O "TRIPÉ ESTRATÉGICO" DE UTILIZAÇÃO DAS TERRAS RARAS PELA CHINA: TRANSIÇÃO E SEGURANÇA ENERGÉTICA, SOBERANIA TECNOLÓGICA E DEFESA NACIONAL

Ryan de Albuquerque da Silva[1]
Kaio Glauber Vital da Costa[2]
Marília Bassetti Marcato[3]

Resumo

O presente trabalho analisa o papel estratégico das Terras Raras (TR) na consolidação do poder econômico e geopolítico da China desde as reformas conduzidas por Deng Xiaoping. Ainda na década de 1980, o líder chinês reconheceu o potencial desses elementos como base para o desenvolvimento tecnológico e para a autonomia produtiva do país, comparando sua importância à do petróleo no Oriente Médio. A trajetória chinesa no setor de TR (sejam os elementos leves ou pesados), entretanto, não decorre apenas da abundância natural de recursos, mas de políticas industriais e comerciais que articularam, de forma planejada, o controle das etapas de extração, separação e processamento desses minerais. A partir da década de 1990, a crescente demanda mundial por TR impulsionou a posição dominante da China, que chegou a responder por mais de 90% da produção global. As TRs atraem atenção geopolítica desproporcional não por causa do tamanho do mercado, mas porque representam pontos estratégicos de estrangulamento em tecnologias críticas. As propriedades únicas desses elementos e sua aplicação em tecnologias de ponta, como eletrônicos, energias renováveis e equipamentos militares, conferiram-lhes um papel central nas disputas geopolíticas recentes, especialmente entre a China e os Estados Unidos. A restrição das exportações chinesas de TR para o Japão, em 2010, intensificou preocupações sobre segurança de suprimento, estimulando iniciativas de diversificação produtiva, investimentos em reciclagem e formação de alianças internacionais para reduzir a dependência em relação à China. O argumento central do estudo é que a verticalização da cadeia produtiva de TR está fundada em um "tripé estratégico", que depende de três dimensões interligadas: segurança e transição energética, soberania tecnológica e defesa nacional. A consolidação dessa estrutura permitiu à China transformar um recurso natural em instrumento de política industrial e geopolítica, ampliando sua autonomia produtiva e sua capacidade de influência nas Cadeias Globais de Valor (CGVs).

[1] Doutorando em Economia da Indústria e da Tecnologia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGE-IE/UFRJ). E-mails: ryanjesus10@hotmail.com / ryandasilva015@gmail.com / ryan.silva@ppge.ie.ufrj.br.
[2] Doutor em Economia da Indústria e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGE-IE/UFRJ). Professor no Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ). Pesquisador no Grupo de Indústria e Competitividade (GIC-IE/UFRJ) e no Grupo de Economia do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (GEMA/UFRJ). E-mail: kaio.costa@ie.ufrj.br.
[3] Doutora em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp). Professora no Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ). Pesquisadora Colaboradora no Grupo de Indústria e Competitividade (GIC-IE/UFRJ), na RedeSist (UFRJ) e no Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (NEIT-IE/Unicamp). E-mail: marilia.marcato@ie.ufrj.br.

Palavras-chave: Terras Raras (TR). China. Tripé Estratégico. Verticalização Internacional da Produção. Autonomia Produtiva.

Classificação JEL: F00; L72; N55; O53; Q00.

Área 5. Comércio Internacional, Taxa de Câmbio e Desenvolvimento Econômico

CHINA'S "STRATEGIC TRIPOD" OF RARE EARTHS USE: ENERGY TRANSITION AND SECURITY, TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY, AND NATIONAL DEFENSE

Abstract

This paper analyzes the strategic role of Rare Earths (REs) in consolidating China's economic and geopolitical power since the reforms led by Deng Xiaoping. Even in the 1980s, the Chinese leader recognized the potential of these elements as a basis for technological development and the country's productive autonomy, comparing their importance to that of oil in the Middle East. However, China's trajectory in the RE sector (whether light or heavy elements) stems not only from the natural abundance of resources, but also from industrial and commercial policies that have strategically articulated control over the extraction, separation, and processing stages of these minerals. From the 1990s onwards, the growing global demand for REs boosted China's dominant position, which came to account for more than 90% of global production. REs attract disproportionate geopolitical attention not because of the size of the market, but because they represent strategic bottlenecks in critical technologies. The unique properties of these elements and their application in cutting-edge technologies, such as electronics, renewable energy, and military equipment, have given them a central role in recent geopolitical disputes, especially between China and the United States. The restriction of Chinese exports of recycled minerals to Japan in 2010 intensified concerns about security of supply, stimulating initiatives for productive diversification, investments in recycling, and the formation of international alliances to reduce dependence on China. The central argument of the study is that the vertical integration of the recycled mineral production chain is based on a "strategic tripod", which depends on three interconnected dimensions: security and energy transition, technological sovereignty, and national defense. The consolidation of this structure has allowed China to transform a natural resource into an instrument of industrial and geopolitical policy, expanding its productive autonomy and its capacity to influence Global Value Chains (GVCs).

Keywords: Rare Earths (RE). China. Strategic Tripod. International Verticalization of Production. Productive Autonomy.

JEL Classification: F00; L72; N55; O53; Q00.

1. INTRODUÇÃO

"O Oriente Médio tem petróleo, a China tem terras raras" (DeFerreira, 2021). Assim declarou em 1992[1987] Deng Xiaoping, líder do Partido Comunista Chinês (PCCh) e arquiteto da transformação econômica chinesa, salientando, de forma visionária, a importância dos Elementos de Terras Raras - ETR (doravante, "Terras Raras" - "TR") para a mudança estrutural da China, no longo prazo. O "arquiteto-chefe" da reforma e abertura chinesas viu nas enormes jazidas de minerais portadores de terras raras um potencial geopolítico similar àquele representado pelas reservas de petróleo do Oriente Médio: era um grande entusiasta das terras raras e viu seu caráter estratégico desde o início. O discurso de 1992 ecoava o diagnóstico que Deng Xiaoping já havia feito em 1987, em visita à província da Mongólia Interior, onde se encontrava o maior depósito de TR do mundo: "[…] Isso é extremamente significante; nós devemos lidar com a questão das terras raras adequadamente e fazer o máximo de uso da vantagem de nosso país em recursos de terras raras" (Deng Xiaoping, *apud* DeFerreira, 2021).

As propriedades exclusivas dos ETR e a falta de alternativas para sua aplicação em tecnologias modernas, especialmente em eletrônicos e em tecnologias verdes, como geração e armazenamento de energia renovável, lâmpadas com eficiência energética, carros elétricos e catalisadores automotivos, além de aplicações militares e aeroespaciais específicas, colocam esses elementos no centro das recentes tensões geopolíticas entre EUA e China. O domínio da China na produção de TR, agravado por uma redução significativa nas cotas de exportação desde 2010, levantou sérias preocupações quanto à garantia do fornecimento de TR nos EUA, no Japão, na União Europeia e em outros países. Em 2010 e 2012, isso resultou na disparada dos preços e na redução da oferta da maioria dos ETR, levando a várias novas empresas de TR em todo o mundo, com alocação de grandes investimentos em explorações geológicas adicionais e desenvolvimento de tecnologia. Ao mesmo tempo, as dificuldades de fornecimento forçaram os usuários finais de TR a investir no desenvolvimento de tecnologias de reciclagem e opções de reutilização desses elementos.

Com o aumento das tensões entre a China e os EUA, e após a invasão russa na Ucrânia, os temores de fragmentação da cadeia de suprimentos e preocupações com a segurança do fornecimento de recursos aumentaram. Embora tenha havido discussões e análises sobre o domínio de TR pela China no passado, destacado por uma proibição de exportação pela China em 2010, as ações políticas se aceleraram de forma mais significativa nos últimos anos. Os esforços para reduzir o domínio chinês de TR nos EUA, União Europeia e outros países incluíram a designação das TR como um material crítico, simplificando os processos de aprovação para a sua extração, oferecendo empréstimos e outros subsídios para o processamento, reduzindo o conteúdo de TR de vários dispositivos, formando coalizões ou *clusters* de países a fim de aumentar a produção ou o processamento fora da China.

A China começou a dominar o fornecimento de elementos de TR no início da década de 1990, quando sua produção total de produtos de produtos *upstream* e *midstream* foi responsável por mais da metade da produção global de TR (Shen, 2020). De acordo com Shen (2020), a participação da China no fornecimento aumentou de 21% em 1985 para a alta registrada de 97% entre 2005 e 2011. Em 2018, a participação diminuiu para 71%, mas seria maior se considerássemos a produção não documentada e ilegal. As reservas de TR da China são de cerca de 44 milhões toneladas, que representam 37% das reservas mundiais (USGS, 2017). Além disso, com o crescimento econômico sem precedentes da China, a industrialização e os incentivos políticos da China, seu consumo de óxidos, metais, compostos e ligas de TR na fabricação também aumentou de 4.888t de minerais de TR em 1987 para 19.270 t no início dos anos 2000, e ainda mais para cerca de 125.000t em 2018 (Shen, 2020; USGS, 2020)[4].

