

**Por quanto tempo a China poderá jogar a “cartada das terras raras”?**



Por **BERTRAND ARNAUD\***

*O controle da China sobre as terras raras não é um blefe temporário, mas o resultado de décadas de planejamento que transformou sua base produtiva em uma fortaleza geopolítica inexpugnável*

## Introdução

Por **Laymert Garcia dos Santos**

O analista geopolítico Bertrand Arnaud publicou dia 17 de outubro de 2025, no *Substack*, uma análise devastadora para os americanos sobre a questão das terras raras. Como o tema está no coração da agenda das negociações entre Brasília e Washington e dado o caráter secreto delas (para não falarmos da miséria da discussão, e da cortina de fumaça que a imprensa insiste em alimentar sobre a “química” entre Donald Trump e Lula), julguei urgente traduzir as considerações de Arnaud.

Por duas razões: primeiro, porque a cessão dos recursos pelo Brasil, em troca do recuo na imposição das tarifas, expressa a entrega de nossa soberania numa questão crucial – afinal, tendo em vista que somos o segundo maior detentor mundial de terras raras, depois somente da China (esta com 49% das reservas mundiais e o Brasil com 23%), a cessão está sendo reivindicada pelo governo Donald Trump por razões geopolíticas.

Em segundo lugar, porque a elite brasileira e parte do nosso governo vêem nela não só uma oportunidade de reinserção do Brasil na esfera de influência americana mas, também, de supostamente ganhar dinheiro com o “grande negócio”.

Bertrand Arnaud demonstra, porém, que os Estados Unidos não têm nem vão ter a menor condição de competir com a China neste quesito. Além de faltar-lhes os próprios recursos, faltam-lhes a tecnologia, a mão de obra qualificada, a educação formadora para tanto, o ecossistema propício, o volume de investimentos, as condições sócio-culturais... Não só no momento, mas nas décadas vindouras.

Se isso é verdade, e o texto de Bertrand Arnaud é decisivo sobre o assunto, a cessão das terras raras brasileiras serviria apenas para uma encenação do governo de Donald Trump de uma “vitória” sobre o Brasil. Mas com uma implicação muito séria: mesmo que os americanos não tenham condição real de explorar os recursos, a cessão da soberania sobre eles estaria irremediavelmente configurada.

E o país se veria de mãos amarradas para lançar mão dos recursos estratégicos com quem pode efetivamente ajudá-lo com tecnologia, *know-how*, etc. A saber: os chineses, que devem estar observando atentamente os passos que estamos prestes a dar, e que não têm caminho de volta.

# a terra é redonda

A questão das terras raras é capital para o nosso futuro como nação. Tanto quanto a questão ambiental e da biodiversidade. A China domina o jogo; o Brasil tem uma carta forte na manga; os americanos não têm nada, só blefe. A elite política e financeira brasileira tem ignorância e oportunismo. Espera-se que o governo Lula tenha clarividência.

**Laymert Garcia dos Santos**

P.S. A tradução abaixo do original para o português foi efetuada pelos recursos do Substack, com pouquíssimas modificações minhas.

**Por quanto tempo a China poderá jogar a “cartada das terras raras”?**

**Por Bertrand Arnoud**

Esta é, provavelmente, a questão geopolítica mais importante neste momento: por quanto tempo a China poderá jogar a “cartada das terras raras”?

Já está bem estabelecido que isso dá à China uma vantagem considerável. Por um lado, o estado frenético de pânico do Secretário do Tesouro dos EUA, Bessent, nos últimos dias é um grande sinal: ele insultou publicamente altos funcionários chineses sobre a medida, fez lobby por “poderes de emergência” e disse que este era um ataque chinês ao “mundo” que receberia uma “resposta coletiva completa” dos EUA e seus aliados. Se isso não é Washington sendo abalada, eu não sei o que é.

