

Especial GGN: Terras Raras: A Nova Fronteira da Reindustrialização Brasileira

O Brasil está diante de uma nova janela histórica — talvez a mais estratégica desde a descoberta do pré-sal. Com cerca de 23% das reservas mundiais estimadas de terras raras, o país tem em mãos um ativo geopolítico e tecnológico capaz de reposicioná-lo como potência industrial verde no século XXI.

A recente decisão da China de restringir exportações aos Estados Unidos reacende o interesse global por fontes alternativas. Nesse contexto, o gesto de aproximação entre Donald Trump e o governo Lula ganha contornos claros: garantir acesso às terras raras brasileiras.

Mas o desafio não é apenas geológico — é político, tecnológico e institucional. O Brasil precisa evitar repetir o ciclo colonial de extração e fuga de valor. A oportunidade está em dominar toda a cadeia produtiva: da separação ao produto final, passando por ímãs, motores, catalisadores, sensores e reciclagem.

Esta série apresenta um plano estratégico para transformar o potencial mineral em soberania industrial, com protagonismo das PMEs, atração de capital estrangeiro sob controle nacional e estímulo à inovação em setores críticos como mobilidade elétrica, saúde, defesa e cultura tecnológica.

Resumo Executivo:

- O Brasil possui uma das maiores reservas de terras raras do mundo, mas ainda não domina sua cadeia produtiva.
 - A série propõe uma **Política Nacional de Terras Raras (PNTR)** com foco em industrialização, soberania tecnológica e sustentabilidade.
 - São identificados **sete eixos industriais estratégicos**, com destaque para eletromobilidade, eletrônicos, saúde, defesa e reciclagem.
 - As **PMEs** são colocadas no centro da estratégia, com instrumentos específicos de crédito, inovação e certificação.
 - A entrada de **capital estrangeiro** é estruturada em cinco zonas seguras, com cláusulas de controle nacional, transferência de tecnologia e reinvestimento obrigatório.
 - A proposta inclui mecanismos jurídicos, financeiros e diplomáticos para garantir que o Brasil agregue valor e não apenas exporte minério.
 - O objetivo é transformar as terras raras em vetor de reindustrialização verde, geração de empregos qualificados e inserção soberana na nova economia global.
-

Eixos de Desenvolvimento Industrial Baseados em Terras Raras

1. Eletromobilidade e Transição Energética

Produtos finais:

- Motores elétricos de tração (ônibus, caminhões, utilitários, bicicletas)
- Geradores eólicos de ímã permanente

- Compressores e bombas de alta eficiência energética

Elementos críticos: Nd, Pr, Dy, Tb (ímãs NdFeB)

Empresas-âncora possíveis: WEG, Tupy, Marcopolo, Eletra, BYD, Siemens

Incentivos recomendados:

- Crédito BNDES "Verde com Conteúdo Local": taxa TJLP + 2% a.a. de spread, com 10 anos de prazo e bônus por percentual de ímã nacional.
 - Exigência de conteúdo local progressivo em leilões de mobilidade e energia eólica.
 - Compras públicas sustentáveis: preferência de 20% em licitações para motores de ímã permanente.
 - Incentivo fiscal: depreciação acelerada de bens de capital com NdFeB nacional.
-

2. Eletroeletrônicos e Equipamentos de Precisão

Produtos finais:

- Discos rígidos, microfones, alto-falantes premium
- Atuadores miniaturizados e sensores de precisão
- Equipamentos ópticos e laser

Elementos críticos: Nd, Pr, Sm, Eu, Tb, Y

Empresas-âncora: Positivo, Flextronics, Multilaser, Embraer (aviônica), Opto Eletrônica

Incentivos:

- Lei de TIC 2.0: crédito presumido de P&D vinculado à incorporação de terras raras nacionais.
 - Isenção temporária de II e PIS/COFINS para componentes com conteúdo local de terras raras.
 - FINEP InovaNano: linhas reembolsáveis para microdispositivos e sensores.
-

3. Indústria Química, Ambiental e de Processos

Produtos finais:

- Catalisadores de refino e automotivos (Ce, La)
- Polidores ópticos (CeO₂)
- Adsorventes e filtros industriais (La, Ce, Y)

Empresas-âncora: Oxiteno, Braskem, Petrobras, White Martins, 3M

Incentivos:

- Crédito fiscal em P&D Verde: dedução em dobro para projetos de substituição de metais raros importados.
- Fundo de inovação circular (FINEP + Embrapii): cofinanciamento de rotas limpas de separação e reciclagem.