O objetivo deste trabalho é analisar a criação de um *"Tripé Estratégico"* chinês baseado em três componentes interdependentes: i) transição e segurança energética, ii) soberania tecnológica e iii) defesa nacional. Argumentamos que a criação desse "tripé estratégico" foi viabilizada a partir de um conjunto de políticas comerciais e industriais de longo prazo, que permitiram a verticalização da sua Indústria de TR ao longo dos anos 2000.

Esse processo de verticalização resultou em um controle absoluto e relativo da extração, separação e processamento das TR ao longo das fases *upstream, midstream* e *downstream*[5]. Ao mesmo tempo, a preocupação com a possível interrupção da oferta de TR levou a inovações tecnológicas e muitos países começaram a construir cadeias de oferta de TR fora da China[6]. A crescente competição por TR em nível internacional, então, aparece como um desdobramento das políticas industriais e comerciais chinesas, que possivelmente resultarão em reconfigurações de diversas cadeias produtivas.

O argumento central deste trabalho é que a verticalização da cadeia produtiva de TR (que hoje configura a "Indústria de Terras Raras da China") foi utilizada na construção deste "tripé estratégico", tendo este o objetivo de verticalizar internacionalmente a produção industrial chinesa, e lhe conferir, assim, Autonomia Produtiva*,* no longo prazo.

[4] Além de sua própria produção, a China está expandindo seus investimentos na mineração de TR, bem como em outros minerais críticos fora de suas fronteiras. Por meio da Nova Rota da Seda, a política externa e estratégia de desenvolvimento de infraestrutura global da China que visa expandir a influência do país sobre o comércio, a conectividade e os investimentos na Ásia e no resto do mundo em desenvolvimento e desenvolvido, a China tem investido em instalações de mineração e processamento na Ásia Central e Sudeste Asiático, África e América Latina. Essa iniciativa complementa duas outras políticas voltadas a garantir acesso a recursos, a novos mercados e ampliar as alianças com outros países em desenvolvimento: o China's going out (2000) e o Made in China 2025 (2013).

[5] A China detém uma posição dominante em todos os segmentos da cadeia de suprimentos de minerais de REE. O país abriga 35% das reservas minerais globais de elementos de TR. Ela também é responsável por 70% da extração global e 87% do processamento global de elementos de TR. Embora esses minerais estejam dispersos em escala global, muitos países não querem ou não podem se envolver em processos de separação e refino, tendo em vista os elevados custos para extração, refino e processamento, além dos danos ambientais (IEA, 2024).

[6] Essas novas cadeias de suprimentos seguem principalmente as seguintes rotas: intra-UE, da África para a Europa, da América do América do Norte para a Europa e para o Sudeste Asiático e da Austrália para a América do Norte e Sudeste Asiático (Liu, 2023).

Neste sentido, ele estrutura-se da seguinte maneira: a seção seguinte (seção 2) conceitua TR, suas principais aplicações, evolução histórica e configuração industrial. A seção 3 descreve as políticas públicas da China para TR, especialmente no século XXI. A seção 4 analisa, de fato, a utilização de TR pela China em três frentes de atuação: i) transição e segurança energética; ii) soberania tecnológica por meio da verticalização da Indústria de TR; e iii) segurança nacional (via modernização/sofisticação da indústria de defesa). Por fim, a seção 5 corrobora as considerações finais sobre o tema. Em síntese, o que se constata é que a utilização de TR pela China nestas três "frentes de atuação" caracteriza um "Tripé Estratégico" de verticalização internacional da produção industrial chinesa a fim de lhe conferir autonomia produtiva, no longo prazo.

2. TERRAS RARAS: CONCEITO, CONFIGURAÇÃO INDUSTRIAL E EVOLUÇÃO HISTÓRICA

2.1 Conceitos: o que são os ETR e quais os principais usos?

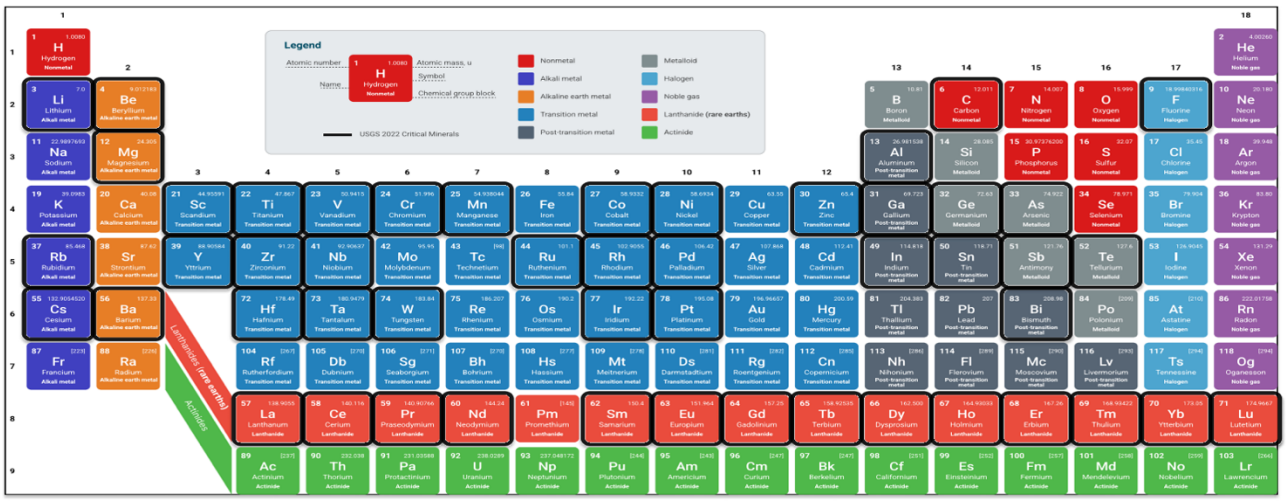
Nas definições de Lapido-Loureiro (1994, p. 189) e da IUPAC (2017), os ETR (ou TR) correspondem ao intervalo da tabela periódica constituído de 15 elementos químicos, denominados lantanídeos, de número atômico Z, compreendido entre os números 57 (lantânio) a 71 (lutécio). Incorporam-se a esta classificação os elementos escândio (Z = 21) e ítrio (Z = 39), por possuírem propriedades semelhantes e, portanto, uma associação ao referido intervalo do ponto de vista mineralógico. Embora sejam amplamente encontrados na crosta terrestre, os elementos de terras raras são chamados de "raros" porque existem em baixas concentrações em relação a outros elementos, o que torna sua extração e separação desafiadoras e com elevados custos.

De acordo com Hart (2025) - com base em USGS (2023) -, a China é o maior detentor individual de reservas econômicas comprovadas, respondendo por 36,7% das reservas globais. Vietnã (18,3%), Brasil (17,5%), Rússia (17,5%), e Índia (5,8%) também controlam reservas significativas e, juntos, respondem por cerca de 59% das reservas globais. Em conjunto, os cinco principais países - China, Vietnã, Brasil, Rússia e Índia - controlam mais de 88% das reservas globais. Essa concentração pode representar riscos de fornecimento dos ETR para várias cadeias produtivas, representando uma ameaça ao desenvolvimento tecnológico dos Estados Unidos, da União Europeia, do Japão e todos os outros países da Organização para a Cooperação Econômica (OCDE).

Este grupo de 17 elementos químicos são extraídos de mais de 250 minerais, sendo os principais: a bastnasita ((La,Ce,Nd)CO3F), a monazita (La,Ce,Th)PO4) (este que, junto a minérios radioativos como o tório, dão a coloração escura às areias de algumas praias do Brasil), argilas iônicas e xenotima ((Y,Dy,Yb)PO4), "por serem os mais importantes e de maior demanda industrial" (Da Cunha, 2018, p. 9). Klinger (2018) argumenta que a nomenclatura "raras" vem do fato de que sua

produção é muito difícil devido à concentração, extração e beneficiamento, o que não se refere à escassez de distribuição geográfica[7] (Figura 1).

