The text that follows is a TRANSLATION
O texto que segue é uma TRADUÇÃO

West, T.A.P., K. Alford-Jones, P. Delacote, P.M. Fearnside, B. Filewod, B. Groom, C. Kaupa, A. Kontoleon, T. L'Horty, B.S. Probst, F. Riva, C. Romero, E.O. Sills, B. Soares-Filho, D. Zhang, S. Wunder & F.E. Putz. 2025. **Desmistificando as narrativas romantizadas sobre créditos de carbono da conservação voluntária de florestas**. [Tradução]

Please cite the original article:
Favor citar o trabalho original:

West, T.A.P., K. Alford-Jones, P. Delacote, P.M. Fearnside, B. Filewod, B. Groom, C. Kaupa, A. Kontoleon, T. L'Horty, B.S. Probst, F. Riva, C. Romero, E.O. Sills, B. Soares-Filho, D. Zhang, S. Wunder & F.E. Putz. 2025. **Demystifying the romanticized narratives about carbon credits from voluntary forest conservation**. *Global Change Biology* 31: art. e70527. https://doi.org/10.1111/gcb.70527

[open access]

ISSN: 1365-2486

Copyright: Wiley

The original publication is available at:
A publicação original está disponível em:

https://doi.org/10.1111/gcb.70527

Desmistificando as narrativas romantizadas sobre créditos de carbono da conservação voluntária de florestas

Thales AP West [1, 2,*], Kelsey Alford-Jones [3], Philippe Delacote [4], Philip M. Fearnside [5], Ben Filewod [6], Ben Groom [7], Clemens Kaupa [8], Andreas Kontoleon [2,9], Tara L'Horty [4], Benedict S. Probst [2,10,11], Federico Riva [1], Claudia Romero [12], Erin O. Sills [14], Britaldo Soares-Filho [15], Da Zhang [16], Sven Wunder [17,18], Francis E. Putz [12,13]

[1] Instituto de Estudos Ambientais (IVM), Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdã, Holanda; [2] Centro de Meio Ambiente, Energia e Governança de Recursos Naturais, Universidade de Cambridge, Cambridge, Reino Unido; [3] Grupo de Energia e Recursos, Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA; [4] AgroParisTech-INRAe BETA, Université de Lorraine, Nancy, França e Cátedra de Economia Climática, Paris, França; [5] Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil; [6] Grupo Integrado de Ecologia e Economia, Serviço Florestal Canadense, Ottawa, Canadá; [7] Cátedra Dragon Capital de Economia da Biodiversidade, Instituto LEEP, Departamento de Economia, Escola de Negócios da Universidade de Exeter, Reino Unido; [8] Faculdade de Direito, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdã, Holanda; [9] Departamento de Economia da Terra, Universidade de Cambridge, Cambridge, Reino Unido; [10] Net Zero Lab, Instituto Max Planck para Inovação e Competição, Munique, Alemanha; [11] Grupo de Sustentabilidade e Tecnologia, ETH Zurich, Zurique, Suíça; [12] Centro de Pesquisa de Florestas Tropicais e Pessoas, Universidade da Costa do Sol, Maroochydore, Austrália; [13] Departamento de Biologia, Universidade da Flórida, Gainesville, EUA; [14] Departamento de Recursos Florestais e Ambientais, Universidade Estadual da Carolina do Norte, Raleigh, EUA; [15] Centro de Sensoriamento Remoto, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil; [16] Instituto de Energia, Meio Ambiente e Economia, Universidade Tsinghua, Pequim, China; [17] Instituto Florestal Europeu (EFI), Barcelona, Espanha; [18] Centro Internacional de Pesquisa Florestal (CIFOR), Lima, Peru.

*Autor correspondente: tapupowest@vu.nl

Resumo

Projetos de compensação de carbono que visam evitar o desmatamento e a degradação florestal, geralmente denominados “REDD+”, são frequentemente promovidos como uma ferramenta essencial para mitigar as mudanças climáticas, prometendo oferecer cobenefícios adicionais para a biodiversidade e as comunidades locais. Apesar desse otimismo, a maioria dos impactos positivos reivindicados por essas iniciativas no mercado voluntário de carbono (VCM) carece de suporte empírico e, em vez disso, baseiam-se em narrativas otimistas de partes interessadas com claros conflitos de interesse. Examinamos criticamente as teorias científicas, os conceitos e as evidências referentes aos projetos REDD+ do VCM, destacando as limitações na quantificação de seus supostos benefícios, inerentes ao desenho atual dos mercados de carbono. Estudos independentes apontam consistentemente para deficiências no rigor e na credibilidade das metodologias de crédito e outros procedimentos, que os participantes do mercado têm sido lentos ou relutantes em abordar. Há evidências crescentes de que os benefícios climáticos e sociais dos projetos são frequentemente exagerados devido a uma série de deficiências técnicas e práticas. Esperamos que este trabalho esclareça equívocos generalizados associados a projetos REDD+ no VCM e auxilie organizações e formuladores de políticas em seus esforços para mitigar significativamente as mudanças climáticas.

Palavras-chave : REDD+; Compensação de carbono; Mercado voluntário de carbono; Desmatamento; Degradação florestal; Greenwashing.

