

O que parece uma simples pedra pode guardar a história profunda do nosso planeta. Numa rocha repousam milhões de anos de pressão, calor, erosão, transformação química, silêncio geológico e memória terrestre. Antes de ser matéria de construção, ornamento, mineral crítico ou recurso económico, a pedra é arquivo natural. Cada camada, cada cristal, cada fratura e cada cor contam uma parte da evolução da Terra, revelando climas antigos, movimentos tectónicos, oceanos desaparecidos, vulcões extintos e paisagens que já não existem. A pedra é, por isso, mais do que matéria inerte: é testemunho do tempo.

Contudo, a pedra não pertence apenas ao passado. Ela participa ativamente na construção do futuro. Está nas casas, nas estradas, nas pontes, nos hospitais, nas escolas, nos monumentos, nas tecnologias digitais, nas baterias, nas turbinas eólicas, nos painéis solares, nos equipamentos médicos e nos dispositivos que sustentam a transição energética. A exploração de pedras, rochas e minerais tornou-se, assim, uma das questões centrais do século XXI: como retirar da Terra os materiais de que precisamos sem destruir os ecossistemas que nos sustentam?

A geologia ensina-nos que os recursos minerais não são infinitos à escala humana. Embora a Terra continue a formar rochas, os processos geológicos decorrem em escalas de tempo muito superiores às necessidades económicas e tecnológicas da sociedade contemporânea. A procura global por recursos naturais continua a aumentar e, segundo o Global Resources Outlook 2024 do Programa das Nações Unidas para o Ambiente, sem uma mudança profunda nos modelos de produção e consumo, a extração global de recursos poderá crescer cerca de 60% até 2060, agravando impactos ambientais, perda de biodiversidade e pressões climáticas. Este dado obriga-nos a olhar para a exploração de pedras e minerais com responsabilidade intergeracional.

A exploração de pedra natural, como mármore, granito, calcário, basalto ou xisto, tem uma longa relação com a civilização humana. As cidades antigas foram erguidas em pedra; os monumentos resistiram ao tempo graças à pedra; a arquitetura deu identidade aos territórios através da pedra local. Em Portugal, a pedra tem também valor cultural, patrimonial e económico, desde o calcário à calçada portuguesa, do granito do Norte ao mármore alentejano, sem esquecer o basalto e a geologia vulcânica das ilhas. Na Madeira, a pedra vulcânica é parte da paisagem, da memória e da identidade insular, recordando que a terra habitada é também terra formada pelo fogo, pelo mar e pelo tempo.

Mas a exploração de pedreiras e recursos minerais envolve riscos ambientais e sociais. A extração pode provocar alteração da paisagem, poeiras, ruído, consumo de água, perda de solo, fragmentação de habitats e produção de resíduos. Tazzini, Gambino, Casale e Dino (2024) destacam que a indústria da pedra ornamental, particularmente no caso do mármore, gera quantidades significativas de resíduos, incluindo fragmentos de rocha e lamas de processamento, defendendo a necessidade de estratégias de economia circular para transformar desperdício em recurso. Esta perspectiva é essencial: uma pedra mal aproveitada torna-se resíduo; uma pedra reintegrada torna-se valor.

A economia circular surge, neste contexto, como uma nova ética da matéria. Em vez de extrair, usar e descartar, importa extrair menos, usar melhor, reutilizar mais e reciclar de forma inteligente. Os resíduos de pedra podem ser aplicados em materiais de construção, agregados, pavimentos, argamassas, betões, enchimentos geotécnicos, design, arte urbana e soluções paisagísticas. Lohar et al. (2025) sublinham que o reaproveitamento de resíduos da indústria da pedra dimensional em aplicações geotécnicas pode reduzir impactos ambientais e responder à crescente procura por materiais alternativos. Assim, o futuro da pedra não está apenas na pedreira, mas também na capacidade de reimaginar aquilo que antes era descartado.

A construção civil é uma das áreas onde esta transformação torna-se mais urgente. O setor consome grandes quantidades de agregados naturais e gera elevados volumes de resíduos de construção e demolição. Bonifazi et al. (2025) referem que a reciclagem destes resíduos, apoiada por tecnologias emergentes como triagem inteligente e sistemas de apoio à decisão, pode melhorar a eficiência da gestão de materiais e reduzir a deposição em aterro. Neste sentido, as pedras que ontem formaram edifícios podem amanhã regressar à cidade sob a forma de novos materiais, prolongando o seu ciclo de vida e reduzindo a pressão sobre os recursos naturais.

A exploração de pedras e minerais ganhou ainda maior relevância com a transição energética. A sociedade quer descarbonizar, eletrificar transportes, produzir energia renovável e digitalizar serviços, mas todas estas ambições dependem de minerais críticos. Cobre, lítio, níquel, cobalto, grafite e terras raras são fundamentais para baterias, redes elétricas, veículos elétricos, turbinas e tecnologias limpas. A Agência Internacional de Energia, no Global Critical Minerals Outlook 2025, salienta que estes minerais são indispensáveis para a transição energética, mas alerta para riscos de concentração da oferta,

dependência geopolítica e necessidade de cadeias de abastecimento mais resilientes.