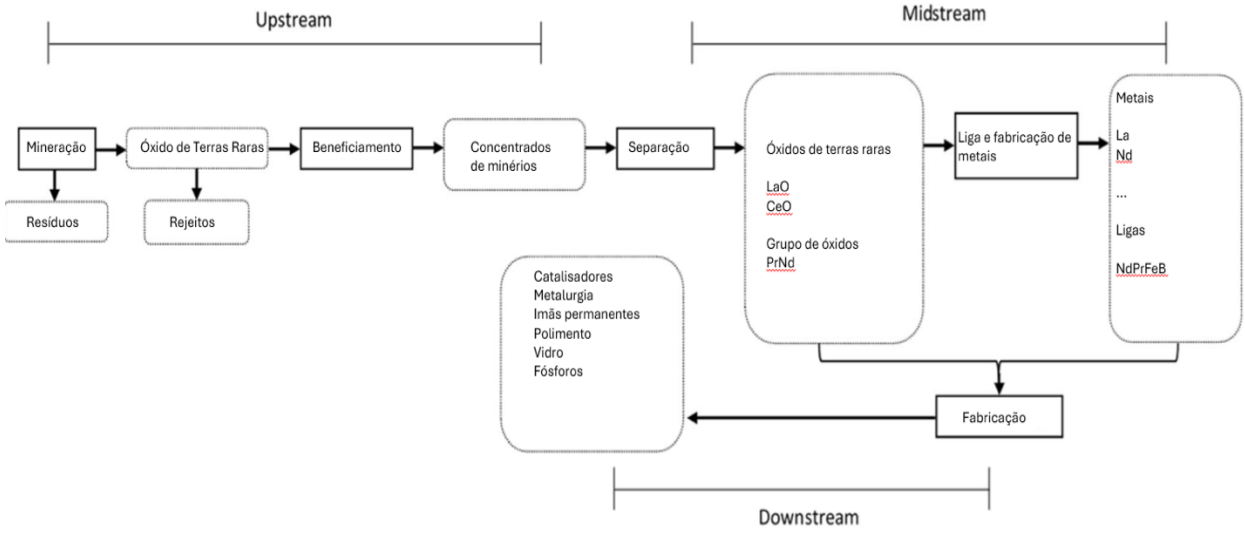
Figura 1 - Apresentação e classificação dos 17 ETR na Tabela Periódica



Fonte: National Energy Technology Laboratory (2022).

A cadeia produtiva de TR inicia-se no *upstream*, com a mineração, o beneficiamento e a separação dos minérios até a obtenção de óxidos, metais e ligas específicas, como o NdPrFeB; esses produtos são então direcionados a diversas aplicações intermediárias, como a fabricação de imãs permanentes, catalisadores, vidros especiais e fósforos; por fim, na etapa *downstream*, esses componentes são integrados em produtos finais de alta tecnologia, como motores de veículos elétricos, turbinas eólicas e dispositivos eletrônicos, fechando o ciclo desde a extração até o uso final.

Figura 2 - Fluxograma da Cadeia Produtiva de Terras Raras



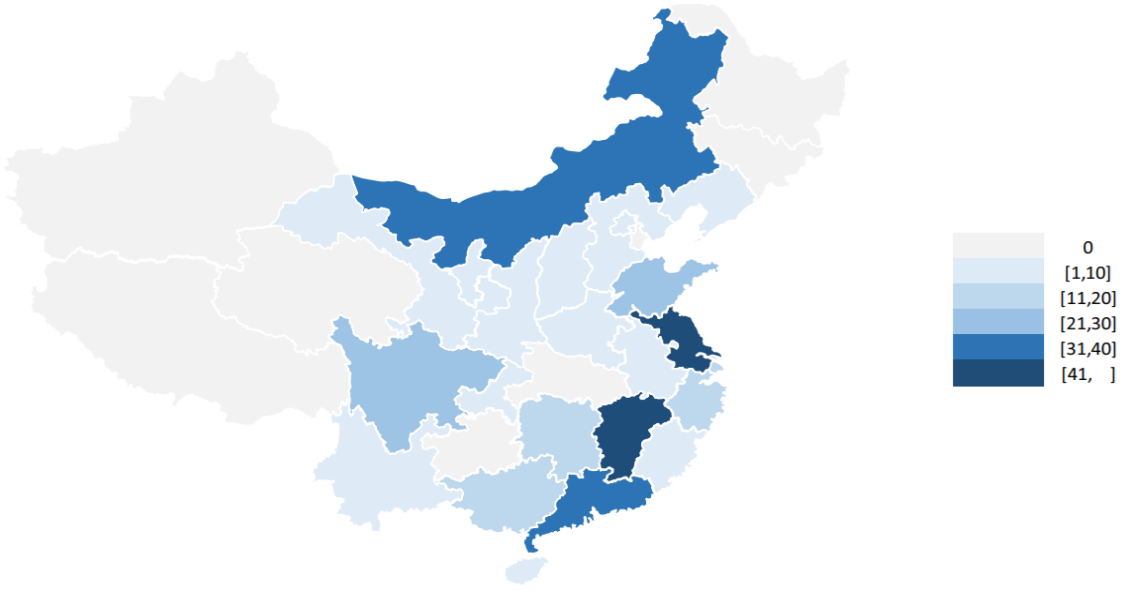
Fonte: adaptado de Shen (2020).

[7] Com base em seus números atômicos e características correspondentes, os ETR podem ser divididos em dois grupos principais: sete elementos de terras raras leves e oito elementos pesados de terras raras. Os elementos pesados de terras raras têm números atômicos mais altos, que vão do gadolínio (64) ao lutécio (71). Embora todos os elementos de terras raras sejam considerados relativamente escassos em comparação com os elementos mais comuns, os pesados são encontrados em concentrações ainda menores na crosta terrestre na crosta terrestre em comparação com seus equivalentes mais leves, tornando sua extração e separação mais desafiadoras do ponto de vista físico e econômico (Hart, 2025).

Além das reservas, a China detém uma posição dominante em toda a cadeia de suprimentos - mineração, separação, refino e produção de produtos acabados. Em cada etapa da cadeia produtiva, a China controla uma parcela ainda maior do comércio global[8]. Por exemplo, no caso dos ímãs permanentes de NdFeB (compostos de neodímio, ferro e boro), que são usados em motores de veículos elétricos e híbridos, turbinas eólicas etc., a China controla uma parcela ainda maior do comércio global, com 58% da produção de minas, 89% da capacidade de separação, 90% da capacidade de refino e 92% da produção de ímãs (Hart, 2025).[9]

A Figura 3 ilustra a distribuição espacial das empresas de terras raras na China em 2016, evidenciando uma concentração geográfica distinta entre os estágios de produção: as atividades de *upstream*, como mineração e beneficiamento, estão predominantemente localizadas em regiões com recursos naturais, enquanto as operações *downstream*, de transformação e fabricação de produtos de alto valor agregado, encontram-se mais dispersas pelo território, frequentemente próximas a centros industriais e de inovação tecnológica.

Figura 3 - A distribuição espacial das empresas de TR varia ao longo dos estágios de produção *upstream* e *downstream* na China, 2016



Fonte: Shen (2020), com base em 379 empresas legais.

[8] De acordo com Hart (2025), o governo chinês reestruturou o setor em duas ondas de consolidação. A primeira onda, concluída durante a década de 2010, resultou em seis grandes empresas estatais de propriedade central e provincial. No final de 2021, a China consolidou ainda mais o setor ao combinar a China Minmetals Rare Earth Co. Earth Co., Ltd., Chinalco Rare Earth and Metals Co., Ltd. and China Southern Rare Earth Group Co. Ltd., juntamente com duas empresas menores, a Ganzhou Zhonglan Rare Earth New Material Technology e Jiangxi Ganzhou Rare Metal Exchange, resultando na criação da China Rare Earth Group. Essa política teve por objetivo consolidar a participação de mercado em várias grandes empresas estatais nacionais que integram verticalmente as operações de extração, separação e processamento. Keith Zhai, "China Set to Create New State-Owned Rare-Earths Giant," *Wall Street Journal*, December 3, 2021, https://www.wsj.com/articles/china-set-to-create-new-state-owned-rare-earths-giant-11638545586.

[9] Os recursos de TR da China estão concentrados no interior da Mongólia (Baotou), que responde por 58% da produção nacional, seguida por Sichuan (Liangshan), que produz 23% da produção chinesa, e Jiangxi (Ganzhou), que produz 7% das terras raras da China, com Fujian e Shandong respondendo, cada uma, por 3% da produção nacional. As terras raras leves são encontradas principalmente no norte da China, e as terras raras médias e pesadas nas províncias do sul da China. Cada região é dominada por um grupo diferente, essencialmente organizado como oligopólios regionais (Hart, 2025).

As províncias do leste e sudeste (Guangdong, Jiangxi, Fujian, Zhejiang) apresentam maior densidade de empresas *downstream*, associadas às etapas de fabricação e aplicação de produtos de TR. Já as províncias do norte e centro-norte (Inner Mongolia, Shanxi, Hebei) concentram atividades *upstream*, ligadas à extração e beneficiamento. As regiões ocidentais e do interior (Tibet, Xinjiang, Qinghai, etc.) possuem poucas empresas, refletindo menor desenvolvimento industrial e logístico.