O que parece ser a visão consensual, porque já a vi mencionada inúmeras vezes, é que um dos principais gargalos para romper esse domínio das terras raras são as regulamentações ambientais. Segundo a narrativa, o Ocidente essencialmente se autorregularizou e se livrou do negócio das terras raras, impondo padrões ambientais que a China simplesmente ignorou. Portanto, por implicação, bastariam as mudanças regulatórias adequadas e subsídios governamentais, e o problema seria solucionável em poucos anos. É principalmente uma questão de vontade política para aceitar compensações ambientais.

Há um certo grau de verdade nisso – o processamento de terras raras pode ser muito poluente – mas, de resto, isso é apenas uma questão de raciocínio milagroso.

A dificuldade de romper o domínio das terras raras é muito – muito – maior do que meros ajustes regulatórios. O domínio da China tem muito mais a ver com a escala de sua produção e a integração vertical de suas cadeias de suprimentos e, portanto, romper o domínio neste estágio exige uma modernização abrangente do nível de industrialização do Ocidente.

Estamos falando de algo que exige uma reformulação completa da estrutura socioeconômica do Ocidente, envolvendo trilhões em capital e em investimentos – com lucratividade talvez daqui a duas décadas -, bem como uma profunda transformação de seu sistema educacional. Em suma, um empreendimento de nível geracional em uma escala quase sem precedentes.

Você pode se sentir tentado a comparar os esforços necessários ao Projeto Manhattan ou ao Programa Apollo – isso é poderoso o suficiente, certo? – mas isso seria um eufemismo. A quantidade de esforços necessários é mais comparável a algo como a própria Revolução Industrial do que a qualquer megaprojeto individual.

# a terra é redonda

Você não acredita em mim, né? Com certeza estou exagerando! Não tem como ser tão dramático!

## O que é gálio?

É por isso que escrevi este artigo. Para mostrar em detalhes os esforços absolutamente titânicos que seriam necessários para quebrar o domínio absoluto sobre apenas um dos elementos da lista de controles de exportação da China: o gálio. E lembre-se, ao ler o artigo, que se trata de apenas um elemento químico entre 21 sob controle de exportação, e que os controles de exportação da China não incluem apenas elementos químicos, mas também produtos derivados (baterias de íon-lítio, materiais superduros etc.).

Depois de terminar este artigo, aposto que o pânico de Bessent parecerá quase discreto para você.

O que é gálio? O gálio não é exatamente uma terra rara: é um metal macio e prateado que literalmente derreteria em sua mão em um dia quente. No entanto, é um dos materiais estratégicamente mais importantes do mundo atualmente, pois é - entre outras aplicações - fundamental para a última geração de semicondutores de GaN, bem como para os modernos radares militares AESA, que podem detectar alvos a quase o dobro do alcance anterior. Um alto executivo da Raytheon observou em 2023 que "o GaN é fundamental para quase toda a tecnologia de defesa de ponta que produzimos".

A China detém impressionantes 98% da produção mundial de gálio primário de baixa pureza, o que significa que tem controle quase total sobre o material.

## O que seria necessário para produzir 100 toneladas de gálio?

O que seria necessário para produzir 100 toneladas de gálio? Vamos nos fazer uma pergunta simples: quanto seria necessário para produzir 100 toneladas de gálio? Não é uma quantidade enorme: a China produz 600 toneladas, com uma capacidade de produção de 750 toneladas, ou seja, menos de 17% da produção atual da China.

## Compreendendo a produção de gálio

Muitas pessoas imaginam que a extração de gálio funciona como a mineração de qualquer outro metal: encontrar um depósito, escavá-lo, adicionar alguns produtos químicos e extrair o metal. Mas o gálio é fundamentalmente diferente - ele não é encontrado como um minério independente, mas sim recuperado como um subproduto da produção de alumínio.

Pense nisso como extrair suco de laranja: o gálio é como uma pequena quantidade de óleo essencial que se agarra à casca da laranja. Sem a fábrica de suco processando grandes quantidades de laranjas, não há como obter esse óleo essencial separadamente. Não se pode simplesmente "extrair gálio" - é preciso uma indústria inteira de alumínio operando em larga escala para capturar os traços que emergem.