Esta realidade cria uma tensão moral: para proteger o clima, precisamos de minerais; mas para obter minerais, podemos ferir territórios, comunidades e ecossistemas. Carr-Wilson, Pattanayak e Weinthal (2024), numa revisão sistemática sobre mineração de minerais críticos, identificam riscos ambientais, sociais e de gestão associados à expansão da exploração mineral, incluindo conflitos sociais, impactos ecológicos e desafios de justiça ambiental. A transição verde, portanto, não será verdadeiramente sustentável se repetir os erros extrativos do passado. Não basta substituir petróleo por lítio, carvão por cobre ou combustíveis fósseis por terras raras. É necessário mudar a lógica de exploração.

A União Europeia tem procurado responder a este desafio através do Regulamento das Matérias-Primas Críticas, que pretende assegurar acesso seguro e sustentável a matérias-primas essenciais para os objetivos climáticos, digitais, aeroespaciais e de defesa até 2030. Esta estratégia mostra que a pedra, o minério e o subsolo deixaram de ser apenas assuntos de geologia ou indústria: tornaram-se temas de soberania, segurança económica, inovação tecnológica e política pública. Quem controla os recursos, controla parte do futuro.

Ainda assim, a resposta não pode ser apenas extrair mais. A resposta deve ser extrair melhor, consumir menos, reparar mais, reciclar mais e desenhar produtos com maior durabilidade. A verdadeira inovação não está apenas em descobrir novas jazidas, mas em reduzir a dependência da extração primária. A mineração urbana, recuperação de materiais a partir de edifícios, equipamentos eletrónicos, resíduos industriais e infraestruturas antigas, poderá tornar-se uma das grandes áreas do futuro. As cidades são, de certo modo, novas pedreiras: nelas existem metais, vidro, betão, pedra, cerâmica e minerais já extraídos, esperando nova utilização.

A exploração de pedras deve, por isso, obedecer a uma visão integrada. Primeiro, avaliação científica rigorosa dos recursos e impactos ambientais. Segundo, licenciamento transparente e participado. Terceiro, proteção das comunidades locais. Quarto, reabilitação paisagística das pedreiras após exploração. Quinto, valorização dos resíduos. Sexto, inovação tecnológica para reduzir poeiras, ruído, consumo de água e energia. Sétimo, rastreabilidade dos materiais. O futuro da pedra não pode ser construído contra a natureza, mas com ela.

Neste percurso, a educação científica é fundamental. Uma pedra nas mãos de uma criança pode ser apenas um objeto encontrado no chão; nas mãos de um geólogo, é memória da

Terra; nas mãos de um arquiteto, é matéria de projeto; nas mãos de um engenheiro, é estrutura; nas mãos de um artista, é expressão; nas mãos de uma comunidade, é identidade; nas mãos de uma economia irresponsável, pode tornar-se ferida ambiental. Tudo depende do olhar, do conhecimento e da ética com que a sociedade se aproxima da matéria.

A pedra ensina-nos uma lição de humildade. Ela lembra que o planeta não começou connosco e não terminará connosco. A humanidade habita uma camada muito breve da história geológica, mas tem hoje poder suficiente para alterar paisagens, rios, montanhas e equilíbrios ecológicos. Por isso, explorar pedras não deve significar apenas retirar valor da Terra; deve significar, ou seja, compreender a responsabilidade de tocar aquilo que demorou milhões de anos a formar-se.

O futuro será construído com materiais. Mas também terá de ser construído com prudência. As pedras podem erguer casas, pontes e tecnologias; podem guardar memórias, identidades e património; podem alimentar a inovação e a transição energética. Porém, só serão verdadeiramente materiais do futuro se forem exploradas com ciência, circularidade, justiça e respeito ao meio ambiente. Porque uma pedra nunca é apenas uma pedra. É tempo condensado, natureza transformada e possibilidade de futuro.

Referências bibliográficas

Bonifazi, G., Palmieri, R., & Serranti, S. (2025). Current trends and challenges in construction and demolition waste recycling: Technologies, circular economy and future perspectives. Cleaner Waste Systems.

Carr-Wilson, S., Pattanayak, S. K., & Weinthal, E. (2024). Critical mineral mining in the energy transition: A systematic review of environmental, social, and governance risks and opportunities. Energy Research & Social Science, 116, 103672. DOI: 10.1016/j.erss.2024.103672

European Commission. (2024). Critical Raw Materials Act. European Commission.

International Energy Agency. (2025). Global Critical Minerals Outlook 2025. IEA.

Lohar, J., et al. (2025). Beneficial use of dimensional stone industry wastes in geotechnical fills: Opportunities and challenges. Resources, Conservation and Recycling.

Tazzini, A., Gambino, F., Casale, M., & Dino, G. A. (2024). Managing marble quarry waste: Opportunities and challenges for circular economy implementation. *Sustainability*, 16(7), 3056. DOI: 10.3390 /su16073056

United Nations Environment Programme. (2024). *Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend — Pathways to a liveable planet as resource use spikes*. UNEP.