A concentração das atividades de *upstream* (mineração e processamento primário) em regiões específicas com recursos naturais, como a Mongólia Interior, permite um controle estrito sobre a produção, a imposição de cotas de mineração e a aplicação de padrões ambientais - mecanismos essenciais para regular a oferta global e influenciar os preços. Paralelamente, a dispersão das operações *downstream* (fabricação de ímãs, motores e componentes tecnológicos) em polos industriais costeiros e tecnologicamente avançados, como Guangdong e Zhejiang, visa capturar o máximo valor adicionado, fomentando a inovação em setores estratégicos nacionais, como veículos elétricos e energias renováveis. Esta divisão assegura que a China não seja apenas um fornecedor de matérias-primas, mas um *player* dominante em toda a cadeia de valor, utilizando o controle da produção *downstream* como uma alavanca para consolidar a sua liderança industrial e tecnológica *upstream*, uma pedra angular da sua política industrial e de segurança nacional.

2.2. A importância dos ETR e minerais críticos para a China (e para o mundo): uma análise descritiva geral

Em linhas gerais, o aumento da demanda, os gargalos na cadeia de oferta e as interrupções na produção relacionadas à Pandemia de Covid-19 aumentaram os preços dos principais minerais críticos a partir dos anos 2000, como as TR, lítio, níquel e cobalto - sublimando a importância destes materiais nas cadeias de suprimentos globais. Atualmente, além das TR, cinco minerais críticos têm importância estratégica: Gálio, Germânio, Índio, Nióbio e Vanádio (GEUS, 2023).

Em síntese e especificamente, a cadeia de valor de TR pode ser dividida em três estágios principais: **"mineração", "processamento" e "refino",** seguidas das aplicações - "uso final" -, como produção de ímãs permanentes. Nas últimas décadas, a concentração chinesa vem aumentando nestas três etapas (como evidenciado a seguir):

Tabela 1 - Participação da China por etapa na Cadeia de Valor de TR (2023)

Etapa	Participação China	Nível de Risco
Mineração	70%	Médio
Processamento (Separação)	87%	Alto
Refino (Metalurgia)	91%	Crítico
Ímãs Permanentes	94%	**Crítico**

Fonte: elaboração própria, a partir de USGS (2023), CEPS (2023), Financial Times Research (2023) e GEUS (2023).

3. POLÍTICAS PÚBLICAS DA CHINA PARA TERRAS RARAS

O atual domínio da China no setor global de TR é o resultado de décadas de planejamento, investimento e política coordenados pelo Partido Comunista Chinês, o governo nacional, o Exército de Libertação do Povo e empresas estatais em nível nacional e em nível provincial (Hart, 2025).

A tabela 2 mostra os principais *stakeholders* na Indústria de TR da China. Os planos da China para o controle das TR refletem um modelo integrado de gestão estatal-estratégica, no qual diferentes atores atuam coordenadamente para assegurar o domínio sobre toda a cadeia de valor, isto é, da extração ao consumo industrial. A liderança política, encabeçada pelo Secretário-Geral do PCCh e pela Comissão Militar Central, define as diretrizes estratégicas que alinham o setor de TR aos interesses de segurança nacional e desenvolvimento tecnológico. No âmbito executivo, o Governo Central e ministérios especializados, como o MIIT e o NDRC, regulam a produção mediante à quotas, licenças e políticas ambientais, enquanto órgãos como o Escritório de Terras Raras e a Administração de Reservas Estratégicas controlam ativamente o estoque, os preços e a exportação de *commodities,* evitando a volatilidade do mercado e garantindo suprimento estável para setores prioritários.

A articulação entre institutos de P&D e associações industriais permite a China liderar a produção global de TR e avançar na inovação de processos e aplicações *downstream*, reduzindo a dependência externa em tecnologias críticas. As empresas estatais, como a China Rare Earth Group, funcionam como braços operacionais do Estado, consolidando a produção *upstream* e implementando políticas de concentração setorial. Porém, a existência de mercados paralelos representa um desafio à governança, exigindo maior fiscalização para coibir o comércio ilegal e evitar a erosão do controle estatal. Por fim, as indústrias *downstream* (de energias renováveis a defesa), atuam como destinos estratégicos desses recursos, fechando o ciclo de um modelo que combina proteção de recursos naturais, promoção tecnológica e projeção de poder geoeconômico.

Tabela 2 - Os principais atores envolvidos na indústria de terras raras da China

Categoria	Atores Principais	Funções/Responsabilidades
Liderança Política	Secretário-Geral do PCCh, Presidente da China, Comissão Militar Central	Definição da estratégia nacional, integração com segurança e defesa.
Governo Central	Premier, Conselho de Estado	Coordenação geral da política e supervisão.
Ministérios	MIIT, NDRC, Min. Recursos Naturais, Finanças, Comércio, Ecologia e Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia, Defesa Nacional	Regulação da produção, licenciamento, quotas, subsídios, inovação, padrões ambientais, segurança nacional.
Órgãos Especializados	Escritório de Terras Raras, Administração de Reservas Estratégicas, Departamento de Preços, Reserva Estratégica de Terras Raras	Licenciamento, gestão de quotas e reservas, precificação de commodities, controle de exportações.
Institutos de P&D	Academia Chinesa de Ciências, BRIRE, GRINM, ENFI, Instituto Nacional de Padronização	Pesquisa tecnológica, desenvolvimento de padrões industriais e ambientais, suporte à inovação.
Associações Industriais	China Rare Earth Industry Association, China Non-Ferrous Metals Industry Association	Intermediação entre governo e empresas, representação do setor.

Categoria	Atores Principais	Funções/Responsabilidades
Empresas Estatais e Privadas	China Rare Earth Group, China Northern Rare Earth, Xiamen Tungsten, pequenas mineradoras licenciadas	Produção, processamento e comercialização de terras raras.
Mercados Paralelos	Mercados cinza e negro	Extração e comércio ilegal de terras raras, fora do controle estatal.
Indústrias Downstream	Energia (ímãs, turbinas eólicas, EVs), Nuclear, Eletrônicos (fósforos, lasers), Petroquímica (catalisadores), Vidros e chips, Defesa	Consumo estratégico das terras raras em setores civis e militares.

Fonte: elaboração própria a partir de Kalantzakos (2018), Shen (2020) e Hart (2025).

A tabela 3 mostra a evolução das políticas chinesas desde o início da produção de TR (1975) até o período pós-disputa na OMC (2018): uma progressiva complexificação e centralização estatal sobre o setor, refletindo o papel estratégico das TR na política industrial, comercial e ambiental da China. O caráter estratégico das TR revela uma trajetória de crescente regulação e capacitação estatal no setor de TR na China[10].

Tabela 3 - Catálogo de políticas chinesas sobre terras raras[11]

Tipo de Política	Subgrupo	1975–1990: Produção inicial para exportação	1991–1998: Restrições iniciais à produção e ao investimento estrangeiro	1999–2009: Quotas e impostos de exportação, promoção downstream	2010–2015: Restrições adicionais e mais amplas, disputa na OMC	2016–2018: Pós-disputa na OMC
Escritório de Terras Raras						
Política Industrial	Investimento Estrangeiro					
	Quota de Produção					
	Regulamentações da Quota de Produção					
	Consolidação Industrial					
	Sistema de Rastreamento de Produtos					
	Permissão de Exploração e Mineração					
	Repressão à Produção Ilegal					
	Padrão Industrial					
	Plano de Desenvolvimento					
Política de Exportação	Quota de Exportação					
	Rebate de Imposto de Exportação					
	Imposto de Exportação					
	Permissão de Exportação					
Política Ambiental	Padrão de Emissão					
	Recuperação de Terras					
	Leis e Regulamentações					
	Empresas de Terras Raras Qualificadas					
Imposto sobre Recursos						

Fonte: adaptado de Shen (2020).

[10] Kattel, Drechsler e Karo (2025) argumentam que, ao contrário da visão tradicional que associa o setor público à rigidez e lentidão, um Estado empreendedor depende de uma burocracia inteligente e capaz, não de sua ausência. Isso significa repensar como o Estado organiza suas capacidades internas e como se relaciona com o setor privado e a sociedade**.**

[11] No final de 2023, após a imposição de restrições à exportação de tecnologias avançadas de fabricação de semicondutores pelos Estados Unidos, Japão e Holanda, a China restringiu a exportação de tecnologias de extração e separação de terras raras, defendendo seu domínio sobre a produção de terras. Em agosto de 2024, a China impôs controle de exportações sobre o antimônio; em dezembro do mesmo ano, o ministério do comércio impôs *export bans* sobre o gálio, germânio e antimônio para qualquer uso com fim militar nos EUA. Em abril de 2025, a China impôs restrições comerciais requerendo licenças especiais de exportação para sete categorias de elementos pesados e médios de terras raras (samário, gadolínio, térbio, disprósio, lutécio, escândio e ítrio) e seus imãs, além de outros produtos finais para destinos fora da China. Em agosto de 2025, a China, por meio do MIIT, divulgou novas medidas de controle sobre a mineração e o processamento de terras raras e tem por objetivo tanto os elementos de TR extraídos na China quanto para aquelas enviadas ao país para refino. Disponível em: https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3322918/china-tightens-rare-earth-rules-extending-controls-imported-minerals.
Contudo, foge ao escopo do presente estudo realizar uma análise detalhada de cada uma dessas políticas.

