



The CLEAN PAPER

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

A mineração derruba mais do que a mina — a perda florestal oculta ao redor da extração

Um estudo da Nature com 16.627 agrupamentos de minas na África subsaariana conclui que a mineração em florestas densas causou cerca de 187.000 hectares de desmatamento direto de 2001 a 2020, mas a história maior está fora do local da mina. Em comparação com áreas não mineradas, o desmatamento foi 8 pontos mais alto numa escala de 0 a 100 dentro de 1 km de uma mina depois de dez anos, e os efeitos persistiram até 20 km. Em média, cada hectare derrubado diretamente por uma mina esteve associado a 33,9 hectares adicionais de perda florestal fora do local em cinco anos. Isso não significa que a transição energética seja ruim. Significa que cadeias minerais têm geografia, e seus custos florestais muitas vezes são maiores que a cava.

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

Paper: *Mining triggers extensive additional deforestation in sub-Saharan Africa*, Oscar Morton, Christopher G. Bousfield, Prince Dégné 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 só o buraco na floresta

Uma mina tem uma forma óbvia. Uma cava, uma barragem de rejeitos, uma pilha de estéril, uma estrada aberta na floresta. Essas são as marcas que um satélite consegue ver e que um regulador consegue desenhar em volta.

Mas a extração também muda a terra ao redor. Pessoas chegam. Estradas tornam a floresta mais fácil de alcançar. Assentamentos crescem. A agricultura se expande. Uma mina não é apenas uma cicatriz no mapa; pode se tornar um novo centro de gravidade.

Um artigo da Nature põe números nessa diferença na África subsaariana. Os autores estimam o desmatamento direto causado pela mineração em florestas densas de 2001 a 2020, depois perguntam quanta perda florestal adicional aparece ao redor das minas em comparação com lugares semelhantes que ainda não tinham sido minerados. A conclusão é simples e desconfortável: a pegada direta da mina é só a parte visível.



Uma imagem Landsat em cor natural mostra cicatrizes de mineração de ouro em grande escala e artesanal no cinturão aurífero Ashanti, em Gana. O estudo discutido aqui pergunta até onde a perda florestal relacionada à mineração se estende para além da própria pegada da mina.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

Esse é um resultado útil para a política de clima e biodiversidade, porque mantém duas ideias no mesmo quadro. A infraestrutura moderna e a transição energética precisam de minerais. Mas minerais não vêm do nada. A pergunta limpa não é se a mineração é boa ou ruim em um slogan. É se o custo florestal completo está sendo medido honestamente.

O que os autores fizeram

O estudo combina dados continentais de floresta e uso da terra com um desenho de inferência causal. Os autores mapearam **16.627 agrupamentos de minas** em áreas florestadas da África subsaariana entre 2001 e 2020. Eles separaram dois tipos de perda florestal.

O primeiro é o **desmatamento direto causado pela mineração**: a derrubada dentro da própria pegada da mina, incluindo cavas, barragens de rejeitos, pilhas de estéril, poços e outras feições diretamente associadas às operações de mineração.

O segundo é o **desmatamento fora do local**: perda florestal ao redor da mina que não é a cava em si, mas pode ser disparada pela instalação da mina por meio de atividade auxiliar — agricultura, assentamentos, estradas e outros acessos.

Para estimar a segunda parte, os autores usaram um modelo de diferenças-em-diferenças. Em termos simples, compararam a perda florestal ao redor das minas antes e depois do início da mineração com a perda florestal ao redor de lugares semelhantes, mas ainda não minerados. Depois examinaram distâncias concêntricas a partir do centro da mina: dentro de 1 km, 1–5 km, 5–10 km e 10–20 km.

Esse desenho importa porque o artigo não está apenas contando perda florestal perto de minas. Ele tenta estimar a perda adicional atribuível à instalação da mina, em comparação com a tendência contrafactual em áreas não mineradas.

O que eles encontraram

A perda direta por mineração foi grande. Nas florestas densas da África subsaariana, os autores estimam **187.070 hectares** de desmatamento direto induzido pela mineração entre 2001 e 2020. A República Democrática do Congo, Gana e Costa do Marfim responderam juntas por **45%** dessa perda direta.

