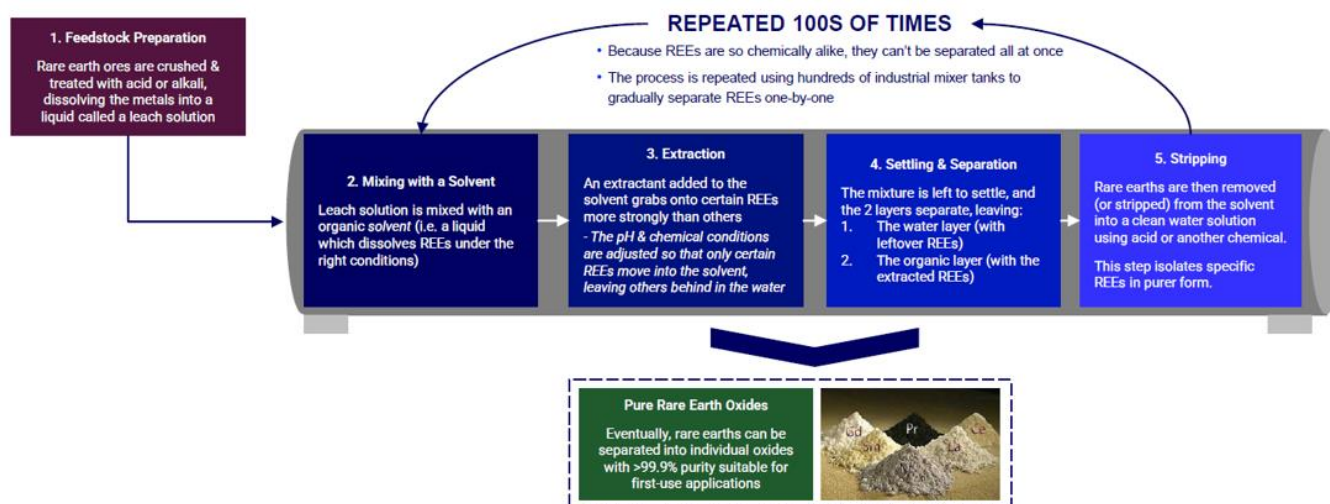
Após a extração do minério da mina, começa o verdadeiro desafio. Os REEs coocorrentes devem ser separados em óxidos de terras raras individuais, que são usados diretamente nas aplicações mencionadas acima.

A primeira etapa após a mineração é o beneficiamento, onde o minério é processado fisicamente por meio de trituração, classificação, flotação ou separação por gravidade (dependendo da geologia da mina e das características do minério) para produzir um concentrado de REEs.

A etapa seguinte é o processamento químico, em que as terras raras são extraídas do concentrado. Essa etapa pode variar significativamente, dependendo do tipo de depósito geológico e dos minerais específicos que estão sendo processados. A produção de REEs normalmente envolve o uso de ácidos fortes (como ácido sulfúrico e clorídrico), álcalis, sais de amônio e outros reagentes.

Finalmente, chegamos à parte mais importante e também mais desafiadora do processo: a separação. O objetivo aqui é isolar elementos individuais de terras raras de matérias-primas químicas mistas de terras raras (como carbonatos e cloretos) para produzir óxidos de terras raras (REOs) de alta pureza, normalmente excedendo 99% de pureza.

Figura 21: Processo simplificado de refino de terras raras



Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

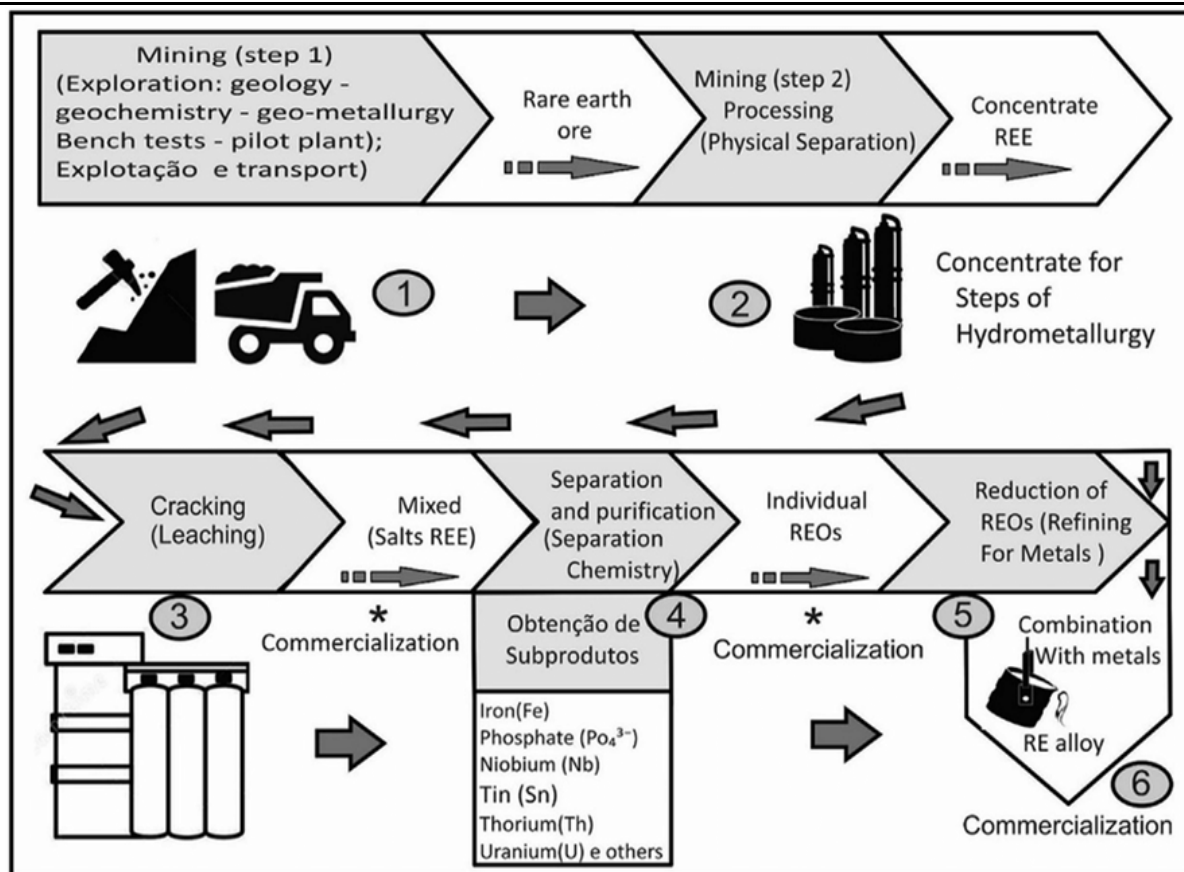
Como a maioria dos REEs tem raios iônicos e estados de oxidação semelhantes, sua separação por meio de técnicas químicas é muito difícil. O processo normalmente envolve a dissolução dos elementos de terras raras em uma solução de lixiviação, que é então misturada com solventes e separada por condições de pH em uma camada orgânica e uma camada aquosa.