O ponto de partida é a noção de capacidades dinâmicas do Estado, isto é, a habilidade de aprender, adaptar e coordenar políticas complexas em contextos incertos (Kattel, Drechsler e Karo, 2025). A tabela 4 mostra um conjunto (não exaustivo) de políticas chinesas que objetivam desenvolver capacidades estatais na Indústria de Terras Raras. Tais medidas configuram um regime de governança estratégica dos recursos críticos de TR na China - um arranjo institucional que busca simultaneamente controlar a oferta, coordenar a cadeia produtiva e reforçar a autonomia tecnológica**:**

Tabela 4 - Políticas chinesas voltadas às reservas de ETR

Medida	Descrição
Cotas de produção	Cotas de produção estabelecidas pelo Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação para empresas de mineração de terras raras, e cotas de produção estabelecidas pelo Ministério dos Recursos Naturais para as províncias, limitam a quantidade de terras raras que pode ser extraída a cada ano, ajudando a evitar a superexploração dos recursos e a manter o controle sobre a oferta.
Cotas de exportação	Até que a Organização Mundial do Comércio (OMC) determinasse, em 2014, que a imposição de cotas de exportação pela China sobre terras raras e minerais críticos violava os termos de sua adesão, a China impunha cotas de exportação para limitar a quantidade de terras raras que poderia ser vendida a outros países. Isso permitia regular a oferta global, influenciar preços e manter sua posição dominante.[12]
Restrições à exportação de tecnologia	A China impôs restrições à exportação de terras raras com recursos limitados, bem como de tecnologias de processamento e fabricação. Em 2023, restringiu a exportação de gálio, germânio e grafite, seguida de uma proibição total das tecnologias de extração e separação de terras raras, e mais tarde restrições a equipamentos de fabricação de ímãs permanentes. Em meio ao aumento das tensões comerciais em 2024, a China proibiu totalmente a exportação de gálio, germânio e antimônio para os EUA e, em 2025, apertou ainda mais os controles sobre minerais críticos vitais para defesa, eletrônicos e energia.
Reservas estratégicas	A China mantém reservas estratégicas de terras raras, estocadas em instalações designadas. Essas reservas funcionam como um colchão contra interrupções no fornecimento e são usadas para estabilizar preços em períodos de alta demanda ou tensões geopolíticas[13].
Incentivos fiscais	A China utiliza impostos de exportação, impostos sobre recursos e reembolsos para consumo doméstico a fim de estimular a produção a montante e a jusante, conforme as prioridades do governo. Para promover a produção doméstica de bens de maior valor agregado, impõe atualmente um IVA reembolsável de 13% para produtos de terras raras (óxidos, metais e ímãs), que não é reembolsado para exportações de matérias-primas. Esse regime beneficia os produtores de ímãs de terras raras chineses e outros fabricantes de produtos acabados, com custos de insumos 13% menores que os de concorrentes estrangeiros. Para importações, a China isenta de tarifas e IVA as vendas de concentrados de terras raras, mas aplica tarifa de importação de 5% e IVA de 13% sobre materiais já processados, favorecendo ainda mais os processadores e fabricantes domésticos[14].
Controles cambiais	Outros mecanismos, como controles sobre a taxa de câmbio, também podem ser aplicados. Contudo, como afetariam outras categorias de produtos, provavelmente só poderiam ser usados de forma eficaz em toda a economia, se apropriado.

Fonte: elaboração própria, a partir de Kalantzakos (2018, 2023), Hart (2025).

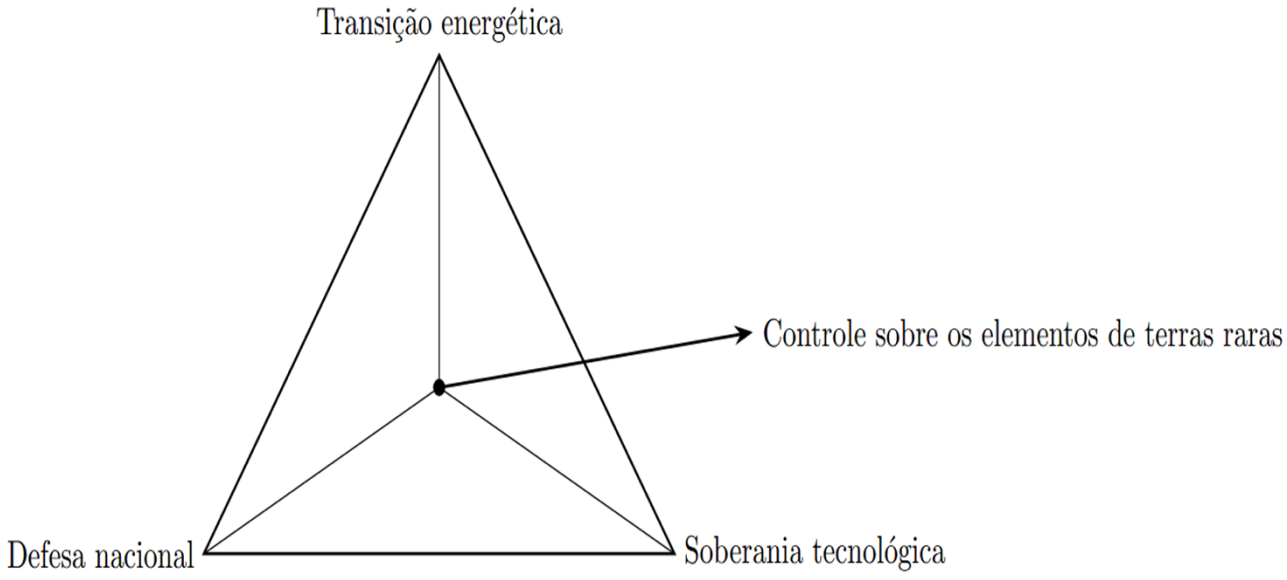
Partindo dessas evidências, claramente motivadas por objetivos econômicos e geopolíticos, a seção seguinte se propõe a analisar, de fato, a utilização de TR pela China em três "frentes de atuação": i) para a sustentabilidade - aqui sobreposta pelo (em curso) processo de "transição energética" e para a segurança energética; ii) um olhar para a indústria - direcionada a alguns "setores-chave" para a atual corrida tecnológica (como a indústria de semicondutores) e c) para a segurança nacional (fortalecimento e sofisticação da "indústria de defesa").

[12] https://www.ft.com/content/5b031db7-23dd-43d3-afe1-cef14817296f.
[13] https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2019/3/21/viewpoint-china-solidifies-dominance-in-rare-earth-processing.
[14] https://qz.com/2129104/how-china-uses-tax-policies-to-defend-its-rare-earths-monopoly; https://www.intereconomics.eu/contents/year/2013/number/4/article/chinas-growing-conflict-with-the-wto-the-case-of-export-restrictions-on-rare-earth-resources.html.

4. UMA ANÁLISE "TRIDIMENSIONAL" SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TERRAS RARAS PELA CHINA: TRANSIÇÃO E SEGURANÇA ENERGÉTICA, SOBERANIA TECNOLÓGICA E DEFESA NACIONAL

Esta seção visa analisar a utilização de TR pela China, em termos de sustentabilidade, de indústria e de segurança nacional. Como bem destacaram Medeiros e Trebat (2017), "o papel de iniciativas estatais na transição deste país de exportador de TR para grande consumidor industrial dessas matérias-primas" configura o atual estágio de desenvolvimento da Indústria de Terras Raras da China. Estas "iniciativas" serão discutidas sob estas três dimensões analíticas, visualizadas na Figura 4 abaixo.

Figura 4 - O "Tripé Estratégico" de utilização das TR pela China



Fonte: elaboração própria.

A figura acima ilustra o controle sobre os ETR, que é o fator unificador do "tripé estratégico". As políticas industriais e comerciais chinesas foram erguidas tendo por objetivo controlar globalmente as TR. O triângulo pode ser seccionado em três subsistemas interdependentes. Os ETR são considerados, portanto, *enablers* para as três dimensões. O estabelecimento de uma presença maior em operações de extração de minerais críticos (a exemplo das TR) no exterior pode refletir uma tentativa da China de garantir insumos essenciais, reduzir custos e solidificar o domínio em mercados como o de produção de veículos elétricos e tecnologias de energia limpa. As empresas chinesas usam uma estratégia comercial comum conhecida como "integração para trás", isto é, comprar cadeias de oferta para trás na tentativa de aumentar os lucros. Intui-se, portanto, que o controle sobre elementos de terras raras (e aspiração chinesa do controle de outros minerais críticos neste contexto) é o elemento que conecta as três dimensões.