- Regras de conteúdo reciclado em catalisadores e polidores.
-

4. Saúde e Biotecnologia

Produtos finais:

- Agentes de contraste para diagnóstico por imagem (Gd)
- Radioterapia e marcadores médicos (Y, Sm, Lu)
- Fármacos com metais traçadores

Empresas-âncora: Cristália, Eurofarma, Fiocruz, IBMP, CNEN

Incentivos:

- Fast-track regulatório pela Anvisa para produtos que usem terras raras nacionais.
 - Fundos de coinvestimento com Fiocruz e BNDES para produção de contraste e radioisótopos.
 - Regime de Ex-tarifário revertido: isenção para insumos enquanto houver P&D local.
-

5. Defesa e Aeroespacial

Produtos finais:

- Atuadores, radares, sensores IR, sistemas de guiagem
- Ímãs e ligas para propulsão e estabilização de satélites

Elementos críticos: Sm, Nd, Dy, Y, Gd

Empresas-âncora: SIATT, Avibras, Embraer Defesa, AEL Sistemas, IME, ITA

Incentivos:

- Créditos reembolsáveis Defesa Dual (MCTI/Defesa/BNDES)
 - Preferência nacional em compras de Defesa (Lei 12.598)
 - Proteção de PI e cláusulas de nacionalização gradual em contratos dual-use.
-

6. Reciclagem e Economia Circular

Produtos finais:

- Ímãs recuperados
- Óxidos e ligas regeneradas de e-lixo e motores
- Serviços de refino e desmagnetização

Empresas-âncora: Gerdau (metais), WEG, GM, Renault, cooperativas de reciclagem tecnológica

Incentivos:

- Créditos de carbono vinculados à recuperação de NdPr.
- ICMS verde: redução de até 90% para empresas que recuperem >50% dos metais.
- Obrigatoriedade de recolhimento (modelo europeu) para fabricantes de motores e eletrônicos.

7. Indústria Cultural e de Luxo

Produtos finais:

- Pigmentos, lasers e fósforos para iluminação LED, displays, instrumentos ópticos e joias high-tech.
- Cerâmicas técnicas e vidros especiais.

Elementos críticos: Eu, Tb, Y, Ce, La

Incentivos:

- Design Brasil Tech: P&D + propriedade intelectual compartilhada.
- Incentivo à exportação (drawback de 100%) para produtos finais de alto valor estético ou tecnológico.

Síntese Estratégica

Eixo	Horizonte	Valor Agregado	Empregos Qualificados	Potencial de Exportação
Mobilidade elétrica e eólica	Curto/Médio	Muito alto	5.000–8.000	Alto
Eletrônicos e sensores	Médio	Alto	4.000	Alto
Química e catalisadores	Curto	Médio	2.000	Médio
Saúde e biotecnologia	Médio	Alto	1.500	Médio
Defesa e aeroespacial	Médio/Longo	Altíssimo	1.000	Alto
Reciclagem	Curto	Médio	3.000	Médio
Cultural/luxo	Longo	Médio	800	Baixo/Médio

Onde as PMEs entram

Política Nacional de Terras Raras (PNTR) deixa de ser uma política de “grandes players” e passa a ser um **projeto nacional de industrialização distribuída**.

As pequenas e médias empresas (PMEs) podem ser os **nós vitais** que conectam os elos tecnológicos, regionais e de inovação da cadeia.