Para entender a escala envolvida, considere a China Aluminum Corporation ("Chalco"), a maior produtora de alumínio do mundo: em 2022, eles processaram 17,64 milhões de toneladas de alumina, das quais refinaram 6,88 milhões de toneladas de alumínio primário e finalmente extraíram 146 toneladas de gálio - uma proporção de aproximadamente 1:47.000 para gálio para alumínio, ou 1:12.000 para gálio para alumina.

## Construção de refinarias de alumina e fundições de alumínio

# a terra é redonda

As proporções que acabamos de ver significam que, para produzir 100 toneladas de gálio, seria necessária, primeiramente, uma indústria de alumínio proporcional, capaz de produzir 12 milhões de toneladas de alumina e 4,7 milhões de toneladas de alumínio anualmente. Esse é o seu primeiro passo.

Para referência, a China hoje tem 60% de participação de mercado na produção global de alumínio, a Índia está em um distante segundo lugar, com apenas 3,5 milhões de toneladas de alumínio (refinado de alumina) produzidas em 2022-2023 (o que significa que todo o país produziu apenas metade da quantidade produzida pela Chalco, uma única empresa chinesa) e os EUA produziram menos de 0,8 milhão em 2023.

Então, se os EUA quisessem se tornar um grande player no setor de gálio, primeiro precisariam aumentar sua capacidade de produção de alumínio em quase 6 vezes, dos atuais 0,8 milhão de toneladas para os 4,7 milhões de toneladas necessários para produzir 100 toneladas de gálio, o que novamente tornaria sua produção de gálio inferior a um quinto da China.

Isso envolve a construção de dois tipos de fábricas: refinarias de alumina (que processam minério de bauxita em alumina) e fundições de alumínio (que convertem alumina em alumínio metálico por meio de eletrólise - a etapa em que o gálio é extraído).

Fora da China, as fundições de alumínio custam cerca de US\$ 4 bilhões por milhão de toneladas de produção anual, o que significa um investimento de US\$ 20 bilhões apenas para as fundições. As refinarias de alumina adicionariam outros US\$ 10 bilhões. Portanto, estamos considerando US\$ 30 bilhões em custos de construção de fábricas apenas para aumentar a produção de alumina ao nível necessário.

## O desafio energético

Há um problema, no entanto: converter alumina em alumínio metálico por eletrólise consome muita energia. Dados da indústria mostram que a produção de uma tonelada de alumínio eletrolítico consome aproximadamente 13.000 a 15.000 kWh de eletricidade.

Os EUA produzem atualmente 0,8 milhão de toneladas de alumínio, portanto, seriam necessários 3,9 milhões de toneladas adicionais de capacidade. Quanta eletricidade isso requer? Usando o valor mínimo de 13.000 kWh por tonelada, isso se traduz em aproximadamente 51 bilhões de kWh de eletricidade adicional - fluindo continuamente, 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano. As fundições de alumínio não podem simplesmente desligar quando não há energia disponível; o metal fundido se solidificaria nas células eletrolíticas, destruindo-as.

O que significa 51 bilhões de kWh? Para colocar em perspectiva, vejamos o projeto nuclear mais recente dos EUA: as Unidades Vogtle 3 e 4, na Georgia. Esses dois reatores têm uma capacidade combinada de 2,2 GW e podem produzir aproximadamente 17 a 18 bilhões de kWh anualmente em plena capacidade. Os EUA precisariam replicar todo o projeto Vogtle 3 e 4 três vezes para atender à demanda de 51 bilhões de kWh - essencialmente construindo seis novos reatores em três projetos de construção separados.

Em termos de custo, Vogtle 3 e 4 atingiram um preço final de US\$ 36,8 bilhões, após ultrapassar significativamente a estimativa inicial de US\$ 14 bilhões. Três desses projetos custariam aproximadamente US\$110 bilhões - e isso sem contar os US\$ 30 bilhões necessários para as refinarias e fundições de alumínio propriamente ditas. Investimento total em infraestrutura: ~US 140 bilhões.

Em termos de cronograma, a construção das unidades Vogtle 3 e 4 começou em 2013, com a Unidade 4 finalmente entrando em operação comercial em abril de 2024 - quase 11 anos. Mesmo com as lições aprendidas e a construção

# a terra é redonda

paralela (questionável dada a escassez de empreiteiros nucleares qualificados e equipamentos especializados), um cronograma realista para três novos projetos na escala de Vogtle se estende até 2035-2036, no mínimo.