4.1. Primeira dimensão: *a questão da "Transição e Segurança Energética*

As recentes mudanças climáticas, caracterizadas pelo aumento da temperatura global sendo esta, resultante das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, apontam para a adoção de estratégias ecologicamente mais sustentáveis por parte dos países. Nesta direção, a produção de novos produtos de "tecnologias verdes" depende da disponibilidade de alguns minerais de ocorrência natural com propriedades físicas e químicas exclusivas, como: cobre, cobalto, lítio, níquel e os 17 ETR, caracterizados coletivamente como minerais de transição de "foco" pela Agência Internacional de Energia (IEA, 2021). Esses minerais estão concentrados em países em desenvolvimento com políticas e leis ambientais mais fracas que regem a gestão dos recursos naturais.

Destaca-se, nesta direção, que os investimentos realizados por companhias chinesas em tecnologias "verdes", como painéis solares e fotovoltaicos, carros elétricos, baterias para veículos elétricos e a produção destas tecnologias por empresas chinesas são acessíveis e amplamente disponíveis do que os produzidos em outros países. A IEA (2023) reconheceu que o investimento da China em fornecimento de energia limpa tem sido fundamental para reduzir os custos mundiais das tecnologias-chave, com vários benefícios para as transições de energia limpa. Isso abre margem para a discussão de soberania tecnológica por meio da verticalização dessas companhias.

A integração produtiva por meio da verticalização reduz o risco de interrupções no fornecimento, o que é importante devido à grande dependência das empresas chinesas das importações de cobalto, cobre e níquel - e até mesmo em certa medida de terras raras - para alimentar suas próprias capacidades de produção. Além disso, para atingir a meta de "neutralidade zero" até 2050, será necessário transferir a oferta de minerais essenciais para a transição energética para a produção *downstream* por meio de soluções energéticas de alta complexidade tecnológica, o que levará a um aumento na demanda por mineração (IEA, 2023). A própria China se comprometeu com a meta de "neutralidade zero" até 2060, aumentando ainda mais sua necessidade doméstica de insumos minerais para possibilitar a sua própria transição energética.

Os efeitos negativos sobre a sustentabilidade ambiental exprimem esta dimensão. Nesta direção, "o termo "impacto ambiental" refere-se a efeitos negativos sobre o meio ambiente, por exemplo: emissão de carbono, esgotamento dos recursos naturais, consumo de água e energia e também efeitos pós-uso (resíduos, poluição e consumo de energia)" (Costa, 2021, p. 8). Sendo este o ponto de partida, confrontar este entendimento à luz da utilização e da forma de extração das TR pela China para atender ao (em curso) processo de transição energética faz-se necessário.

A mineração ilegal da China pode ser classificada como produtores do mercado cinza e do mercado negro. Embora ilegais, as operações do mercado cinza ajudam a China a atender à demanda por essas TR que as empresas licenciadas da China não conseguem atender, geralmente as TR magnéticas (neodímio, praseodímio e disprósio) e as TR pesadas de alto valor (Packey e Kingsnorth,

2016; Huang *et al.,* 2016; Liu, 2016; PAN, An *et al.*, 2021). Ambas as operações violam as leis trabalhistas e ambientais e, quando negociam produtos que excedem as cotas fixadas pelo governo, reduzem o preço das terras raras, o que acaba minando as políticas para manter os preços das terras raras em níveis lucrativos para as grandes empresas com vínculos com o Estado Chinês (Packey e Kingsnorth, 2016; Huang *et al.,* 2016; Liu, 2016; PAN, An *et al.*, 2021).

Em síntese, estes impactos ambientais negativos demonstram que, a utilização de TR pela China para a produção de fontes renováveis de energia precisa ir ao encontro da sustentabilidade ambiental. O processo de transição energética deste país só será válido, se compreendido como "uma condição necessária, mas não suficiente" para a sustentabilidade nacional/local e do planeta.

4.2. Segunda dimensão: *um olhar para a "Soberania Tecnológica"*

A segunda análise é a utilização de TR para alcançar soberania tecnológica. Esta depende, em certa medida, de políticas comerciais e industriais voltadas à verticalização da cadeia produtiva de TR. Tal verticalização sugere uma menor dependência tecnológica, principalmente no *midstream* (processamento e refino) e no *downstream*.

A utilização de TR pela China busca, para além do processo de transição energética, consolidar a sua participação nas CGVs, ao utilizá-las na fabricação de superímãs e supercondutores, para a produção de smartphones, aviões, mísseis, equipamentos médicos e outras tecnologias avançadas, etc. Logo, "as TR são essenciais para a chamada Quarta Revolução Industrial, e a China sabe disso" (DeFerreira, 2021). O país tem buscado políticas e estratégias industriais e de desenvolvimento que fazem do acesso aos ETR e minerais críticos uma prioridade nacional. Em 2015, o governo chinês anunciou o "Made in China 2025" que conta, também, com o uso estratégico de seus *recursos naturais* para a inserção nas CGVs e utilização de tecnologia de ponta em todas as etapas das suas cadeias industriais produtivas. Este plano representa uma estratégia de modernização tecnológica da China e corrobora para o seu processo de mudança estrutural (Marcato, 2022).

Por fim, destaca-se a fabricação dos lasers de TR que, dentre outras aplicações, são usados na produção de **semicondutores,** indústria estratégica para o alcance da soberania tecnológica por parte (em especial) da China e dos EUA. Isto porque os materiais a serem utilizados como meio laser ativo para a obtenção de alta potência, devem possuir linhas de emissão (luminescência) estreitas, bandas de absorção intensas e tempos de decaimento do estado metaestável longos para armazenamento de energia (Martins e Isolani, 2005). Logo, os lasers de TR são muito utilizados, tendo uma de suas aplicações a espectroscopia (fonte de luz), corte de semicondutores, micro-soldas, perfuração de áreas diminutas para a passagem de fios finíssimos, odontologia e medicina. Esta estreita associação das TR com os semicondutores aponta, em certa medida, para o "porquê" das disputas geopolíticas e tecnológicas em torno das TR envolvendo a China e os EUA.

Por fim, a última subseção se propõe em analisar a utilização de TR pela China para o fortalecimento da sua indústria de defesa ("segurança nacional").

4.3. Terceira dimensão: *o fortalecimento da "Indústria de Defesa" (Segurança Nacional)*

Esta motivação talvez seja a origem da utilização das TR pela China. Xu e Pitt (2002) pontuam que o atual papel da China no cenário global deve-se a um dos grandes marcos de sua trajetória: a Reforma de 1978, que, entre outros aspectos, centrou-se na modernização da indústria da defesa[15].

Cassiolato (2013) pontua que a ênfase na busca de inovações autóctones, isto é, inovações direcionadas às especificidades da economia e da sociedade chinesas, representou o ponto culminante da política de desenvolvimento tecnológico. Cassiolato (2013, p. 76) define "um produto de inovação autóctone como aquele cujos direitos de propriedade pertencem a uma empresa chinesa e a marca comercial seja registrada inicialmente na China". Esta teve início com o condicionamento do acesso de empresas estrangeiras ao mercado chinês, via compromissos de desenvolvimento tecnológico na China. Seria este "caráter inovador", essencialmente "nacional" desenvolvido pela China ao longo do tempo que motivaria, mais tarde, a busca por recursos minerais para a modernização da sua indústria de defesa, fato que ajuda a explicar a extração das TR feita pelo país para este fim.

Entre as principais aplicações militares de TR desenvolvidas pela China, estão:

Tabela 5 - Aplicações militares de TR desenvolvidas pela China

Tecnologia habilitadora	Funcionalidade	Elementos e compostos de TR requeridos
Radar e sonar	Utilizados para prevenir colisões, para vigilância e auxílio à navegação. O Sistema de Defesa Aérea de Mísseis Patriot emprega circuladores de radiofrequência para controlar magneticamente o fluxo de sinais eletrônicos no radar e nos mísseis.	gadolínio, samário, ítrio.
Comunicações e exibições	Exigidas por soldados, marinheiros e aviadores para ver dados analógicos e digitais. Exemplos são os lasers que auxiliam nos links de comunicação de linha de visão em sistemas terrestres e de satélite; monitores de computador antigos e novos; e terminais aviônicos.	disprósio, érbio, európio, neodímio, praseodímio, térbio e ítrio.
Lasers	Empregados em sistemas montados em veículos, como tanques e veículos blindados. Eles podem identificar alvos inimigos em até 22 milhas. De acordo com a Defense Media Network, "A mira do canhão principal do computador equipado com laser no tanque Abrams M1A/2 combina um telêmetro Raytheon e um sistema de designação de mira integrado usado para obter um primeiro golpe de alta probabilidade".	európio, neodímio, térbio e ítrio.

[15] "As reformas introduzidas por Deng Xiaoping, no final dos anos 1970, tiveram importantes consequências na capacitação produtiva e tecnológica dos setores ligados ao complexo industrial militar. Particularmente, o exército chinês foi chamado a cumprir um papel especial no programa de reformas, com impactos na melhoria produtiva da economia como um todo. A noção de complexo produtivo militar foi utilizada para coordenar e implementar o processo de transformação produtiva" (Cassiolato, 2013, pp. 66-67).