Os elementos desejados são finalmente retirados do solvente para uma solução aquosa transparente usando ácido. Como os REEs são tão quimicamente semelhantes, eles não podem ser separados de uma só vez, exigindo que as refinarias repitam o processo várias vezes para isolar cada elemento individualmente.

Em termos de impacto ambiental, o processamento de terras raras normalmente depende de solventes químicos, gerando resíduos perigosos que podem contaminar o solo, as fontes de água e a atmosfera. Tecnologias mais limpas de extração e separação estão sendo desenvolvidas, embora sua adoção em larga escala ainda seja limitada.

Além disso, alguns depósitos de terras raras contêm elementos radioativos, como tório e urânio, que são comumente separados usando processos à base de ácido. Como resultado, a indústria enfrenta um rigoroso escrutínio regulatório relacionado ao meio ambiente e à saúde, o que pode atrasar ou limitar o desenvolvimento de projetos.

Figura 22: Processo de refinaria de terras raras



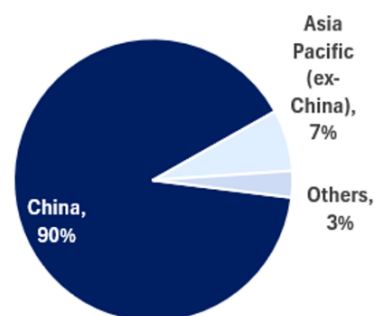
Fonte: Research Gate, BTG Pactual

Para algumas mineradoras, esse é o produto final. No entanto, certas refinarias levam o processo adiante (downstream). Aplicações de alta tecnologia geralmente exigem que os REOs sejam convertidos em ligas — principalmente para ímãs, baterias e metalurgia. Nesses casos, a refinaria processa os óxidos para produzir metais de terras raras (REMs) e ligas de terras raras (REAs).

É importante observar que a China atualmente responde por mais de 90% da refinação global de terras raras, exportando seus produtos finais para todo o mundo. Fora da China, existe uma capacidade de refinação notável nos EUA (MP Materials) e operações menores podem ser encontradas na Austrália, Malásia (a maior fora da China), Canadá, Europa e Rússia.

O domínio da China em terras raras reflete sua estratégia de longo prazo, uma vez que considera esses elementos essenciais para a agenda de transição energética. Sua vantagem é reforçada por custos mais baixos (energia, fabricação e matérias-primas) e pelos benefícios de uma cadeia de valor integrada, apoiada por possuir os maiores depósitos do mundo.