E lembre-se, novamente, que esse investimento de US\$ 140 bilhões e um cronograma de 12 anos renderiam apenas 100 toneladas de gálio anualmente - representando apenas 17% da produção anual da China e menos de 14% de sua capacidade de produção, o que novamente é apenas UM dos 21 elementos químicos aos quais a China aplicou controles de exportação.

## O desafio humano

Construir as instalações é apenas metade da batalha; o maior desafio é encontrar pessoas para administrá-las. O emprego na indústria manufatureira dos EUA atingiu o pico de 19,6 milhões em 1979, mas caiu para aproximadamente 12,9 milhões no final de 2024 - uma perda de quase 7 milhões de empregos em 45 anos. Não se trata apenas de números, mas também representa uma erosão fundamental da força de trabalho industrial qualificada.

E o desafio é que o processamento de alumínio é uma indústria que exige muita mão de obra. Isso ocorre porque as células de alumínio são sistemas dinâmicos, onde as condições variam de célula para célula e de hora em hora, com os operadores fazendo centenas de pequenos ajustes diariamente com base em inspeções visuais, sonoras e leituras de instrumentos - o tipo de julgamento complexo que continua difícil de automatizar.

Basta verificar os números na China, o país com as instalações mais avançadas e acesso à mais recente tecnologia de automação: a China ainda emprega dezenas de milhares de trabalhadores na produção de alumínio. A Chalco, da qual falamos anteriormente, emprega 58.009 pessoas para produzir seus 6,88 milhões de toneladas de alumínio. A China Hongqiao, a segunda maior produtora de alumínio do país (depois da Chalco), emprega 49.774 pessoas e produz aproximadamente 6 milhões de toneladas de alumínio.

Portanto, estamos falando de proporções de cerca de 8.500 pessoas por tonelada anual de alumínio, nas instalações mais avançadas do mundo, com horas de trabalho e eficiência chinesas. Isso significa que, para adicionar mais 3,9 milhões de toneladas de capacidade, os EUA precisariam encontrar pelo menos 33.000 trabalhadores adicionais apenas para a produção de alumínio. Com tudo o que isso implica: treinar operadores qualificados de alumínio requer anos de experiência prática com processos industriais de alta temperatura, metalurgia e equipamentos complexos - não habilidades adquiridas em cursos de curta duração.

E nem estou falando dos trabalhadores necessários para a área de energia: 800 empregos permanentes foram criados especificamente para as novas Unidades 3 e 4 da usina nuclear de Vogtle. Três projetos na escala de Vogtle exigiriam aproximadamente 2.400 trabalhadores adicionais em operações nucleares - engenheiros, operadores de salas de controle, técnicos de manutenção e pessoal de segurança.

Extremamente difícil de fazer em um país onde o setor manufatureiro já enfrenta 1,9 milhão de empregos vagos até 2033 e onde uma parcela significativa da força de trabalho nuclear existente provavelmente se aposentará na próxima década. Os Estados Unidos precisariam passar anos treinando 35.500 trabalhadores industriais especializados para este único projeto de gálio - representando 17% da capacidade de produção da China para um elemento - enquanto simultaneamente compensam as aposentadorias.

## O desafio do ecossistema industrial

Não se trata apenas de fábricas, energia e pessoas: você precisa de um ecossistema industrial completo.

# a terra é redonda

Mesmo que você tenha dinheiro para construir fábricas, tecnologia para construir usinas de energia e capacidade de encontrar dezenas de milhares de trabalhadores, há um problema ainda mais difícil: instalações de suporte.

A produção industrial não é uma ilha, requer um ecossistema completo. Por exemplo, a produção de alumina requer bauxita, cal e carbonato de sódio. Os EUA não têm escassez de cal e carbonato de sódio, mas a bauxita precisa ser importada. São necessários canais de fornecimento de bauxita estáveis e portos para o transporte.

