The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

A mineração desmata mais do que a mina — a perda florestal escondida em redor da extração

Um estudo na Nature com 16 627 aglomerados mineiros na África subsaariana conclui que a mineração em florestas densas causou cerca de 187 000 hectares de desflorestação direta entre 2001 e 2020, mas a história maior está fora da pegada. Em comparação com áreas sem mineração, a desflorestação era 8 pontos superior numa escala de 0 a 100 num raio de 1 km após dez anos, e os efeitos persistiam até 20 km. Em média, cada hectare diretamente desmatado por uma mina esteve associado a 33,9 hectares adicionais de perda florestal offsite em cinco anos. Isso não significa que a transição energética seja má. Significa que as cadeias de minerais têm geografia e que os seus custos florestais são muitas vezes maiores do que a cava.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Mining triggers extensive additional deforestation in sub-Saharan Africa*, Oscar Morton, Christopher G. Bousfield, Prince Dégny Valé, Ieuan Lamb, Victor Maus, Robert G. Bryant, and David P. Edwards, Nature (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10551-2

A pegada não é apenas o buraco na floresta

Uma mina tem uma forma óbvia. Uma cava, uma barragem de rejeitados, uma escombreira, uma estrada aberta na floresta. São marcas que um satélite consegue ver e que um regulador consegue desenhar num mapa.

Mas a extração também altera a terra à sua volta. Chegam pessoas. As estradas tornam a floresta mais acessível. Crescem povoações. Expande-se a agricultura. Uma mina não é apenas uma cicatriz no mapa; pode tornar-se um novo centro de gravidade.

Um artigo na *Nature* quantifica essa diferença na África subsaariana. Os autores estimam a desflorestação diretamente causada pela mineração em florestas densas entre 2001 e 2020 e depois perguntam quanta perda adicional de floresta aparece em redor das minas, em comparação com locais semelhantes que ainda não tinham sido explorados. A conclusão é simples e desconfortável: a pegada direta da mina é apenas a parte visível.

Uma imagem Landsat em cor natural mostra marcas de mineração de ouro industrial e artesanal no cinturão aurífero de Ashanti, no Gana. O estudo discutido aqui pergunta até que ponto a perda de floresta associada à mineração se estende para além da própria pegada da mina.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

É um resultado útil para a política climática e de biodiversidade porque mantém duas ideias no mesmo enquadramento. A infraestrutura moderna e a transição energética precisam de minerais. Mas os minerais não vêm do nada. A pergunta limpa não é se a mineração é boa ou má num slogan. É se o custo florestal total está a ser medido com honestidade.

O que fizeram os autores

O estudo combina dados de floresta e uso do solo à escala continental com um desenho de inferência causal. Os autores mapearam **16 627 aglomerados mineiros** em áreas florestais da África subsaariana entre 2001 e 2020. Separaram dois tipos de perda florestal.

O primeiro é a **desflorestação diretamente causada pela mineração**: abate dentro da própria pegada da mina, incluindo cavas, barragens de rejeitados, escombreiras, poços e outras estruturas diretamente associadas à operação mineira.

O segundo é a **desflorestação fora do local** (*offsite*): perda de floresta em redor da mina que não é a própria cava, mas pode ser desencadeada pela instalação da mina através de atividades auxiliares — agricultura, povoações, estradas e outros acessos.

Para estimar esta segunda parte, os autores usaram um modelo de diferenças-em-diferenças. Em linguagem simples, compararam a perda de floresta em redor das minas antes e depois do início da exploração com a perda em lugares semelhantes que ainda não tinham sido explorados. Depois analisaram anéis concêntricos a partir do centro da mina: até 1 km, 1–5 km, 5–10 km e 10–20 km.

Este desenho importa porque o artigo não está simplesmente a contar perda de floresta perto de minas. Tenta estimar perda *adicional atribuível à instalação da mina*, comparada com a tendência contrafactual em áreas sem exploração.

O que encontraram

A perda direta causada pela mineração foi grande. Nas florestas densas da África subsaariana, os autores estimam **187 070 hectares** de desflorestação diretamente induzida pela mineração entre 2001 e 2020. República Democrática do Congo, Gana e Costa do Marfim representaram em conjunto **45%** dessa perda direta.