Vamos organizar isso por **setor**, mostrando:

- 1 onde as PMEs entram,
 - 2 que instrumentos as favorecem,
 - 3 e como articulá-las em *Arranjos Produtivos Digitais (APDs)* ou clusters.
-

1. ELETROMOBILIDADE & ENERGIA EÓLICA

Onde as PMEs entram:

- **Fabricação de componentes:** carcaças, eixos, sistemas de resfriamento, rolamentos, sensores, conectores e inversores de frequência.
- **Revestimentos e tratamentos térmicos** para ímãs e motores.
- **Serviços de retrofit** de motores convencionais para versões de ímã permanente.
- **Manutenção especializada** em motores elétricos de alto rendimento.

Instrumentos recomendados:

- **Linhas BNDES MPME Verde:** crédito simplificado até R\$ 20 milhões, garantido por FGI, com carência de 2 anos.
- **Vouchers tecnológicos Embrapii/SENAI:** até R\$ 500 mil para protótipos e certificações.
- **Rede de certificação descentralizada (Inmetro)** para testar torque, rendimento e curva BH.
- **Consórcios de exportação** com WEG, Marcopolo, Eletra — para PMEs fornecerem subconjuntos.

Cluster sugerido:

“Vale do Magneto” (MG-SP-SC) – integração de WEG e fornecedores de precisão (usinagem, eletrônica, materiais).

2. ELETRÔNICOS, SENSORIAIS E ÓPTICOS

Onde as PMEs entram:

- **Produção de atuadores, solenoides, sensores miniaturizados.**
- **Montagem de módulos e placas** com componentes magnéticos nacionais.
- **Design e encapsulamento** de componentes ópticos (LEDs, displays, microprojetores).
- **Impressão 3D de peças magnéticas bonded** para protótipos rápidos.

Instrumentos:

- **Lei da Informática 2.0:** abatimento fiscal escalonado (10%–30%) conforme uso de insumos nacionais e P&D local.
- **Parques Tecnológicos Regionais** com incubadoras dedicadas a eletrônica fina (Campinas, São José dos Campos, Recife).
- **Editais Finep Startups + Softex:** aceleração de 100 startups deeptech em terras raras até 2030.

Cluster:

“**Polo Sensorial Brasil**” – São Carlos / Campinas / Recife: PMEs em microeletrônica e óptica fina com universidades.

3. QUÍMICA E CATALISADORES

Onde as PMEs entram:

- **Formulação de pastas, suspensões e catalisadores sob medida** (Ce/La).
- **Serviços de regeneração de catalisadores usados.**
- **Polimento químico e ótico especializado.**
- **Desenvolvimento de aditivos e nanocompósitos.**

Instrumentos:

- **Linha Finep InovaNano:** financiamento 50/50 (público/empresa).
- **Crédito presumido de ICMS** para uso de terras raras nacionais em catalisadores.
- **Fundos setoriais (CT-Petro, CT-Verde Amarelo)** para incubar spin-offs de universidades.
- **Certificação Verde Química** (MMA/Inmetro) que aumenta competitividade exportadora.

Cluster:

“**Polo Catalítico Nordeste**” (BA–PE–CE) – integração com refinarias, parques químicos e laboratórios Senai Cimatec.

4. SAÚDE E BIOTECNOLOGIA

Onde as PMEs entram:

- **Startups de radiofármacos e contrastes** baseados em gadolínio (Gd).
- **Produção de nanopartículas para diagnóstico.**
- **Equipamentos médicos de imagem com componentes magnéticos.**
- **Laboratórios de calibração e serviços de esterilização.**

Instrumentos:

- **Editai MCTI-Saúde 4.0:** subvenção econômica até R\$ 2 milhões.
- **Fast-track Anvisa** para startups com certificação de boas práticas.
- **Fundos de investimento (BNDES Garagem / FIP Inova Saúde).**
- **Convênios Fiocruz e universidades federais** para testes clínicos.

Cluster:

“Biomagneto Brasil” (RJ-SP-MG) – integração entre universidades, Fiocruz e PMEs biomédicas.

