Mineração e terras raras: O conhecimento do subsolo como fundamento da soberania no século XXI

Paulo Lopes

O Brasil foi moldado pela mineração, mas nunca decidiu seriamente o que fazer com essa herança. Entre a culpa seletiva, a ignorância técnica e a mediocridade política, seguimos tratando o subsolo como fonte de renda imediata, quando ele deveria ser entendido como fundamento de soberania, inteligência nacional e poder produtivo.

O brasileiro fala de mineração como quem fala de um incômodo inevitável: algo feio, útil e, de preferência, distante dos olhos. É uma visão pobre, preguiçosa e, acima de tudo, historicamente analfabeta. A mineração não foi um apêndice da formação nacional. Ela ajudou a organizar o território, deslocou o eixo do poder, estruturou fluxos econômicos, consolidou Minas Gerais como centro político e material da colônia e marcou profundamente a formação institucional do país. O Brasil não apenas teve mineração em sua história. O Brasil foi, em larga medida, construído por ela.

Mas essa constatação, por si só, não resolve nada. Porque também é verdade que a mineração brasileira nasceu sob o signo da deformação. O ciclo do ouro e dos diamantes não se converteu em um projeto nacional de desenvolvimento. Converteu-se, antes, em instrumento de arrecadação metropolitana, coerção fiscal e exploração baseada em escravidão. A riqueza extraída do solo brasileiro serviu, por séculos, muito mais para sustentar estruturas de poder do que para formar uma nação tecnicamente soberana. É esse o ponto que o debate brasileiro quase sempre erra: o problema nunca foi a existência da mineração, mas a incapacidade histórica de transformá-la em inteligência, indústria, ciência e autonomia.

A velha tragédia brasileira: extrair sem compreender

Desde o período colonial, o Brasil aprendeu muito cedo a arrancar riqueza da terra. O que nunca aprendeu plenamente foi a conhecê-la em profundidade. O país dominou a prática da extração antes de dominar a ciência do subsolo. E essa diferença, que pode parecer técnica demais para o gosto dos simplistas, é na verdade o coração do nosso atraso.

Uma nação não se torna poderosa apenas porque tem minério. Torna-se poderosa quando é capaz de interpretar geologicamente o seu território, formar especialistas, dominar cadeias de processamento, integrar ciência e produção, reduzir dependência externa e usar seus recursos naturais como base de um projeto de longo prazo. Sem isso, o subsolo continua sendo apenas uma paisagem rentável. E países que tratam sua riqueza mineral apenas como oportunidade comercial normalmente terminam ocupando, no sistema internacional, o velho lugar colonial: exportam bruto, importam caro e chamam isso de vocação.

É por isso que a conversa séria sobre mineração precisa começar muito antes da cava, muito antes da explosão, muito antes da planta de beneficiamento. Ela começa no conhecimento. Começa na leitura do terreno. Começa na capacidade de transformar o solo e a rocha em informação estratégica.

Ouro Preto e a tentativa de civilizar o subsolo

É exatamente nesse ponto que a fundação da Escola de Minas de Ouro Preto ganha um sentido muito maior do que o de um simples marco acadêmico. Quando D. Pedro II criou a Escola em 1876, sob a liderança de Claude-Henri Gorceix, o que estava em jogo não era apenas formar engenheiros. Era algo mais profundo: romper, ao menos em parte, com a velha mentalidade extrativa e inaugurar no Brasil uma cultura de investigação científica aplicada ao subsolo.

A escolha de Ouro Preto foi carregada de simbolismo. O antigo centro da mineração colonial, marcado pela opulência, pela violência e pela dependência, tornava-se também o lugar onde o país ensaiava uma mudança de patamar. Não bastava mais retirar riqueza da terra. Era preciso entendê-la. Não bastava mais explorar. Era preciso interpretar. Não bastava mais administrar a abundância mineral como fonte de receita. Era necessário formar uma elite técnica capaz de conhecer o território, estudar sua geologia, compreender seus minerais, avaliar seus limites físicos e transformar esse conhecimento em ação racional.