Munições guiadas com precisão (PGMs)	Abrangem uma série de classes de mísseis, incluindo cruzeiro, anti-navio (ASM) e superfície-ar (SAM), bem como destruidores de bunkers. O míssil AIM-9 Sidewinder, que busca calor, tem quatro aletas em sua fuselagem que usam ímãs de terras raras para controlar sua trajetória de vôo.	disprósio, neodímio, praseodímio, samário e térbio.
Sistemas de orientação e controle	Direcionam mísseis e bombas em direção aos seus alvos.	térbio, disprósio, samário, praseodímio e neodímio.
Guerra eletrônica	Refere-se a uma gama de equipamentos que inclui fontes de energia de alta capacidade, baterias de armazenamento e dispositivos eletrônicos de interferência.	ítrio-ferro-granada.
Motores elétricos	Requerem ímãs permanentes, dos quais o Exército dos EUA é um importante comprador. Novos equipamentos que exigem poderosos ímãs permanentes na próxima geração de motores elétricos incluirão o contratorpedeiro militar guiado Zumwalt DDG 1000 da Marinha dos EUA, unidades de tração elétrica montadas em cubos e geradores de partida integrados.	térbio, disprósio, samário, praseodímio e neodímio.
Motores a jato	O elemento de terras raras érbio é adicionado ao vanádio para torná-lo mais maleável para uso em aço com infusão de vanádio usado em motores a jato. Embora não seja especificamente um elemento de terras raras, o elemento raro rênio é uma liga com molibdênio e tungstênio. O F-22 Raptor e o caça furtivo F-35 Lightning II supostamente usam 6% de rênio em seus motores. Os sistemas elétricos das aeronaves empregam ímãs permanentes de samário-cobalto para gerar energia.	érbio, samário-cobalto.

Fonte: elaboração própria, a partir de Mills (2018).

O organograma do setor de TR da China é caracterizado da seguinte maneira: o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT) da China e o Ministério dos Recursos Naturais (MNR) **estabelecem cotas anuais sobre a extração e refino de REEs,** principalmente para equilibrar a conservação de recursos com o desenvolvimento econômico. Essas cotas são baseadas em vários fatores, incluindo a distribuição e o tipo de reservas de ETRs, metas de desenvolvimento industrial, considerações de proteção ambiental e demanda do mercado (Huld, 2025).

As cotas são divididas em duas categorias - ETRs leves e pesados - e são alocadas em duas empresas estatais (SOEs) que dominam o setor de TR da China: o *China Rare Earth Group* (Grupo de Terras Raras da China) e o *China Northern Rare Earth Group* (Grupo de Terras Raras do Norte da China). Essas duas estatais são responsáveis por redistribuir suas cotas atribuídas às suas subsidiárias qualificadas ou empresas afiliadas, que devem ter licenças de mineração adequadas e atender a rigorosos critérios ambientais, tecnológicos e de segurança. Essa distribuição de cotas centralizada, mas em camadas, ajuda o governo a manter o controle sobre os níveis de produção, permitindo flexibilidade operacional em diferentes locais de produção.

A China é particularmente dominante na exportação de produtos de ETRs a jusante, mais notavelmente em ímãs de TR. Esses ímãs são usados em uma gama incrivelmente ampla de indústrias, de veículos elétricos a turbinas eólicas e eletrônicos de consumo, e são indispensáveis para a produção de motores de alto desempenho, sensores e outros componentes críticos para energia limpa e tecnologias avançadas de defesa (Huld, 2025). Neste sentido, a "corrida armamentista" que atualmente envolve minerais estratégicos (especialmente de TR) ressurge como um velho mecanismo

de manutenção (ou conquista) de poder entre as nações. O ponto de partida "segurança / defesa nacional" sempre atuou como o principal estímulo de competitividade entre os países, que se estende para (e desenvolve) outros setores na história do capitalismo.

Entendemos como um resultado deste processo, os recentes conflitos geopolíticos em torno dos minerais críticos/estratégicos. Atualmente, a geopolítica das TR pode ser entendida como um fator de influência (in)direto sobre a competitividade: sua importância decorre da desigualdade na distribuição geográfica das reservas viáveis economicamente, deixando muitos dos países tecnologicamente e industrialmente mais avançados na dependência de um pequeno número de exportadores dessa matéria-prima. A geopolítica das TR designa a situação de disputa internacional entre, de um lado, os Estados Unidos, Japão e União Europeia, que são os principais consumidores desses minerais preciosos e, do outro, a China, que, além de ser uma das maiores consumidoras, é a maior produtora e exportadora (Santos-Fuser, 2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo realizar uma análise acerca da utilização das terras raras (TR) pela China, sob três dimensões ("frentes de atuação"): sustentabilidade (transição e segurança energética), indústria (corrida pela soberania tecnológica) e segurança nacional (indústria de defesa).

Iniciamos revisando o conceito e as principais aplicações das TR. Vimos que as TR englobam 17 elementos químicos essenciais para a indústria moderna, com diversas aplicações no dia a dia, sendo também classificadas como "minerais críticos e estratégicos", na atualidade.

Em um segundo momento, analisamos a extração de TR pela China no século XXI. Observamos a percepção deste país sobre a importância de dominar verticalizando toda a cadeia produtiva deste recurso natural, abundante em seu território. A literatura mostrou-nos que, dada a "desistência" americana, a iniciativa chinesa de domínio de toda a cadeia produtiva de TR intensificou-se no final da década de 90, com pleno domínio no início dos anos 2000. Feito isto, analisamos, de fato, a utilização de TR pela China sob as três dimensões propostas.

Sobre a primeira dimensão ("sustentabilidade"), observamos que o processo de transição energética da China negligenciou, num primeiro momento, os impactos ambientais negativos de extração das TR. O processo de transição energética global necessita ir ao encontro de iniciativas sustentáveis, visto que a sustentabilidade ambiental se sobrepõe a este processo. Nos últimos anos, o país tem se esforçado em realizar práticas mais sustentáveis para a extração, processamento e refino de TR, bem como punir a extração poluente e ilegal. Porém, ainda há muito a ser feito.

Em relação à segunda dimensão ("indústria"), a utilização de TR pela China é motivada, principalmente, pela corrida pela soberania tecnológica frente aos Estados Unidos - seu principal adversário neste cenário. As inúmeras aplicações de TR em distintos setores que detêm alta complexidade tecnológica motivam a China a empregá-las nestes setores. A associação, em especial,

com a questão dos semicondutores, exemplifica o potencial de emprego das TR em setores altamente tecnológicos. A China sabe deste potencial e investe em TR para este fim.

Por fim (e não menos importante), a terceira dimensão analisou, literalmente, o "poder de fogo" das TR quando empregadas na indústria de defesa. Vimos que a utilização de TR para este fim pode ser considerada a inicial e/ou "real" motivação de extração deste recurso natural pela China: a questão da *segurança/defesa nacional* sempre foi o maior estímulo para a competitividade, dinamizando os demais setores.

Esta última dimensão ajuda-nos a entender os atuais conflitos geopolíticos envolvendo, em especial, a China e os EUA. Em síntese, o que atualmente a economia americana mais teme é estar assumindo uma posição na qual, certamente, ela não tenha o papel de destaque. Realiza-se aqui um paralelo: uma estratégia desenvolvimentista, como a adotada pelos EUA num contexto de guerras (Primeira e Segunda Guerra Mundial), não foi/é observada no outrora contexto de Pandemia de Covid-19 e nos atuais cenários de guerras e urgente processo de transição energética. Aqui, o gigante asiático já assumiu o protagonismo. Esta constatação ajuda-nos a entender, em certa medida, as atuais crises e reconfiguração das CGVs no comércio internacional, que demonstram, num mundo cada vez mais multipolar, que a captura de valor nas etapas finais das cadeias é marcadamente menor e curtoprazista, devido às capacidades de disseminação/replicação de informação, comunicação, tecnologia e conhecimento atribuídas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

Em outros termos, a estratégia de "trazer de volta" etapas produtivas antes exportadas para os países menos desenvolvidos ou em desenvolvimento para que sejam novamente produzidas internamente, reflete a clara preocupação dos Estados Unidos, Japão e União Europeia com uma economia que já percebeu que, atualmente, a adição de valor nas etapas produtivas está ocorrendo de maneira mais igualitária ao longo de toda a cadeia. Portanto, hoje, quem detém conhecimento e tecnologia na maioria das (ou em todas as) etapas da cadeia produtiva - inclusive na extração, processamento e refino de matérias-primas minerais - possui maior vantagem na "captura de valor" - e a China já entendeu isso. Verticalização Internacional da Produção - talvez seja este o ambiente em que se concretize esta percepção.