A perda ao redor foi maior que a pegada. Depois que uma mina foi estabelecida, o desmatamento acumulado dentro de 1 km foi **8 pontos mais alto numa escala de 0 a 100** depois de dez anos, em comparação com áreas não mineradas. Isso é uma diferença absoluta na taxa de desmatamento, não um aumento relativo de 8%. O efeito enfraqueceu com a distância, mas não desapareceu: depois de dez anos, o estudo estima diferenças adicionais de 3,6 pontos a 1–5 km, 1,9 ponto a 5–10 km e 1,1 ponto a 10–20 km.

Esses números são específicos no tempo. São efeitos de dez anos, não perdas imediatas.

A razão fora-do-local/direta foi impressionante. Em um cálculo separado, os autores estimam que, para cada hectare derrubado diretamente pela pegada da mina, outros **33,9 hectares** de floresta densa foram perdidos fora do local dentro de cinco anos. A maior parte dessa perda adicional fora do local foi ligada à expansão agrícola disparada pela instalação da mina, com expansão de assentamentos também importante e estradas como uma parcela menor na decomposição.

Esse número também é específico no tempo: é uma razão fora-do-local/direta de cinco anos. Não deve ser misturado com os efeitos de dez anos numa escala de 0 a 100.

O efeito não foi igual em todos os lugares. O estudo relata preocupação severa com a República Democrática do Congo porque ela combinou uma grande pegada direta de mineração com grande perda adicional fora do local. Outros países mostraram impactos relativos altos fora do local, mas com pegadas diretas menores. No nível das commodities, minas que extraem cobalto e cobre — minerais centrais para baterias, infraestrutura elétrica e a transição energética — causaram o maior desmatamento adicional total nas estimativas do estudo.

Por que a parte fora do local importa

A avaliação ambiental muitas vezes começa pelo limite direto do projeto. Isso é compreensível. A cava é visível, a licença tem um perímetro, e uma empresa consegue descrever a infraestrutura que pretende construir.

Mas florestas não respondem apenas a limites legais. Elas respondem a acesso e incentivos. Uma mina pode trazer estradas, trabalhadores, dinheiro, assentamentos e demanda por comida. Isso pode transformar a floresta próxima em terra mais fácil, mais lucrativa ou mais necessária de derrubar.

Por isso a ideia mais forte do artigo não é um número. É a distinção entre perda **direta** e perda **disparada**.

Se uma cadeia de suprimentos conta apenas a pegada da mina, pode subestimar a mudança de uso da terra causada pela extração. Se uma avaliação de impacto ambiental para no limite da concessão, pode perder a perda florestal que o projeto ajuda a tornar provável. E, se um produto é vendido como limpo porque apoia energia renovável, isso não torna automaticamente limpa a sua cadeia material.

O que isso não prova

- **Não** mostra que a transição energética é ruim. Mostra que minerais usados na infraestrutura moderna, incluindo minerais da transição energética, podem carregar grandes custos de uso da terra.
- **Não** significa que toda mina cause exatamente 33,9 hectares de perda fora do local para cada hectare direto. Essa é uma estimativa média em um grande conjunto de agrupamentos de minas, não uma previsão para um projeto específico.
- **Não** prova que toda árvore perdida perto de uma mina foi cortada por causa dessa mina. O estudo usa um desenho quase experimental para estimar perda adicional em escala populacional.
- **Não** atribui responsabilidade a empresas, licenças ou compradores individuais. Isso exigiria rastreamento em nível de projeto, além deste artigo.
- **Não** cobre todos os impactos da mineração. Poluição da água, condições de trabalho, fragmentação da biodiversidade, conflitos de direitos e deslocamento social ficam fora da principal

medição de perda florestal aqui.

- **Não** cobre o mundo inteiro. A análise se concentra em florestas densas da África subsaariana.

Quão forte é a evidência?