A Escola de Minas representou, portanto, um dos momentos mais lúcidos da história brasileira. Foi o instante em que o país pareceu perceber que soberania mineral não nasce da posse passiva de jazidas, mas da capacidade de conhecê-las, medi-las, classificá-las, testá-las, processá-las e integrá-las a um projeto nacional. O lema associado ao espírito de Gorceix, cum mente et malleo, com a mente e o martelo, resume isso com precisão admirável: pensar e tocar a rocha; unir teoria e prática; recusar o bacharelismo decorativo e construir inteligência material.

Essa lição continua atual de maneira quase humilhante. Porque, quase cento e cinquenta anos depois, o Brasil ainda oscila entre duas formas de estupidez: a estupidez ideológica de quem demoniza a mineração em abstrato e a estupidez interesseira de quem a defende sem exigir ciência, responsabilidade e valor agregado.

O século XXI recolocou o subsolo no centro do poder

Se no século XVIII o ouro ajudou a reorganizar a colônia, e no século XIX a Escola de Minas simbolizou a tentativa de compreender cientificamente o território, o século XXI recolocou o subsolo no centro da disputa global por um motivo ainda mais decisivo: a tecnologia contemporânea depende diretamente de minerais estratégicos.

É aqui que entram as terras raras, e é aqui que a conversa brasileira costuma se tornar ainda mais atrasada do que já era. As terras raras sustentam motores elétricos, turbinas eólicas, equipamentos médicos, sistemas de comunicação, tecnologias de defesa, circuitos eletrônicos avançados e, de forma crescente, a infraestrutura física que sustenta a digitalização e a inteligência artificial. Em outras palavras: o debate sobre minerais estratégicos deixou de ser apenas uma discussão de geólogos, engenheiros e investidores. Tornou-se uma discussão sobre soberania, poder industrial e posição geopolítica.

O nome “terras raras”, aliás, engana. Elas não são raras por inexistência. São difíceis por dispersão. Estão distribuídas na crosta terrestre, muitas vezes em baixos teores, o que torna sua concentração econômica um desafio complexo. E é justamente por isso que possuir ocorrência geológica não basta. O que define o valor estratégico de um depósito não é apenas a presença do elemento, mas a capacidade de identificar, compreender, avaliar, extrair, beneficiar, separar e integrar esse material a uma cadeia produtiva competitiva.

Em linguagem clara: não adianta ter o minério se você não sabe o que ele é, como ele se comporta, como separá-lo, como processá-lo e como transformá-lo em

manufatura de alto valor. Quem não controla essas etapas não controla a riqueza. Apenas a entrega.

Geociências, geotecnia e geologia: a parte invisível da soberania

É aqui que a geotecnia deixa de ser um assunto restrito à engenharia e passa a ocupar lugar central no debate nacional. Porque a geotecnia, no sentido mais profundo, é a ciência que permite ler o subsolo. Ela transforma terreno em informação. Avalia estabilidade, resistência, fraturamento, permeabilidade, comportamento dos maciços, condições para infraestrutura, riscos operacionais, viabilidade física de lavra, disposição de rejeitos, drenagem e segurança de estruturas. Sem ela, qualquer projeto mineral se aproxima mais da aposta do que da técnica.

A mineração séria não começa com a escavadeira. Começa com a interpretação do terreno. Começa quando solo e rocha deixam de ser obstáculo físico e passam a ser linguagem técnica. Antes de qualquer máquina operar, é preciso compreender como aquele ambiente geológico se comporta, o que suporta, o que ameaça, o que revela e o que limita. Cada decisão tomada nessa fase inicial repercute diretamente em custo, produtividade, vida útil do empreendimento, segurança operacional e viabilidade econômica.

Por isso, a geotecnia não é apenas uma etapa técnica. É ferramenta de planejamento de longo prazo. É uma forma de inteligência territorial. É a disciplina que impede que o país confunda presença mineral com riqueza imediatamente acessível. E, no caso das terras raras, isso é ainda mais importante, porque seus depósitos são resultado de histórias geológicas longas e complexas, envolvendo granitos, pegmatitos, ambientes hidrotermais, processos tectônicos, circulação de fluidos e transformações que se desenrolaram ao longo de milhões de anos. Não existe acaso numa jazida. Existe história geológica. E interpretá-la corretamente é o que separa ciência de chute.