5. DEFESA E AEROESPACIAL

Onde as PMEs entram:

- **Produção de atuadores e motores de precisão.**
- **Desenvolvimento de sensores IR e magnetômetros.**
- **Componentes para controle de voo, radares e drones.**
- **Recuperação e condicionamento de componentes críticos.**

Instrumentos:

- **Crédito Defesa Dual (MCTI/MD)** para PMEs até R\$ 15 milhões com garantia soberana.
- **Cláusula de subcontratação** obrigatória de PMEs em contratos estratégicos.
- **Isonção de IRPJ por 10 anos** para exportadores dual-use.
- **Parcerias com o Instituto Militar de Engenharia (IME) e ITA.**

Cluster:

“Polo Aeroespacial Sudeste” (São José dos Campos–Resende–RJ) com PMEs fornecendo para Embraer e Avibras.

6. RECICLAGEM E ECONOMIA CIRCULAR

Onde as PMEs entram:

- **Desmontagem de motores e equipamentos elétricos.**
- **Separação magnética e hidrometalurgia de scrap.**
- **Recuperação de NdPr de ímãs usados.**
- **Recondicionamento e revenda de ligas recicladas.**

Instrumentos:

- **Crédito ICMS Verde e Recicla+ Federal:** incentivos diretos por tonelada recuperada.

- **Consórcios municipais e cooperativas** de reciclagem tecnológica com apoio do BNDES Microcrédito.
- **Regime de "conteúdo reciclado obrigatório"** em produtos eletromecânicos públicos.
- **Parcerias SENAI-ReciclaTech** para treinamento técnico.

Cluster:

"Circular Sul-Sudeste" (SP-PR-RS) – reuso industrial com foco em logística reversa e certificação ESG.

7. DESIGN, CULTURA E LUXO TECNOLÓGICO

Onde as PMEs entram:

- **Design de luminárias LED, instrumentos ópticos, joias tecnológicas.**
- **Cerâmicas e vidros especiais com fósforos e pigmentos de terras raras.**
- **Estúdios de arte tecnológica (LED, laser, realidade aumentada).**

Instrumentos:

- **Programa DesignBrasil Tech** (MDIC/SEBRAE): apoio a branding e exportação criativa.
- **Créditos culturais (Lei Rouanet Tecnológica)** para empresas que usem elementos inovadores sustentáveis.
- **Hub Criativo com incubadoras Senai/SESC/Sebrae.**

Cluster:

"LumiArte Brasil" (SP-RS-MG) – artesanato tecnológico com elementos de alto valor agregado.

8. Instrumentos Transversais para as PMEs

Mecanismo	Descrição	Gestão
Arranjos Produtivos Digitais (APDs)	Plataformas regionais integrando PMEs, universidades e grandes empresas com coordenação digital (BNDES/MDIC)	MDIC + Embrapii
Fundo de Garantia de Inovação (FGI-Tech)	Garantia parcial de crédito para inovação até 80%	BNDES
Compras públicas inovadoras	Cotas de 20% dos editais federais para PMEs com tecnologia nacional	MDIC

Plataforma de certificação compartilhada	Laboratórios SENAI e universidades oferecem infraestrutura de testes	MCTI + Inmetro
Rede de Propriedade Intelectual Compartilhada (IP Commons)	Licenciamento cruzado entre startups e grandes empresas	INPI + Embrapii
Treinamento e requalificação	SENAI + IFs com cursos de metalurgia, química fina e design de produto	MEC + MDIC

Estratégia de Integração

1. Criar 5 Hubs Regionais PNTR:

Cada um com uma âncora (empresa grande), 10–20 PMEs e 3 ICTs, focado em produtos finais específicos.

2. Plataforma Digital PNTR+:

Marketplace industrial que conecta PMEs a compradores públicos e privados, mostrando rastreabilidade e conteúdo local.

3. Cadeia Financeira Integrada:

Uso de **créditos verdes, garantias públicas e fintechs industriais** para destravar crédito de giro.

4. Governança Local:

Comitês regionais de governança com representantes de PMEs, governos estaduais e universidades.