Em suma, intui-se que a utilização de TR pela China nas três "frentes de atuação" - i) sustentabilidade (para o em curso processo de transição energética); ii) indústria (corrida pela soberania tecnológica); e iii) segurança nacional (modernização/sofisticação da indústria de defesa) - parece caracterizar um "Tripé Estratégico" de Verticalização Internacional da Produção industrial chinesa para lhe conferir Autonomia Produtiva, no longo prazo. Ademais, a detenção pelo país de conhecimento e tecnologia na extração, processamento e refino de TR (e de outros minerais críticos) ao redor do globo transforma esses minerais em insumos estratégicos, conduzindo a China aos seus processos de desenvolvimento produtivo, crescimento com mudança estrutural e autonomia produtiva, no longo prazo.

Pretende-se, futuramente, analisar os desdobramentos deste "xadrez geopolítico das TR", refletindo sobre possíveis/prováveis alianças da China com outras nações que possuem TR. Como exemplo: transferência de tecnologia de TR para o Brasil. O país sul-americano (membro dos BRICS) vem se figurando como o potencial segundo maior detentor mundial de reservas de TR (USGS, 2026), dado que as recentes descobertas e/ou valorizações de TR em outros países podem, em certa medida, ameaçar o "quase-monopólio chinês" sobre este recurso natural, nos próximos anos. Neste cenário essencialmente "imprevisível", alianças são fundamentais.

6. REFERÊNCIAS

CASSIOLATO, J. E. **As Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação na China.** IPEA. Dinte. Boletin de Economia e Política Internacional (BEPI), no. 13. jan-abr. 2013, pp. 65-80. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3928/1/BEPI_n13_politicas.pdf. Acessado em: 24 jan. 2025.

CEPS. Centre for European Policy Studies. Rare Earth Elements and EU Security of Supply. **CEPS Report,** 2023.

COSTA, K. G. V. Cadeias Globais de Valor, *upgrading* ambiental e os objetivos do desenvolvimento sustentável: estabelecendo diálogos entre as diferentes abordagens. **Texto para Discussão do IE/UFRJ-006/2021**. p. 8. fev. 2021. Disponível em: https://www.ie.ufrj.br/images/IE/TDS/2021/TD_IE_006_2021_COSTA.pdf. Acessado em: 17 jan. 2025.

DA CUNHA, J. T. **Terras Raras -** Aspectos Mineralógicos, Geológicos, Beneficiamento e Mercado - Uma Revisão. Monografia apresentada na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). jul. 2018. p. 9. Disponível em: https://demin.ufmg.br/downloadtcc.php?f=9#:~:text=Dos%20mais%20de%20250%20minerais,e%20de%20maior%20demanda%20industrial. Acessado em: 17 jan. 2025.

DEFERREIRA, T. **O Oriente Médio tem petróleo, a China tem terras raras.** Shūmiàn 书面. 17 mai. 2021. Disponível em: https://shumian.com.br/2021/05/17/o-oriente-medio-tem-petroleo-a-china-tem-terras-raras/. Acessado em: 17 jun. 2025.

FINANCIAL TIMES RESEARCH. **The rare earth value chain:** from mining to finished products. 2023.

GEUS. Geological Survey of Denmark and Greenland. **Critical Minerals Trade Flows.** 2023.

HART, C. Mapping China's strategy for rare earths dominance. **Atlantic Council Global Energy Center.** Disponível em: https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2025/06/Mapping-Chinas-strategy-for-rare-earths-dominance.pdf. Acessado em: 19/08/2025.

HUANG, X.; ZHANG, G.; PAN, A.; CHEN, F.; ZHENG, C. **Protecting the environment and public health from rare earth mining.** 2016. Disponível em: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2016EaFut...4..532H/doi:10.1002/2016EF000424. Acessado em: 20 ago. 2025.

HULD, A. Rare Earth Elements: Understanding China's Dominance in Global Supply Chains. **China Briefing.** August 29, 2025. Disponível em: https://www.china-briefing.com/news/chinas-rare-earth-elements-dominance-in-global-supply-chains/. Acessado em: 27 out. 2025.

IEA. International Energy Agency. **Global Critical Minerals Outlook 2024.** International Energy Agency. Disponível em: https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024. Acessado em: 26 ago. 2025.

IEA. International Energy Agency. **Energy Technology Perspectives 2023.** 2023. Disponível em: https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023. Acessado em: 26 ago. 2025.

IEA. International Energy Agency. **The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions.** 2021. Disponível em: https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions. Acessado em: 27 ago. 2025.

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. **Periodic Table of the Elements.** 2017. Disponível em: https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/. Acessado em: 07 dez. 2024.

KALANTZAKOS, S. **China and the geopolitics of rare earths**. Oxford University Press, 2018.

KALANTZAKOS, S. (Ed.). **Critical Minerals, the Climate Crisis and the Tech Imperium**. Springer Nature Switzerland AG, 2023.

KATTEL, R.; DRECHSLER, W.; KARO, E. **Como construir um estado empreendedor: por que a inovação precisa da burocracia?** Escola Nacional de Administração Pública (ENAP). 264 p. Set. 2025. Disponível em: http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/9147. Acessado em: 06 nov. 2025.

KLINGER, J. M. **Rare Earth Frontiers**: From Terrestrial Subsoils to Lunar Landscapes. 340 p. Ítaca, Nova York. jan. 2018. Disponível em: https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/30764. Acessado em: 17 jan. 2025.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. Terras-raras no Brasil: depósitos, recursos identificados, reservas. **Série Estudos e Documentos, 21, CETEM, 1994.** p. 189. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/287. Acessado em: 07 dez. 2024.

LIU. H. Rare Earths: Shades of Grey. Can China Continue To Fuel Our Global Clean & Smart Future? **China Water Risk.** 2016.

LIU, S.-L.; FAN, H-R; LIU, X.; MENG, J.; BUTCHER, A. R.; YANN, L.; YANG, K-F.; LI, X-C. Global rare earth elements projects: New developments and supply chains. Disponível em: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2023OGRv..15705428L/doi:10.1016/j.oregeorev.2023.105428. **Ore Geology Reviews,** V. 157, id. 105428. Acessado em: 20 ago. 2025.

MARCATO, M. B. The Made in China 2025 amid hyperglobalization: upgrading, intangible assets and internationalization strategies. **ECONOMIA E SOCIEDADE** (UNICAMP IMPRESSO), v. 31, p. 355-384, 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1982-3533.2022v31n2art05. Acessado em: 23 jan. 2025.

MARTINS, T. S.; ISOLANI, P. C. **Terras Raras:** aplicações industriais e biológicas. Química Nova, 28(1), pp. 111-117. 2005. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3137. Acessado em: 15 jan. 2025.

MEDEIROS, C. A. de; TREBAT, N. M. **Transforming natural resources into industrial advantage:** the case of China´s rare earths industry. Revista de Economia Política, v. 37, no.3 SP. pp. 504-526, Jul-set. 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0101-31572017v37n03a03. Acessado em: 12 jan. 2025.

MILLS, R. **"Rare earths in the cross-hairs of new high-tech arms race"**. Matéria publicada em 29 out. 2018. MINING. COM. Disponível em: https://www.mining.com/web/rare-earths-cross-hairs-new-high-tech-arms-race/. Acessado em: 24 jan. 2025.

NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY. **Periodic table of the elements: USGS 2022 critical minerals.** Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 2022. Disponível em: https://www.netl.doe.gov/critical-minerals. Acessado em: 6 nov. 2025.

PACKEY, D. J.; KINGSNORTH, D. The impact of unregulated ionic clay rare earth mining in China. **Resources Policy,** Elsevier, vol. 48, pp.112-116. jun. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.03.003. Acessado em: 27 ago. 2025.

PAN, A.; FENG, S.; HU, X.; LI, Y. How environmental regulation affects China's rare earth export?. **Plos one**, v. 16, n. 4, p. e0250407, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250407. Acessado em: 27 ago. 2025.

SANTOS-FUSER, L. N. dos. La geopolítica de las Tierras Raras y la inserción de Brasil. **Geopolítica(s). Revista de estudios sobre espacio y poder**, 14(1), pp. 27-50. mar. 2023. Disponível em: https://dx.doi.org/10.5209/geop.79921. Acessado em 24 jan. 2025.

SHEN, Y; MOOMY, R.; EGGERT, R. G. China's public policies toward rare earths, 1975–2018. **Mineral Economics**, v. 33, n. 1, p. 127-151, 2020. Disponível em: https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1007%252Fs13563-019-00214-2;h=repec:spr:minecn:v:33:y:2020:i:1:d:10.1007_s13563-019-00214-2. Acessado em: 28 ago. 2025.

USGS. United States Geological Survey. **Mineral Commodity Summaries 2017.** U.S. Department of the Interior, 2017.

USGS. United States Geological Survey. **Mineral Commodity Summaries 2020.** U.S. Department of the Interior, 2020.

USGS. United States Geological Survey. **Mineral Commodity Summaries 2023.** U.S. Department of the Interior, 2023.

USGS. United States Geological Survey. **Mineral Commodity Summaries 2026.** U.S. Department of the Interior, 2026.

XU, Y.; PITT, D. C. **Chinese telecommunications policy.** Boston: Artech House, 2002.