A produção de alumínio eletrolítico requer materiais auxiliares como sais de flúor e ânodos de carbono - as fábricas também precisam produzi-los. Também são necessárias rodovias e ferrovias para transportá-los até a área da fábrica.

Uma vez os produtos produzidos, precisam ser transportados para portos para exportação ou para fábricas de chips e radares. Isso requer uma rede logística muito madura. Tais instalações de apoio não são tão simples quanto construir algumas pontes ou pavimentar algumas estradas. Elas representam o nível de industrialização de uma nação.

A China passou 40 anos construindo do zero o sistema industrial mais completo do mundo. Da mineração da bauxita à produção de alumina e alumínio eletrolítico, à extração e purificação do gálio, passando pela fabricação de chips - cada elo conta com empresas maduras e infraestrutura de suporte.

Essa lacuna no ecossistema industrial não pode ser preenchida apenas investindo dinheiro. Isso requer tempo, requer acumulação ao longo de gerações e requer que toda a nação valorize muito a manufatura.

## O desafio do mercado

Supondo que os EUA de alguma forma consigam superar todos os outros problemas: construíram três projetos de energia na escala de Vogtle, duas fábricas, encontraram dezenas de milhares de trabalhadores e desenvolveram o ecossistema em torno de tudo isso, ainda precisam vender o material - tanto o alumínio quanto o gálio.

O consumo total de alumínio nos EUA é de aproximadamente 4 milhões de toneladas por ano, mas, como vimos, a produção de apenas 100 toneladas de gálio requer 4,7 milhões de toneladas de alumínio como subproduto inevitável. Todo o mercado interno não conseguiria absorver essa produção: mesmo capturando todos os clientes de alumínio nos EUA, sobrariam 700.000 toneladas de metal excedente.

Os mercados internacionais não oferecem solução. Os mercados globais de alumínio já enfrentam excesso de capacidade estrutural, e o alumínio americano produzido a preços de mercado, com custos e salários mais altos, não conseguaria competir com o da China em termos de preço. Então, os EUA deveriam vender com prejuízo? O que sustenta a operação? O governo americano subsidiaria as operações ano após ano, mantendo o projeto em prejuízo?

Tudo isso cria uma situação economicamente irracional, em que a produção de um material estratégico (gálio) exige a manutenção de uma capacidade industrial permanentemente deficitária (fundição de alumínio). Nenhuma empresa de mercado se comprometeria com isso voluntariamente. Ainda mais porque, como acabamos de ver, isso requer um investimento inicial de US\$ 140 bilhões.

## E os substitutos?

Você certamente já pensou sobre isso: "Se produzir gálio nós mesmos requer um esforço tão grande, certamente podemos substituí-lo por outra coisa".

# a terra é redonda

O problema é que as propriedades dos materiais não são negociáveis. Semicondutores de nitreto de gálio não são usados porque estão na moda, mas sim porque o silício fisicamente não consegue fazer o que o GaN faz. O GaN pode suportar 10 vezes mais voltagem, operar em frequências nas quais o silício falha e tolerar temperatura que destruiriam os chips de silício.

Pense bem: se substitutos fossem viáveis, o Pentágono já estaria fazendo isso. Os militares dos EUA sabem da vulnerabilidade das terras raras desde pelo menos o embargo da China contra o Japão em 2010. São 15 anos para encontrar alternativas. E, no entanto, aqui estamos, com – novamente – um executivo da Raytheon afirmado que “o GaN é fundamental para quase toda a tecnologia de defesa de ponta que produzimos”.

E mesmo que você pudesse substituir o gálio, provavelmente se encontraria exatamente na mesma situação. Um substituto mencionado é o carboneto de silício (SIC), mas... a China também controla a maior parte da produção de SIC, e ela não se compara ao GaN nas aplicações mais importantes.

E mesmo que existissem substitutos perfeitos para o gálio – o que não acontece –, ainda assim, o mesmo problema se aplicaria aos outros 20 elementos da lista de controle de exportação da China. A estratégia de “substituir tudo” acaba se tornando absurda. Em certa escala, “encontrar alternativas para 21 materiais estrategicamente críticos” torna-se funcionalmente equivalente a contestar os resultados do Big Bang – você está exigindo que a natureza lhe forneça blocos de construção fundamentais diferentes dos que existem.