A perda em redor foi maior do que a pegada. Depois de uma mina ser instalada, a desflorestação acumulada num raio de 1 km era, ao fim de dez anos, **8 pontos superior numa escala de 0 a 100** à das áreas sem mineração. Trata-se de uma diferença absoluta na taxa de desflorestação, não de um aumento relativo de 8%. O efeito enfraquecia com a distância, mas não desaparecia: ao fim de dez anos, o estudo estima diferenças adicionais de 3,6 pontos entre 1–5 km, 1,9 pontos entre 5–10 km e 1,1 pontos entre 10–20 km.

Estes números são específicos de dez anos. Não são perdas imediatas.

A razão entre perda fora do local e perda direta foi impressionante. Num cálculo separado, os autores estimam que, por cada hectare desflorestado diretamente pela pegada mineira, se perderam em média mais **33,9 hectares** de floresta densa fora do local num prazo de cinco anos. A maior parte dessa perda adicional foi associada à expansão agrícola desencadeada pela instalação das minas, com expansão das povoações também importante e estradas a representar uma parcela menor na decomposição apresentada.

Este número também é específico de um horizonte temporal: é uma razão offsite/direta a cinco anos. Não deve ser misturado com os efeitos a dez anos na escala de 0 a 100.

O efeito não foi igual em todo o lado. O estudo assinala preocupação particular com a República Democrática do Congo, por combinar uma grande pegada mineira direta com grande perda adicional fora do local. Outros países apresentaram impactos offsite relativos elevados, mas pegadas diretas menores. Ao nível das matérias-primas, as minas de cobalto e cobre — minerais centrais para baterias, infraestruturas elétricas e transição energética — produziram a maior desflorestação adicional total nas estimativas do estudo.

Porque importa a parte fora do local

A avaliação ambiental começa frequentemente na fronteira direta do projeto. É compreensível. A cava é visível, a licença tem um perímetro e uma empresa pode descrever a infraestrutura que pretende construir.

Mas as florestas não respondem apenas a fronteiras jurídicas. Respondem a acessos e incentivos. Uma mina pode trazer estradas, trabalhadores, dinheiro, povoações e procura de alimentos. Isso pode transformar floresta próxima em terreno mais fácil, mais rentável ou mais necessário de desmatar.

É por isso que a ideia mais forte do artigo não é um único número. É a distinção entre perda **direta** e perda **desencadeada**.

Se uma cadeia de abastecimento contar apenas a pegada da mina, poderá subestimar a mudança de uso do solo causada pela extração. Se uma avaliação de impacto ambiental parar na fronteira da concessão, poderá ignorar a perda florestal que o projeto ajuda a tornar provável. E se um produto for comercializado como limpo porque apoia energia renovável, isso não torna automaticamente limpa a sua cadeia material.

O que isto *não* prova

- **Não** mostra que a transição energética seja má. Mostra que minerais usados em infraestruturas modernas, incluindo minerais da transição energética, podem ter custos elevados de uso do solo.
- **Não** significa que cada mina provoque exatamente 33,9 hectares de perda offsite por hectare de perda direta. É uma estimativa média num grande conjunto de aglomerados mineiros, não uma previsão para um projeto específico.
- **Não** prova que cada árvore perdida perto de uma mina tenha sido cortada por causa dessa mina. O estudo usa um desenho quasi-experimental para estimar perda adicional à escala populacional.
- **Não** atribui responsabilidade a empresas, licenças ou compradores individuais. Isso exigiria rastreio ao nível do projeto para além deste artigo.
- **Não** cobre todos os impactos da mineração. Poluição da água, condições laborais, fragmentação

da biodiversidade, conflitos de direitos e deslocação social estão fora da medição principal de perda florestal.
- **Não** cobre o mundo inteiro. A análise concentra-se em florestas densas da África subsaariana.

Quão forte é a evidência?

Para a estimativa de desflorestação direta, a evidência é forte à escala continental. O estudo usa conjuntos de dados publicados sobre uso do solo e cobertura florestal para identificar perda de floresta diretamente associada a estruturas mineiras.

Para a perda offsite adicional, a evidência também é substancial, mas baseada em modelo. Diferenças-em-diferenças é uma abordagem desenhada para estimar efeitos causais a partir de dados observacionais, sobretudo quando experiências aleatorizadas são impossíveis. Os autores usam métodos recentes robustos a heterogeneidade e testam a robustez com estimadores alternativos. É boa prática.

Ainda assim, o resultado deve ser lido à escala certa. O artigo é forte evidência de que a instalação de minas está associada a desflorestação adicional para além da pegada mineira no sistema estudado. Não é uma confissão por satélite de cada árvore individual.