Participação na capacidade de produção refinada



Reciclagem

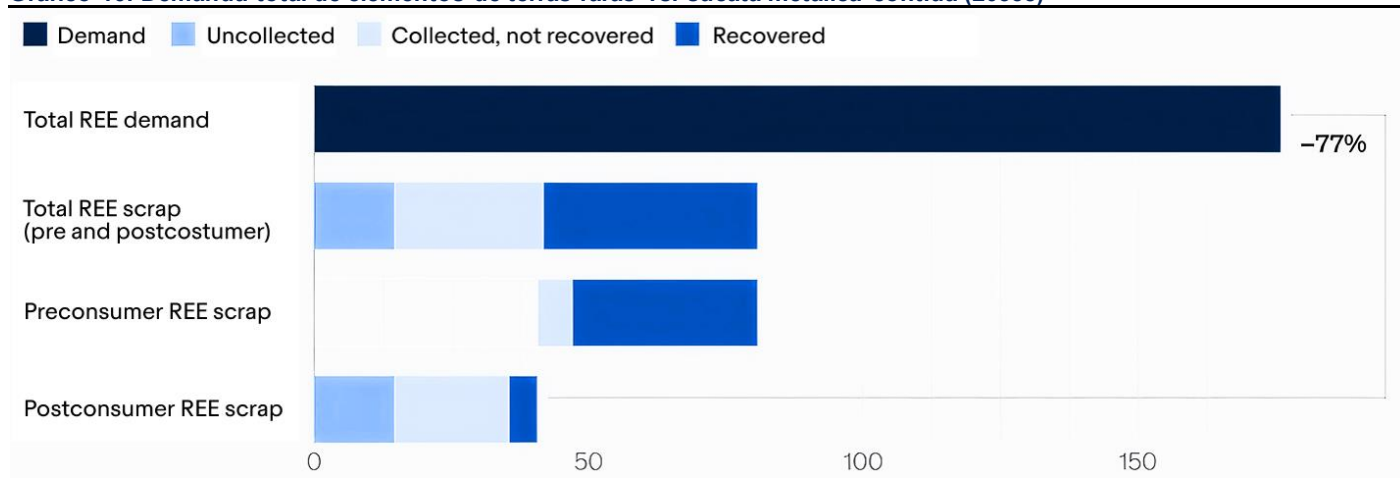
A reciclagem está emergindo como um componente estratégico e importante da cadeia de suprimentos de terras raras. A maioria dos fluxos de reciclagem existentes provém de sucata pré-consumo, como resíduos de fabricação. Essa reciclagem está concentrada principalmente na China, que responde por cerca de três quartos da capacidade global de reciclagem, principalmente em Jiangsu e na Mongólia Interior.

O processo normalmente envolve a desmontagem mecânica e a trituração de sucata magnética, seguida de lixiviação hidro metalúrgica, extração por solvente e precipitação para regenerar óxidos de terras raras. Essas rotas são eficientes para matérias-primas limpas e homogêneas, mas permanecem economicamente limitadas pela coleta em pequena escala e pelos altos custos químicos.

Atualmente, vemos quantidades limitadas de elementos de terras raras sendo recuperadas de baterias, ímãs permanentes e lâmpadas fluorescentes. No entanto, olhando para o futuro, espera-se que o foco mude para a recuperação pós-consumo de transmissões de veículos elétricos, turbinas eólicas e motores industriais em fim de vida, que contêm ímãs maiores e enriquecidos com Dy(Disprósio)/Tb (Térbio).

De acordo com a McKinsey (2025), a reciclagem poderia atender a 10-15% da demanda total de elementos de terras raras magnéticos até 2035, apoiada pela automação na desmontagem e pelo crescente conjunto de equipamentos em fim de vida útil. No entanto, ampliar esse fornecimento secundário exigirá avanços significativos na logística de coleta, rastreabilidade da composição dos ímãs e competitividade de custos em relação à mineração primária.

Gráfico 16: Demanda total de elementos de terras raras vs. sucata metálica contida (2035e)



Fonte: McKinsey, BTG Pactual

Fabricação de ímãs

Assim como no setor de refino, a China também domina a fabricação de ímãs. A produção de ímãs adiciona uma camada de complexidade à cadeia de valor, mas também gera um valor agregado maior, aumentando o retorno geral do projeto. Essa complexidade decorre da necessidade de metalurgia de precisão, equipamentos especializados e propriedade intelectual avançada, o que sustenta a natureza de valor agregado ao se aproximar da produção na ponta final da cadeia.

A China é responsável por aproximadamente 90% da capacidade global de fabricação de ímãs, alavancando seu domínio em toda a cadeia de suprimentos de elementos de terras raras. O país se beneficia de baixos custos de matéria-prima, forte demanda na ponta, proximidade com os principais mercados de uso final (como veículos elétricos e energia eólica), economias de escala e recursos avançados de propriedade intelectual.

Figura 23: Visão geral do processo de fabricação de ímãs



Fonte: Zhmag, Wood Mackenzie, BTG Pactual

Além da China, o Japão também é um importante player na fabricação de ímãs, apoiado por sua liderança tecnológica (notadamente por meio da Hitachi Metals). O Japão também se beneficia de sua geografia, com acesso mais fácil a matérias-primas chinesas a preços competitivos.

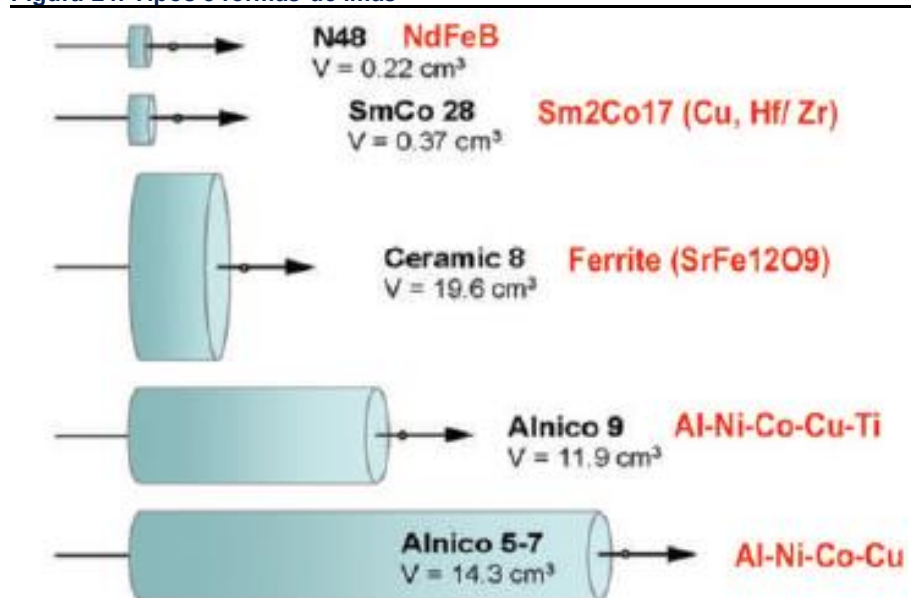
Nos últimos meses, as discussões sobre a capacidade de produção de ímãs se intensificaram, refletindo sua importância estratégica para as tendências de longo prazo. Isso levou os países (principalmente os EUA) a começarem a investir no segmento. Acreditamos que o governo dos EUA continuará a apoiar a construção de capacidade local nos próximos anos, um processo já em andamento por meio da MP Materials.