A rocha precisa ser lida antes de ser vendida

Essa interpretação do subsolo não é feita por adivinhação nem por entusiasmo comercial. Ela depende de investigação. Sondagens, perfurações rotativas, métodos roto-percussivos, trados, testemunhos, geofísica, georadar, sísmica rasa, sensoriamento remoto, modelagem tridimensional, análises laboratoriais, controle de amostragem e integração de dados. Cada furo de sonda é uma leitura vertical do terreno. Cada testemunho é uma página arrancada da história da terra. Cada análise

bem conduzida reduz incerteza, elimina suposição e transforma especulação em conhecimento técnico.

Essa é uma das maiores revoluções silenciosas da mineração contemporânea: a passagem da mineração baseada em tentativa para a mineração baseada em interpretação. O subsolo pode hoje ser estudado com precisão crescente antes mesmo do avanço físico da lavra. Isso reduz risco, melhora previsibilidade, evita erros de projeto, orienta investimento e aumenta eficiência. Em termos estratégicos, significa substituir a dependência da sorte pela dependência do conhecimento. E esta é uma troca que todo país sério deveria desejar.

A amostragem e a análise também assumem papel decisivo. Não basta coletar material; é preciso coletá-lo corretamente. Uma amostra mal obtida, contaminada, mal localizada ou mal interpretada compromete o projeto inteiro. Nos laboratórios, técnicas analíticas como fluorescência de raios X, espectrometria e outros métodos avançados não produzem apenas informação científica. Produzem base para decisões econômicas, planejamento industrial, concessão mineral, política pública e posicionamento estratégico. Dados geológicos e geotécnicos, nesse contexto, deixam de ser simples apoio técnico e passam a ser instrumentos de poder.

Mineralogia e processamento: o verdadeiro valor não está só no depósito

Há outra ilusão muito brasileira que precisa ser desmontada. A de que localizar o minério equivale a dominar sua riqueza. Não equivale.

Um depósito mineral só se torna verdadeiramente estratégico quando o país compreende como seus minerais se organizam, como respondem aos processos de separação, quais propriedades químicas e físicas apresentam, quais rotas de beneficiamento exigem, quais limitações impõem e em que aplicações industriais podem ser inseridos. Em outras palavras: localizar o minério é apenas o primeiro passo. O valor real está no comportamento da matéria ao longo da cadeia.

Essa questão é especialmente relevante no caso das terras raras. Sua importância não decorre apenas da presença geológica, mas da capacidade de processamento. Quem domina a separação química, purificação, refino, metalurgia e manufatura de produtos avançados controla o valor agregado. Quem não domina isso exporta potencial e importa tecnologia. O minério sai bruto e retorna caro, incorporado em equipamentos, sistemas e capacidade industrial estrangeira.

Aí está uma das grandes humilhações históricas do Brasil: ainda agimos, muitas vezes, como se o auge da inteligência econômica fosse comemorar o volume

exportado. Como se tonelagem fosse sinônimo de poder. Não é. Poder mineral, no século XXI, depende de controle sobre a cadeia. E cadeia controlada exige geologia, geotecnia, mineralogia, engenharia, química, metalurgia, logística, regulação eficiente, financiamento inteligente e estratégia de Estado.

Sem controle tecnológico, não há projeto mineral maduro

A mineração também não termina quando o depósito é identificado. Ela altera o terreno, gera rejeitos, exige drenagem, impõe estruturas, modifica tensões, demanda pilhas de estéril, barragens ou alternativas de disposição, requer estabilidade ao longo de toda a vida útil do empreendimento. Sem controle geotécnico adequado, uma jazida promissora pode se tornar inviável antes de alcançar maturidade produtiva. O planejamento geotécnico, portanto, acompanha o projeto do começo ao fim. Não é acessório. É fundamento.

Essa constatação também desmoraliza dois discursos opostos e igualmente simplistas. O primeiro é o discurso da mineração como uma agressão inevitável e irracional. O segundo é o discurso da mineração como atividade quase automática, que se resolveria apenas com licença, equipamento e capital. Ambos ignoram o papel do conhecimento técnico na redução de risco, no aumento da segurança e na construção de uma exploração economicamente racional e ambientalmente mais controlada.