O papel do capital estrangeiro

A chave da questão⁰ consiste em atrair capital externo sem “entregar o minério” nem a inteligência industrial. Em outras palavras, deixar o estrangeiro financiar o CAPEX, mas o poder de decisão, tecnologia e agregação de valor ficam no Brasil.

Vamos estruturar isso em 5 zonas de entrada seguras para o capital externo, com instrumentos de controle e alinhamento de interesse.

1. ENTRADA CONTROLADA POR FASE DA CADEIA

A) Mineração e Beneficiamento (fase upstream)

 Modelo permitido: Joint venture minoritária ou contrato de fornecimento sob cotas e preço regulado.

Onde o capital estrangeiro pode entrar:

- Financiamento de infraestrutura (CAPEX de lavra, plantas piloto).
- Tecnologia de beneficiamento, lixiviação seletiva e tratamento de rejeitos.
- Garantia de compra de concentrado sob cláusulas de nacionalização parcial.

Condições soberanas:

- Controle mínimo de 51% nacional nas jazidas.
- Direito de preferência do Estado em toda cessão de controle.
- Obrigação de refino local de pelo menos 60% do concentrado exportável.
- Cláusula de transferência de tecnologia (ToT) para CNEN e universidades públicas.

Capital estrangeiro ideal:

- Japoneses e coreanos (Sumitomo, POSCO, SK Innovation),
 - Europeus com foco ESG (Umicore, BASF),
 - Fundos de infraestrutura "verdes".
-

B) Separação e Metalurgia (midstream crítico)

👉 Modelo permitido: Joint venture tecnológica com governança paritária.

Onde o capital estrangeiro pode entrar:

- Fornecimento de tecnologia de separação e purificação (solventes, íon exchange, membranas).
- Implantação de plantas metalúrgicas em consórcio com BNDESPar e empresas nacionais.
- Financiamento via project finance verde com contratos de offtake nacionais.

Condições soberanas:

- Majoritário brasileiro (mínimo 60%) ou controle estatal via golden share.
- Propriedade nacional da patente derivada de melhorias de processo.
- Vedação à exportação de óxidos sem autorização do CNPE/MDIC.
- Base de dados de processos e resíduos obrigatoriamente hospedada no Brasil.

Capital estrangeiro ideal:

- França (Solvay), Alemanha (Evonik), Coreia do Sul (Kumyang), Canadá (Neo Performance Materials).
 - Instituições multilaterais: Banco dos BRICS (NDB), AIIB, EIB.
-

C) Fabricação de Ímãs e Componentes (downstream)

👉 Modelo permitido: Parcerias industriais e tecnológicas, com joint ventures abertas e conteúdo local obrigatório.

Onde o capital estrangeiro pode entrar:

- Transferência de know-how em sinterização, difusão de Dy/Tb, metalurgia fina.
- Fornecimento de equipamentos de prensagem e metalurgia a pó.
- Co-investimento com WEG, Siemens, Tupy, Embraer, etc.

Condições soberanas:

- Produção em território nacional, sob regime ZPE Verde ou Repetro Industrial.
- Proibição de exportar ímãs sem projeto de integração produtiva no Brasil.
- Obrigação de formar técnicos e engenheiros locais (mínimo 1 brasileiro treinado por 1 estrangeiro).
- Transferência de dados de performance e curva BH para laboratórios nacionais.

Capital estrangeiro ideal:

- Empresas coreanas e japonesas (Shin-Etsu, Hitachi Metals, TDK),
 - Europeias (Vacuumschmelze, Arnold Magnetics).
 - Investidores de venture building industrial.
-

D) Produtos Finais e Aplicações (setores integradores)

👉 Modelo permitido: Acordos de codesenvolvimento e "joint R&D" com cláusulas de soberania tecnológica.

Onde o capital estrangeiro pode entrar:

- Montagem de motores, geradores, atuadores, sensores, catalisadores.
- Financiamento de fábricas regionais com conteúdo local e exportação integrada.

Condições soberanas:

- Patentes conjuntas com instituições nacionais.
- Reinvestimento obrigatório de parte do lucro (mínimo 20%) em P&D local.
- Política de exportação supervisionada pelo CNDI/MDIC.
- Programas de certificação de origem (Ímã BR).