Para a estimativa de desmatamento direto, a evidência é forte em escala continental. O estudo usa conjuntos de dados publicados de uso da terra e cobertura florestal para identificar perda florestal diretamente associada a feições de mineração.

Para a perda adicional fora do local, a evidência também é substancial, mas baseada em modelo. Diferenças-em-diferenças é uma técnica desenhada para estimar efeitos causais a partir de dados observacionais, especialmente quando experimentos randomizados são impossíveis. Os autores usam métodos recentes robustos à heterogeneidade e testam a robustez com estimadores alternativos. Isso é boa prática.

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

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

Por que importa

A expressão “energia limpa” pode esconder um mundo material. Painéis solares, baterias, linhas de transmissão, veículos elétricos e data centers exigem materiais minerados. Alguns desses materiais vêm de lugares com florestas e biodiversidade globalmente importantes.

Isso não faz da descarbonização um erro. A alternativa — continuar dependente de combustíveis fósseis — tem seus próprios custos enormes de terra, ar, água e clima. Mas significa que uma transição pode ser mais limpa que o sistema fóssil e ainda assim não ser limpa por padrão.

O valor deste artigo é tornar a geografia escondida mais difícil de ignorar. Ele diz: não conte só a cava. Conte as mudanças florestais ao redor da cava. Conte as estradas, fazendas e assentamentos que seguem a extração. Inclua o desmatamento fora do local em avaliações de impacto ambiental, alegações de perda líquida zero e cadeias de suprimento sem desmatamento.

Essa é uma história mais adulta do que “minerais verdes são bons” ou “minerais verdes são ruins”. É: a base material da transição tem consequências, e essas consequências precisam estar visíveis antes que a cadeia de suprimentos se chame de limpa.

Resumo limpo

Um estudo da Nature analisou 16.627 agrupamentos de minas em florestas densas da África subsaariana de 2001 a 2020. Ele estima **187.070 hectares** de desmatamento direto causado pela mineração a partir de feições como cavas, barragens de rejeitos e pilhas de estéril. Usando um modelo de diferenças-em-diferenças, os autores também estimam desmatamento adicional ao redor de minas em comparação com áreas não mineradas: depois de dez anos, o desmatamento acumulado foi **8 pontos mais alto numa escala de 0 a 100** dentro de 1 km e permaneceu elevado até 20 km. Em um cálculo separado de cinco anos, cada hectare de desmatamento direto por mineração esteve associado, em média, a **33,9 hectares** de perda adicional de floresta densa fora do local, principalmente por expansão agrícola e assentamentos. Minas que extraem cobalto e cobre contribuíram com o maior desmatamento adicional total no estudo. O resultado não mostra que a transição energética é ruim. Mostra que cadeias minerais têm custos de uso da terra que se estendem além da pegada da mina.

Checagem sem rodeios

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

O que é plausível, mas não provado: Que muitas minas individuais tenham impactos fora do local maiores do que suas pegadas de licença sugerem; que avaliações de impacto ambiental e regras de cadeia de suprimentos mais rígidas poderiam reduzir parte dessa perda; que efeitos ocultos semelhantes fora do local possam importar em outras regiões tropicais de mineração.

O que não mostra: Que toda mineração é igualmente danosa; que toda perda florestal próxima é causada por uma mina específica; que a transição energética é ruim; que empresas ou compradores individuais são responsáveis por perdas específicas sem rastreamento em nível de projeto; ou que a perda florestal é o único custo ambiental ou social que importa.

Principais limitações: Inferência causal observacional, não evidência randomizada; estimativas em escala continental, não atribuição em nível de projeto; foco em florestas densas da África subsaariana; efeitos diretos e fora do local dependem da qualidade dos dados, da detecção de minas e das premissas do modelo.

Quanta confiança um leitor geral deve ter? Alta de que o desmatamento direto por mineração na região estudada é substancial. Boa de que a instalação de minas está ligada a desmatamento adicional fora do local em escala populacional. Menor para aplicar a razão média de 33,9:1 a uma mina específica. Postura apropriada: cadeias minerais podem ser necessárias e ainda assim precisam de contabilidade honesta 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>