A alternativa adulta não é abandonar a mineração, nem celebrá-la de forma irresponsável. É elevá-la de patamar.

A lição que Ouro Preto nos deixou e o Brasil insiste em desperdiçar

A fundação da Escola de Minas de Ouro Preto foi, em essência, um aviso histórico. Um país mineralmente privilegiado só deixa de ser colônia quando transforma o conhecimento do subsolo em instrumento de soberania. Essa lição, que no fim do século XIX se apresentava como necessidade de mapear, estudar e formar engenheiros, hoje se reapresenta com urgência ampliada. No mundo das terras raras, da transição energética, da inteligência artificial, da disputa tecnológica e da reorganização geopolítica, conhecer o subsolo não é apenas uma vantagem técnica. É requisito de poder nacional.

O Brasil, infelizmente, ainda parece resistir a essa evidência. Uma parte do debate público continua moralizando a mineração sem compreendê-la. Outra parte continua

defendendo a atividade sem formular exigência de densidade tecnológica, agregação de valor ou soberania produtiva. Resultado: seguimos presos entre a culpa e o improviso. Entre a retórica e a dependência. Entre a riqueza potencial e a pobreza estratégica.

Uma visão séria sobre mineração deveria partir de premissas simples. O país precisa conhecer melhor seu território. Precisa investir pesadamente em geologia, geotecnia, mineralogia, metalurgia, beneficiamento, separação química, sensoriamento, modelagem e formação de quadros. Precisa fortalecer a inteligência técnica do Estado sem cair no estatismo ineficiente. Precisa garantir segurança jurídica sem tolerar a captura regulatória. Precisa licenciar com rigor técnico, fiscalizar com competência, punir dano real e, ao mesmo tempo, criar ambiente para inovação, industrialização e processamento mineral avançado.

O Brasil precisa deixar de tratar o subsolo como sorte geológica e passar a tratá-lo como sistema de conhecimento.

O verdadeiro debate sobre mineração é um debate sobre soberania

No fim das contas, é isso que muita gente não está preparada para ouvir. Mineração não é apenas economia. Não é apenas exportação. Não é apenas arrecadação. Mineração, no século XXI, é política de poder. É domínio sobre matérias que sustentam tecnologia, defesa, energia, infraestrutura e digitalização. É a capacidade de transformar a natureza em estratégia. É a diferença entre ser fornecedor disciplinado de matéria-prima e ser uma nação capaz de decidir seu lugar no mundo.

A geotecnia, nesse cenário, aparece como uma das bases invisíveis da soberania moderna. Porque é ela que organiza o território, traduz o subsolo em dados, orienta escolhas, reduz incerteza, permite planejamento e sustenta, com rigor físico, decisões que depois serão econômicas, industriais e políticas. O solo e a rocha, lidos corretamente, deixam de ser apenas matéria. Tornam-se poder.

A Escola de Minas de Ouro Preto entendeu isso antes de quase todo mundo no Brasil. Entendeu que conhecimento técnico não é luxo acadêmico, mas condição para que a riqueza mineral deixe de ser maldição colonial e se converta em fundamento de grandeza nacional. O século XXI apenas radicalizou essa verdade. Hoje, quem domina o conhecimento do subsolo não controla apenas jazidas. Controla cadeias tecnológicas, influência industrial e margens reais de autonomia.

Por isso, a pergunta correta nunca foi se devemos minerar. A história, a geologia e a realidade material do mundo moderno já responderam essa questão. A pergunta correta é outra: o Brasil finalmente usará sua riqueza mineral para construir soberania técnica, densidade produtiva e poder estratégico, ou continuará celebrando exportação primária enquanto compra, a preços altos, a tecnologia que poderia ajudar a produzir?

Porque o escândalo brasileiro não é ter mineração. O escândalo brasileiro é continuar sentado sobre riqueza geológica, tradição técnica, memória institucional e potencial industrial, e ainda assim agir como um país que não decidiu se quer compreender o próprio subsolo ou apenas entregá-lo, mais uma vez, ao futuro dos outros.