Capital estrangeiro ideal:

- Fabricantes de EVs e eólicos (BYD, Vestas, Siemens Gamesa, Stellantis).
 - Parcerias BRICS (China, Índia, África do Sul) para mercados regionais.
-

E) Reciclagem e Circularidade

👉 Modelo permitido: Investimentos 100% estrangeiros com obrigação de reintegração no ciclo nacional.

Onde o capital estrangeiro pode entrar:

- Instalação de plantas de desmontagem, refino e reciclagem direta de ímãs.
- Desenvolvimento de tecnologia de separação de scrap e reaproveitamento.

Condições soberanas:

- Todo material recuperado deve ser reindustrializado em território brasileiro.
- Certificação de rastreabilidade ESG nacional.
- Proibição de exportar resíduos.

Capital estrangeiro ideal:

- Fundos ESG e empresas de reciclagem europeias e canadenses (Solvay, Lynas, Umicore).
 - Startups de economia circular com acordos de compartilhamento de dados.
-

Mecanismos de controle e soberania

Instrumento	Função	Órgão Gestor
Golden Share Pública	Veto estratégico em decisões de controle, exportação e transferência de tecnologia.	BNDESPar / União
Fundo de Terras Raras do Brasil (FTR-BR)	Investidor-âncora em JVs, mantendo 25–40% de equity nacional.	BNDES + fundos de pensão
Cláusula de “compra local mínima”	Exige que 60–70% dos insumos e subcomponentes venham do país.	MDIC
Requisitos de Conteúdo Tecnológico Local (CTL)	Percentual mínimo de engenharia e P&D feito no Brasil (ex. 30% do CAPEX em P&D local).	MCTI
Banco de Patentes Compartilhadas (IP Commons BRICS)	Centraliza e protege propriedade intelectual desenvolvida em parcerias.	INPI + MCTI
Autoridade Nacional de Terras Raras (ANTR)	Supervisiona contratos, licenças e exportações estratégicas.	CNPE + Casa Civil
Zonas de Processamento Industrial Verde (ZPIV)	Espaços onde capital estrangeiro entra com isenção fiscal, mas sob regras de reinvestimento e conteúdo local.	MDIC + Estados

Como montar uma política industrial

- Preferência de compras com metas graduais para sistemas (motores, compressores, bombas) — não apenas para materiais.
- Crédito: alongamento de prazo, carência vinculada a ramp-up técnico; equalização de juros atrelada a metas de eficiência energética e conteúdo reciclado.
- Tributação inteligente: drawback para insumos críticos na rampa + depreciação acelerada de CAPEX em separação/metalurgia + exigência de P&D local.
- Regulação & ESG: licenciamento “fast-track com responsabilidade” (matriz de risco radiológico, plano de Th), índice de circularidade obrigatório para grandes compradores.
- Garantia de demanda: leilões de eficiência (saneamento, HVAC público, iluminação com motores premium), e PPAs industriais para plantas eletrointensivas (separação).

Conjunto de Instrumentos Transversais

Tipo de Incentivo	Descrição	Órgão Gestor
Crédito Direcionado	BNDES Finem Verde e FINEP InovaTR, com juros TJLP + 2%, prazos de 10 anos	BNDES, FINEP
Fundo de Terras Raras (FTR-BR)	Equity público-privado para plantas de separação e ímãs	BNDESPar, fundos de pensão
Preferência Nacional	Margem de até 20% em licitações públicas	MDIC
Depreciação Acelerada	100% em 2 anos para bens de capital com terras raras nacionais	Receita Federal
P&D Obrigatório	1,5% da receita bruta reinvestido em C&T nacional	MCTI
Zonas de Desenvolvimento Integrado	Regime aduaneiro e fiscal simplificado (ZPEs verdes)	MDIC
Certificação ESG Mineral-Industrial	Benefícios fiscais progressivos conforme índice de circularidade	MMA / CNEN

Síntese Estratégica