Tipos de ímãs e a importância dos HREEs

A força magnética pode variar significativamente dependendo da composição. Para um campo magnético de 1.000 gauss medido a 5 mm da superfície do ímã, a diferença de tamanho e volume entre os tipos de ímãs é substancial.

Enquanto um ímã de Alnico medindo 7 cm de comprimento e 1,6 cm de diâmetro tem um volume de cerca de 14 mL, um ímã de neodímio-ferro-boro (NdFeB) com a mesma força magnética requer apenas 0,2 mL (aproximadamente 7 vezes menor). Apesar da diferença de preço entre os ímãs, aquele de NdFeB oferecem um desempenho magnético muito superior por unidade de massa, o que justifica seu uso generalizado.

Figura 24: Tipos e formas de ímãs



Fonte: Sociedade Chinesa de Terras Raras, BTG Pactual

Os ímãs NdFeB normalmente contêm cerca de um terço de material de terras raras — principalmente neodímio e praseodímio —, sendo o restante composto por ferro. Uma limitação conhecida desses ímãs é que seu desempenho magnético começa a diminuir quando a temperatura ultrapassa aproximadamente 100 °C.

Como os motores de tração dos veículos elétricos costumam operar perto de 200 °C, é necessária estabilidade térmica adicional. Isso é obtido com a incorporação de pequenas quantidades de elementos de terras raras pesadas, como disprósio (Dy) e térbio (Tb), na liga, o que aumenta a resistência do ímã à desmagnetização e permite uma operação confiável em temperaturas próximas a 220 °C.

Embora a inclusão de Dy ou Tb aumente o custo da liga — o Dy sozinho pode representar vários por cento da massa total —, o impacto na economia geral de um veículo elétrico é relativamente pequeno. Um veículo típico de US\$ 40.000 contém apenas alguns quilos de ímãs NdFeB, o que se traduz em algumas centenas de dólares em óxidos de terras raras. A melhoria de desempenho proporcionada por essas adições geralmente supera o custo incremental do material.

Outros tipos de ímãs também desempenham papéis importantes. Os ímãs de samário-cobalto (SmCo), que contêm cerca de 23 a 33% de samário, são menos potentes que os NdFeB, mas apresentam excelente resistência térmica e à corrosão, tornando-os ideais para aplicações aeroespaciais e de defesa.

Os ímãs de ferrite ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$), embora muito mais baratos (~1/10 do NdFeB), são muito mais fracos e são usados principalmente em componentes automotivos de baixa potência, como motores para espelhos, janelas e assentos.

No geral, a inclusão de HREEs como Dy e Tb nos ímãs NdFeB é crucial para manter o desempenho em altas temperaturas, reforçando seu papel estratégico nos mercados em crescimento de veículos elétricos, turbinas eólicas e eletrônicos avançados e, dada sua oferta limitada, os preços são normalmente mais altos.

Como funciona a precificação?

Produtos

Os elementos de terras raras em sua forma isolada são instáveis, dificultando o transporte e o manuseio. É por isso que, durante o processo de separação, os produtores normalmente os convertem em óxidos de terras raras (REOs), que podem ser mais facilmente transportados, comercializados e comparados.