A leitura pública mais útil, portanto, não é pânico nem desvalorização. É disciplina de medição: se a mineração abre uma paisagem, a avaliação de impacto deve olhar para além da vedação.

Porque é importante

A expressão «energia limpa» pode esconder um mundo material. Painéis solares, baterias, linhas de transmissão, veículos elétricos e centros de dados precisam todos de materiais extraídos. Alguns vêm de regiões com florestas e biodiversidade de importância global.

Isso não torna a descarbonização um erro. A alternativa — continuar dependente de combustíveis fósseis — tem também custos enormes sobre terra, ar, água e clima. Mas significa que uma transição pode ser mais limpa do que o sistema fóssil e, ainda assim, não ser limpa por defeito.

O valor deste artigo é tornar mais difícil ignorar a geografia escondida. Diz: não conte apenas a cava. Conte as alterações florestais em redor. Conte estradas, campos agrícolas e povoações que seguem a extração. Inclua a desflorestação fora do local nas avaliações de impacto ambiental, nas alegações de ausência de perda líquida e nas cadeias de abastecimento «zero desflorestação».

É uma história mais adulta do que «minerais verdes são bons» ou «minerais verdes são maus». É: a base material da transição tem consequências, e essas consequências precisam de ser visíveis antes de a cadeia de abastecimento se chamar limpa.

Resumo claro

Um estudo na *Nature* analisou 16 627 aglomerados mineiros em florestas densas da África subsaariana entre 2001 e 2020. Estima **187 070 hectares** de desflorestação diretamente causada pela mineração, por estruturas como cavas, barragens de rejeitados e escombreiras. Usando diferenças-em-diferenças, os autores estimam também desflorestação adicional em redor das minas em comparação com áreas não exploradas: após dez anos, a desflorestação acumulada era **8 pontos superior numa escala de 0 a 100** até 1 km e mantinha-se elevada até 20 km. Num cálculo separado a cinco anos, cada hectare de desflorestação mineira direta estava associado, em média, a **33,9 hectares** adicionais de perda de floresta densa fora do local, sobretudo através da expansão agrícola e das povoações. Minas de cobalto e cobre contribuíram para a maior desflorestação adicional total do estudo. O resultado não mostra que a transição energética seja má. Mostra que as cadeias de minerais têm custos de uso do solo que se estendem para além da pegada mineira.

Verificação sem exageros

O que o artigo mostra: A mineração em florestas densas da África subsaariana causou perda florestal direta substancial entre 2001 e 2020; a instalação de minas foi seguida por desflorestação adicional em redor em comparação com áreas não exploradas; a perda fora do local pode exceder muito a pegada direta; e alguns minerais da transição energética estão associados a elevada desflorestação adicional total neste conjunto de dados.

O que é plausível, mas não está provado: Que muitas minas individuais tenham impactos offsite superiores ao que as fronteiras das licenças sugerem; que avaliações de impacto e regras de cadeia de abastecimento mais rigorosas possam reduzir parte desta perda; que efeitos escondidos semelhantes sejam relevantes noutras regiões mineiras tropicais.

O que não mostra: Que toda a mineração seja igualmente danosa; que cada evento de perda de floresta próximo seja causado por uma mina específica; que a transição energética seja má; que empresas ou compradores individuais sejam responsáveis por perdas concretas sem rastreio ao nível do projeto; ou que a perda florestal seja o único custo ambiental ou social importante.

Principais limitações: Inferência causal observacional, não evidência aleatorizada; estimativas à escala continental, não atribuição a projetos específicos; foco em florestas densas da África subsaariana; efeitos diretos e offsite dependem da qualidade dos dados, deteção das minas e pressupostos do modelo.

Quanta confiança deve ter um leitor geral? Confiança elevada de que a desflorestação direta pela mineração na região estudada é substancial. Boa confiança de que a instalação de minas está ligada a desflorestação offsite adicional à escala populacional. Menor confiança em aplicar a razão média de 33,9:1 a uma mina específica. A atitude adequada: as cadeias de minerais podem ser necessárias e, ainda assim, precisam de contabilização honesta para além da cava.

Fontes

Nature (2026)
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10551-2

White Rose Research Online — published version
https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/241799/

Processed outputs and analysis code — GitHub
https://github.com/OMorton/AFR_MiningForestLoss

Post-deforestation land-use dataset — Zenodo
https://doi.org/10.5281/zenodo.11065705