## Conclusão

Então, por quanto tempo a “cartada das terras raras” pode ser usada? Acabamos de ver os esforços titânicos que seriam necessários para simplesmente produzir menos de um quinto da quantidade de gálio que a China produz: (i) um investimento inicial de US\$ 140 bilhões; (ii) construção de duas mega fábricas e três usinas nucleares de grande porte; (iii) encontrar e treinar mais de 35 mil trabalhadores altamente especializados; (iv) construindo todo o ecossistema industrial em torno dele.

Tudo por uma operação que nunca será capaz de competir com os preços chineses nos mercados globais e, como tal, provavelmente precisa ser permanentemente subsidiada pelos contribuintes americanos.

Pegue isso e multiplique por 21, o número total de elementos químicos na lista de controles de exportação da China (que, novamente, não é a extensão dela, porque eles também têm controles de exportação sobre produtos derivados), e você começa a entender a força da “cartada das terras raras”.

Outro elemento muito semelhante ao gálio, também dominado pela China e incluído na lista de controles de exportação do país, é o índio, um subproduto do cobre. Assim como o gálio, para romper o domínio do índio, seria necessário reconstruir toda a cadeia da indústria do cobre: minas, fundição, processamento químico, eletricidade e transporte.

Você começa a entender o pânico de Bessent? Isso não é algo que um mero Projeto Manhattan ou Programa Apollo pode resolver; é algo muito mais intratável: a vantagem da China não é tecnológica, é sistêmica.

Aqui não estamos falando de projetos discretos, estamos falando de algo que exigiria um conjunto social completo – desde como as crianças são educadas até como o capital é empregado.

Considere o que é preciso para formar apenas um operador qualificado de fundição de alumínio: primeiro, um aluno do ensino fundamental precisa encarar o trabalho industrial como um caminho viável e respeitável – e não o fracasso em ingressar na faculdade.

# a terra é redonda

Em seguida, precisa ter acesso a uma escola profissionalizante com equipamentos de última geração e conexões com a indústria - escolas que o Ocidente praticamente fechou na década de 1980. Em seguida, precisa de 2 a 3 anos de treinamento, além de 3 a 5 anos de experiência profissional para se tornar verdadeiramente proficiente. São 8 a 10 anos do ponto de decisão até se tornar um operador competente.

Agora, multiplique isso por 35.000 trabalhadores para esse elemento - depois, multiplique por 21 elementos e, novamente, multiplique tudo isso por todas as funções de apoio necessárias para construir as instalações e formar as escolas profissionais.

A China tem isso. Em 2023 havia um total de 11.000 escolas profissionalizantes em todo o país, com quase 35 milhões de alunos estudando nessas instituições de ensino. É algo normalizado, sistemático e contínuo. O Ocidente não só carece de programas como também de toda a estrutura cultural e institucional que alimentar os alunos nesses programas. Seria necessário reconstruir essa estrutura antes de reconstruir a força de trabalho.

Ou observe a alocação de capital: desenvolver capacidade em terras raras exige aceitar perdas de uma década e períodos de retorno de vinte anos, um capital extremamente paciente. Capital paciente exige investidores dispostos a aceitar horizontes longos. Horizontes longos exigem estabilidade regulatória e política. Estabilidade exige consenso social de que a manufatura é estratégica. Consenso exige... estamos de volta à educação, à mídia, à cultura.

Então, por quanto tempo a China poderá usar a cartada das terras raras? Parece que a resposta realista é: essa cartada veio para ficar por muito, muito tempo.

\***Bertrand Arnaud** é comentarista de política e geopolítica.

Publicado originalmente nas redes sociais do autor [[in arnaudbertrand.substack.com](https://arnaudbertrand.substack.com)].

---

**A Terra é Redonda existe graças aos nossos leitores e apoiadores.**

**Ajude-nos a manter esta ideia.**

[\*\*CONTRIBUA\*\*](#)