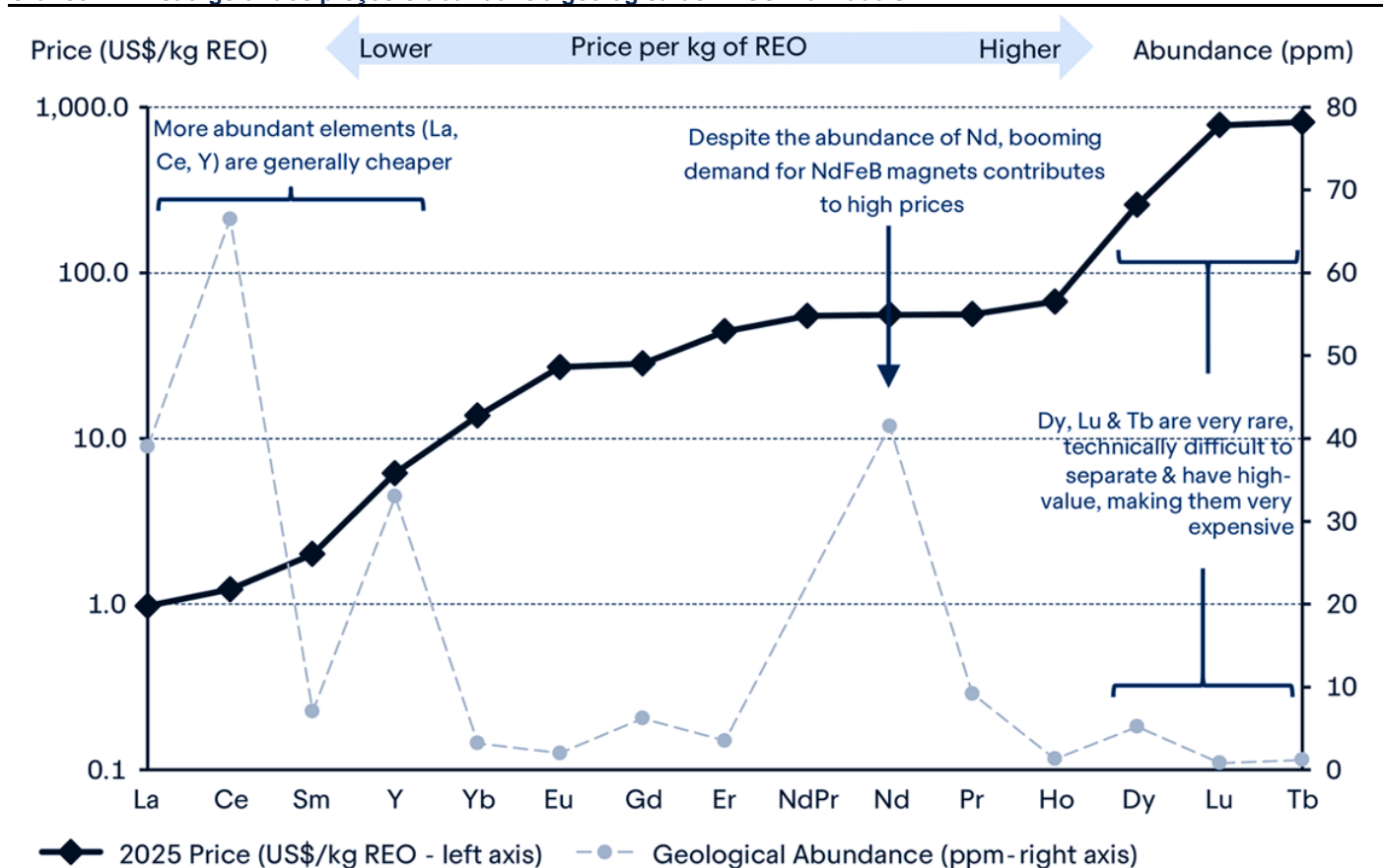
Os REOs são o produto mais comum negociado no mercado. No entanto, alguns players optam por avançar mais na cadeia produtiva, produzindo metais e ligas de terras raras (REMs e REAs) ou mesmo compostos especializados que incorporam elementos adicionais. Embora menos comuns, esses produtos agregam mais valor à cadeia de abastecimento.

Para entender melhor o mecanismo de precificação das terras raras, é importante mencionar que sempre nos referiremos ao preço individual dos REOs.

Preços

A precificação das terras raras é particularmente complexa. Com uma ampla gama de produtos, os preços podem variar de US\$ 1/kg a mais de US\$ 1.000/kg, dependendo do elemento. O térbio (Tb), por exemplo, pode ser cerca de 800 vezes mais caro que o lantânio (La).

Gráfico 17: Visão geral dos preços e abundância geológica de REOs individuais



Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

Para compreender a metodologia de precificação, é necessário levar em consideração vários fatores. A abundância de cada elemento é normalmente o fator mais importante: uma maior disponibilidade tende a reduzir os preços, enquanto a escassez os eleva. Em geral, os LREEs são mais abundantes e, portanto, mais baratos do que os HREEs, particularmente o lutécio (Lu) e o térbio (Tb), que estão entre os mais raros.

Um segundo fator importante é a demanda por aplicações de alto valor. Alguns REEs são essenciais para produtos e tecnologias modernas, o que proporciona um suporte de preço mais forte. Por exemplo, embora o neodímio (Nd) seja relativamente abundante em comparação com alguns LREEs, sua forte demanda (principalmente para uso em ímãs) tem mantido os preços elevados, em alguns casos superando elementos menos abundantes.

Além da abundância geológica (oferta) e da demanda, outros fatores menos significativos também afetam a dinâmica dos preços dos REEs. As dificuldades de extração e separação, por exemplo, tendem a elevar os preços. Os HREEs são geralmente mais difíceis de separar, o que adiciona um prêmio a esses elementos.

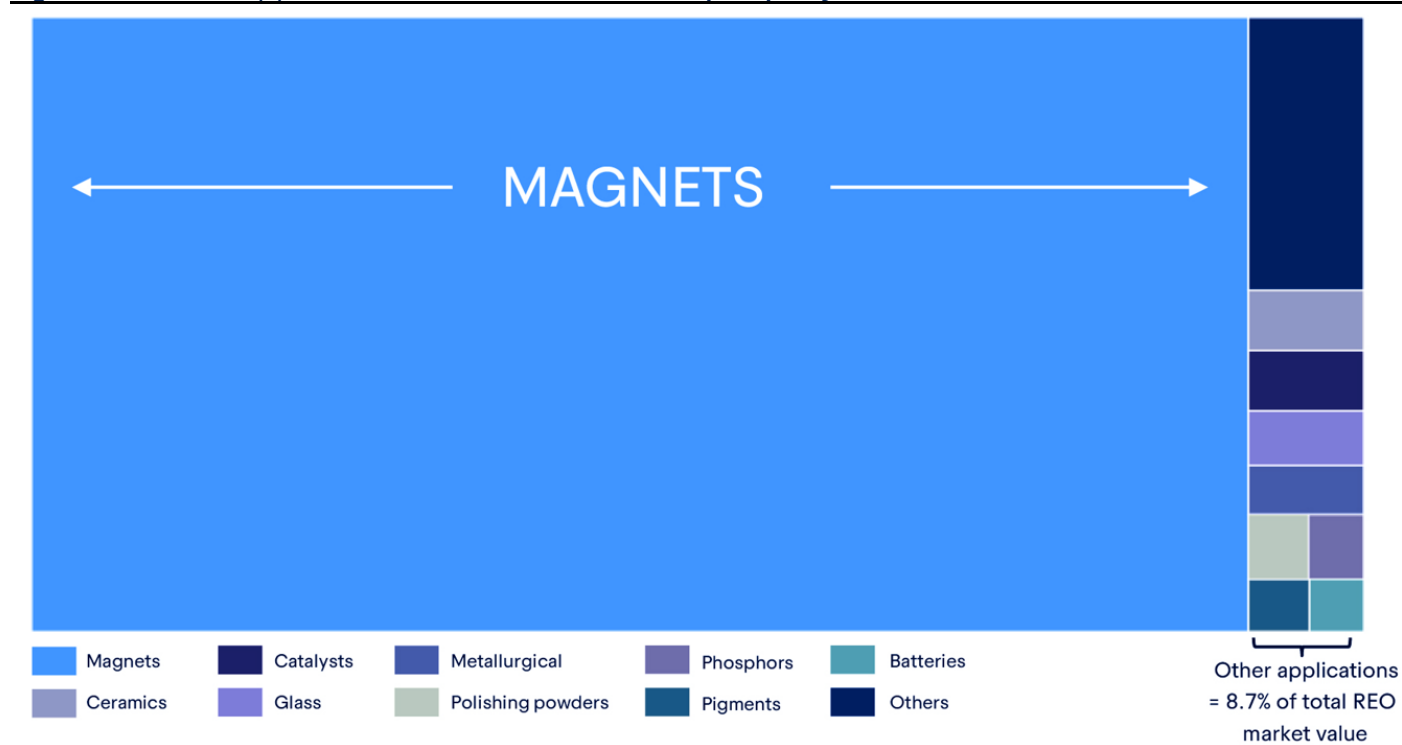
Além disso, fatores geopolíticos contribuíram recentemente para as flutuações dos preços dos REEs. Com a China sendo a definidora dos preços no setor devido à sua posição dominante, qualquer cota ou

Application	Total Value of REE consumed (US\$m)	% of total REO market value	Volume of REO consumed (ton)
Magnets	5,462	91.4%	89,178
Ceramics	51	0.9%	5,783
Catalysts	51	0.9%	29,401
Glass	46	0.8%	11,031
Metallurgy	41	0.7%	11,873
Polishing Powder	28	0.5%	19,518
Phosphors	26	0.4%	799
Pigments	23	0.4%	603
Batteries	21	0.4%	2,939
Others	230	3.8%	16,054
Total	5,979	100.0%	187,179

restrição à exportação afeta diretamente os preços. Em 2025, em resposta às tarifas de Trump, o governo chinês impôs restrições à exportação de sete REEs (Sm, Gd, Tb, Dy, Lu, Sc e Y), o que naturalmente influenciou os preços globais.

É importante observar que os ímãs dependem mais dos REEs mais caros, como Nd, Pr e Dy. Embora esses elementos representem cerca de 50% da demanda física, sua importância monetária é muito maior, representando mais de 90% do mercado total acessível.

Figura 25: Valor total (\$) do óxido de terras raras consumido por aplicação



Fonte: Wood Mackenzie, BTG Pactual

A China é a referência global

Devido ao seu domínio global e liquidez significativamente maior, a precificação de Xangai é naturalmente considerada como referência do setor. Dito isso, os contratos internacionais são normalmente baseados nos preços de Xangai, ajustados por descontos ou prêmios, dependendo das especificações do produto.

O preço chinês não inclui IVA, uma vez que estas referências são baseadas no mercado interno, o que naturalmente afeta as negociações. Como a China concentra a maior parte da produção final, a maioria dos contratos globais está vinculada aos preços chineses e geralmente tem um desconto de cerca de 13%, refletindo a taxa de IVA do país.

Recentemente, a discussão mudou para a introdução de prêmios sobre os preços chineses. Alguns produtores brasileiros, por exemplo, esperam capturar esses prêmios, já que certos compradores estão dispostos a pagar mais para reduzir sua dependência da China.

É importante observar que, em nossa opinião, a China tem tanto a intenção quanto a capacidade de manter os preços dos REE baixos, já

que os níveis atuais de preços raramente são suficientes para tornar novos projetos economicamente viáveis. Acreditamos que a estratégia da China é manter seu domínio no mercado, mantendo os preços baixos e, assim, desencorajando novas adições de capacidade em outros lugares.

A seguir, apresentamos a curva de preços dos principais óxidos de REE (preços em Xangai).

Gráfico 18: Preço de mercado do óxido de praseodímio-neodímio em Xangai (US\$/kg)



Fonte: Bloomberg, BTG Pactual

Gráfico 19: Preço de mercado do óxido de térbio em Xangai (US\$/kg)



Fonte: Bloomberg, BTG Pactual

Gráfico 20: Preço de mercado do óxido de disprósio em Xangai (US\$/kg)


Fonte: Bloomberg, BTG Pactual

Como são feitos os contratos?

Dada a menor liquidez do mercado e a alta dependência de um único preço de referência, a maioria dos contratos de REE é bilateral. Com base em nossa avaliação, existem três tipos principais de contratos no setor:

(i) Contratos de compra – Normalmente assinados durante a fase de desenvolvimento de novos projetos, permitindo ao comprador garantir volumes futuros. Esses contratos definem parâmetros-chave, como volumes, pureza e condições de entrega, e geralmente estão vinculados aos preços do mercado chinês, às vezes com prêmios marginais, dependendo das especificidades do contrato. Eles são revisados periodicamente devido à sua longa duração (geralmente de 3 a 10 anos) e muitas vezes incluem cláusulas de take-or-pay para proteger ambas as partes.

(ii) Contratos de fornecimento – Comumente usados por plantas operacionais e clientes industriais. Esses contratos tendem a ter durações mais curtas e são renegociados após o vencimento. Eles geralmente incluem cláusulas de reajuste de preço, com revisões periódicas — normalmente mensais ou trimestrais — para refletir as mudanças do mercado.

(iii) Contratos spot – Usados para transações pontuais ou vendas de curto prazo. Devido à liquidez limitada do mercado de REE, os contratos spot são menos comuns globalmente, embora sejam amplamente utilizados no mercado interno da China.

Informações importantes

Este relatório foi elaborado pelo Banco BTG Pactual S.A. Os números contidos nos gráficos de desempenho referem-se ao passado; desempenho passado não é um indicador confiável de resultados futuros.

Certificado do Analista

Cada analista de pesquisa responsável pelo conteúdo deste relatório de pesquisa de investimento, no todo ou em parte, certifica que:

- (i) Nos termos do Artigo 21º, da Resolução CVM nº 20, de 25 de fevereiro de 2021, todas as opiniões expressas refletem com precisão suas opiniões pessoais sobre esses valores mobiliários ou emissores, e tais recomendações foram elaboradas de forma independente, inclusive em relação ao Banco BTG Pactual S.A. e/ou suas afiliadas, conforme o caso;
- (ii) nenhuma parte de sua remuneração foi, é ou será, direta ou indiretamente, relacionada a quaisquer recomendações ou opiniões específicas contidas aqui ou vinculados ao preço de qualquer um dos valores mobiliários aqui discutidos.

Parte da remuneração do analista provém dos lucros do Banco BTG Pactual S.A. como um todo e/ou de suas afiliadas e, consequentemente, das receitas decorrentes de transações detidas pelo Banco BTG Pactual S.A. e/ou suas afiliadas. Quando aplicável, o analista responsável por este relatório, certificado de acordo com a regulamentação brasileira, será identificado em negrito na primeira página deste relatório e será o primeiro nome na lista de assinaturas.

Disclaimer Global

Este relatório foi preparado pelo Banco BTG Pactual S.A. ("BTG Pactual S.A.") para distribuição apenas sob as circunstâncias permitidas pela lei aplicável. Este relatório não é direcionado a você se o BTG Pactual estiver proibido ou restrito por qualquer legislação ou regulamentação em qualquer jurisdição de disponibilizá-lo a você. Antes de lê-lo, você deve se certificar de que o BTG Pactual tem permissão para fornecer material de pesquisa sobre investimentos a você de acordo com a legislação e os regulamentos relevantes. Nada neste relatório constitui uma representação de que qualquer estratégia de investimento ou recomendação aqui contida é adequada ou apropriada às circunstâncias individuais de um destinatário ou, de outra forma, constitui uma recomendação pessoal. É publicado apenas para fins informativos, não constitui um anúncio e não deve ser interpretado como uma solicitação, oferta, convite ou incentivo para comprar ou vender quaisquer valores mobiliários ou instrumentos financeiros relacionados em qualquer jurisdição.

Os preços neste relatório são considerados confiáveis na data em que este relatório foi emitido e são derivados de um ou mais dos seguintes:

- (i) fontes conforme expressamente especificadas ao lado dos dados relevantes;
- (ii) o preço cotado no principal mercado regulamentado para o valor mobiliário em questão;
- (iii) outras fontes públicas consideradas confiáveis;
- (iv) dados proprietários do BTG Pactual ou dados disponíveis ao BTG Pactual.

Todas as outras informações aqui contidas são consideradas confiáveis na data em que este relatório foi emitido e foram obtidas de fontes públicas consideradas confiáveis. Nenhuma representação ou garantia, expressa ou implícita, é fornecida em relação à precisão, integridade ou confiabilidade das informações aqui contidas, exceto com relação às informações relativas ao Banco BTG Pactual S.A., suas subsidiárias e afiliadas, nem pretende ser uma declaração completa ou resumo dos valores mobiliários, mercados ou desenvolvimentos referidos no relatório.

Em todos os casos, os investidores devem conduzir sua própria investigação e análise de tais informações antes de tomar ou deixar de tomar qualquer ação em relação aos valores mobiliários ou mercados analisados neste relatório. O BTG Pactual não assume que os investidores obterão lucros, nem compartilhará com os investidores quaisquer lucros de investimentos nem aceitará qualquer responsabilidade por quaisquer perdas de investimentos. Os investimentos envolvem riscos e os investidores devem exercer prudência ao tomar suas decisões de investimento. O BTG Pactual não aceita obrigações fiduciárias para com os destinatários deste relatório e, ao comunicá-lo, não está agindo na qualidade de fiduciário. O relatório não deve ser considerado pelos destinatários como um substituto para o exercício de seu próprio julgamento. As opiniões, estimativas e projeções aqui expressas constituem o julgamento atual do analista responsável pelo conteúdo deste relatório na data em que o relatório foi emitido e, portanto, estão sujeitas a alterações sem aviso prévio e podem divergir ou ser contrárias às opiniões expressas por outras áreas de negócios ou grupos do BTG Pactual em decorrência da utilização de diferentes premissas e critérios. Como as opiniões pessoais dos analistas podem diferir umas das outras, o Banco BTG Pactual S.A., suas subsidiárias e afiliadas podem ter emitido ou emitir relatórios inconsistentes e/ou chegar a conclusões diferentes das informações aqui apresentadas. Quaisquer opiniões, estimativas e projeções não devem ser interpretadas como uma representação de que os assuntos ali referidos ocorrerão.

Os preços e a disponibilidade dos instrumentos financeiros são apenas indicativos e estão sujeitos a alterações sem aviso prévio. A pesquisa iniciará, atualizará e encerrará a cobertura exclusivamente a critério da Gerência de Pesquisa do Banco de Investimentos do BTG Pactual. A análise contida neste documento é baseada em numerosas suposições. Suposições diferentes podem resultar em resultados substancialmente diferentes. O(s) analista(s) responsável(is) pela elaboração deste relatório pode(m) interagir com o pessoal da mesa de operações, pessoal de vendas e outros públicos com a finalidade de coletar, sintetizar e interpretar informações de mercado. O BTG Pactual não tem obrigação de atualizar ou manter atualizadas as informações aqui contidas, exceto quando encerrar a cobertura das empresas abordadas no relatório. O BTG Pactual conta com barreiras de informação para controlar o fluxo de informações contidas em uma ou mais áreas dentro do BTG Pactual, para outras áreas, unidades, grupos ou afiliadas do BTG Pactual.

A remuneração do analista que preparou este relatório é determinada pela gerência de pesquisa e pela alta administração (não incluindo banco de investimento). A remuneração dos analistas não se baseia nas receitas de banco de investimento, no entanto, a remuneração pode estar relacionada às receitas do BTG Pactual Investment Bank como um todo, do qual fazem parte os bancos de investimento, vendas e negociação.

Os valores mobiliários aqui descritos podem não ser elegíveis para venda em todas as jurisdições ou para determinadas categorias de investidores. Opções, produtos derivativos e futuros não são adequados para todos os investidores, e a negociação desses instrumentos é considerada arriscada. Títulos garantidos por hipotecas e ativos podem envolver um alto grau de risco e podem ser altamente voláteis em resposta a flutuações nas taxas de juros e outras condições de mercado. O desempenho passado não é necessariamente indicativo de resultados futuros. Se um instrumento financeiro for denominado em uma moeda diferente da moeda de um investidor, uma alteração nas taxas de câmbio pode afetar adversamente o valor ou preço ou a receita derivada de qualquer título ou instrumento relacionado mencionado neste relatório, e o leitor deste relatório assume qualquer risco cambial.

Este relatório não leva em consideração os objetivos de investimento, situação financeira ou necessidades particulares de qualquer investidor em particular. Os investidores devem obter aconselhamento financeiro independente com base em suas próprias circunstâncias particulares antes de tomar uma decisão de investimento com base nas informações aqui contidas. Para aconselhamento sobre investimentos, execução de negócios ou outras questões, os clientes devem entrar em contato com seu representante de vendas local. Nem o BTG Pactual nem qualquer de suas afiliadas, nem qualquer um de seus respectivos diretores, funcionários ou agentes aceitam qualquer responsabilidade por qualquer perda ou dano decorrente do uso de todo ou parte deste relatório.

Quaisquer preços declarados neste relatório são apenas para fins informativos e não representam avaliações de títulos individuais ou outros instrumentos. Não há representação de que qualquer transação possa ou não ter sido afetada a esses preços e quaisquer preços não refletem necessariamente os livros e registros internos do BTG Pactual ou avaliações baseadas em modelos teóricos e podem ser baseados em certas suposições. Este relatório não pode ser reproduzido ou redistribuído a qualquer outra pessoa, no todo ou em parte, para qualquer finalidade, sem o consentimento prévio por escrito do BTG Pactual e o BTG Pactual não aceita qualquer responsabilidade pelas ações de terceiros a esse respeito. Informações adicionais relacionadas aos instrumentos financeiros discutidos neste relatório estão disponíveis mediante solicitação.

O BTG Pactual e suas afiliadas mantêm acordos para administrar conflitos de interesse que possam surgir entre eles e seus respectivos clientes e entre seus diferentes clientes. O BTG Pactual e suas afiliadas estão envolvidos em uma gama completa de serviços financeiros e relacionados, incluindo serviços bancários, bancos de investimento e prestação de serviços de investimento. Dessa forma, qualquer membro do BTG Pactual ou de suas afiliadas pode ter interesse relevante ou conflito de interesses em quaisquer serviços prestados a clientes pelo BTG Pactual ou por tal afiliada. As áreas de negócios dentro do BTG Pactual e entre suas afiliadas operam independentemente umas das outras e restringem o acesso do(s) indivíduo(s) específico(s) responsável(is) por lidar com os assuntos do cliente a determinadas áreas de informações quando isso é necessário para administrar conflitos de interesse ou interesses materiais.

Para obter um conjunto completo de disclosures associadas às empresas discutidas neste relatório, incluindo informações sobre valuation e riscos, acesse: www.btgpactual.com/research/Disclaimers/Overview.aspx