Introdução

Preocupações crescentes com as mudanças climáticas e as correspondentes pressões sociais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa estão alimentando o crescimento do mercado voluntário de carbono (VCM; Ecosystem Marketplace, 2024). Créditos de carbono (ou compensações) — equivalentes a uma tonelada de CO_2 removida ou não emitida para a atmosfera devido às ações voluntárias e não tradicionais de "projetos de carbono" — são vistos por muitos indivíduos, organizações e governos como uma maneira econômica e escalável de reduzir as emissões (Blum & Lövbrand, 2019; Corbera & Martin, 2015). Esquemas de certificação para tais projetos, supostamente baseados em cálculos conservadores e avaliações independentes de terceiros, foram estabelecidos para garantir a integridade ambiental e a legitimidade da emergente indústria de compensações (Merger & Pistorius, 2011). Com a nova onda e a percepção de conveniência da "compensação de carbono", especulou-se que a tendência crescente poderia evoluir para um mercado de trilhões de dólares (Bloomberg, 2023) — pelo menos antes do recente escrutínio iniciado por acadêmicos e reportagens jornalísticas. Descobertas investigativas que questionavam a integridade ambiental das reivindicações de compensação e os impactos dos projetos nas comunidades locais geraram considerável ceticismo público, remodelando as tendências do mercado e aumentando a conscientização da sociedade (por exemplo, *The Guardian*, 2024a, 2023).

Quase um quarto do VCM consiste em créditos de projetos de desmatamento evitado (Haya et al., 2023), geralmente rotulados como “REDD+” (Emissões Reduzidas por Desmatamento e Degradação Florestal, com o “mais” incluindo manejo florestal sustentável, conservação e aumento de estoques de carbono). Por essa razão, focamos esta discussão em projetos de desmatamento evitado, mas concluímos abordando brevemente dois outros tipos de projetos REDD+: manejo florestal melhorado e projetos de florestamento/reflorestamento (AR). Créditos de projetos de desmatamento evitado são emitidos com base na comparação do desmatamento observável em um local do projeto com o desmatamento esperado para ocorrer na ausência do projeto, ou seja, o cenário de linha de base (ou contrafactual). Em geral, quanto mais “catastrófica” a linha de base, mais créditos um projeto pode reivindicar.

Uma das principais críticas aos cenários de linha de base adotados por projetos REDD+ reside na flexibilidade substancial nas decisões de modelagem incorporadas às metodologias de linha de base. Essa flexibilidade historicamente permitiu amplo espaço para manipulação (West et al., 2024) — onde a exploração dessa margem de manobra pode levar a ganhos financeiros, criando, assim, incentivos perversos para a indústria de compensação (Battocletti et al., 2023; Seyller et al., 2016). Embora existam exceções (por exemplo, Malan et al., 2024), muitos estudos sugerem que os impactos climáticos alegados por uma parcela considerável dos projetos REDD+ são exagerados, implicando que pouquíssimos créditos de desmatamento evitado no VCM são, na verdade, equivalentes a uma tonelada de CO_2 (Calyx Global, 2023; Takahata et al., 2024; *The Guardian*, 2023; West et al., 2023, 2020).

A atenção recente à falta de integridade ambiental associada a muitos projetos REDD+ teve grandes repercussões nos mercados de carbono, incluindo novas regulamentações e ações judiciais em todo o mundo. Mais notavelmente, diversas jurisdições adotaram requisitos de divulgação com o objetivo de aumentar a transparência nos mercados de carbono (SEC, 2024; Assembleia Estadual da Califórnia, 2023; European Union, 2022). Tribunais em vários países decidiram recentemente que empresas que alegam que seus produtos são neutros em carbono com base no uso de compensações violam as leis de proteção ao consumidor (BGH, 2024; Rechtbank Amsterdam, 2024; Stockholms Tingsrätt, 2023). Essa interpretação também foi recentemente codificada na legislação da União Europeia (European Union, 2024a). Maior transparência é agora um requisito metodológico fundamental do Artigo 6.4 do Acordo de

Paris, enfatizando a abertura nas fontes de dados, cálculos e métodos de monitoramento usados para medir a eficácia da compensação (European Union, 2024b). Essa ênfase é essencial para o objetivo do Artigo 6.4 de estabelecer uma estrutura regulatória para os mercados internacionais de carbono, por meio da qual projetos de VCM possam ser autorizados a participar.

Descobertas recentes que lançam dúvidas sobre a integridade ambiental dos créditos REDD+ no VCM não são surpreendentes. Primeiro, o peso das evidências indica que todos os tipos de projetos de carbono falharam amplamente em alcançar a mitigação das mudanças climáticas além do status quo (Badgley et al., 2022b; Calel et al., 2021; Cames et al., 2016; Kollmuss et al., 2015; Macintosh et al., 2024; Probst et al., 2024). Segundo, em retrospectiva, o desafio de garantir a integridade ambiental dos créditos provenientes de intervenções de desmatamento evitado foi um dos principais motivos pelos quais esse tipo de projeto foi excluído do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto (Jung, 2005) e, mais recentemente, de esquemas de certificação como o Padrão Ouro (Gold Standard, 2024).

Embora os projetos REDD+ sejam defendidos como um instrumento vital para a mitigação das mudanças climáticas, com cobenefícios promissores para as comunidades locais e a biodiversidade, ainda existem grandes lacunas entre as expectativas teóricas e os impactos reais das intervenções existentes. Essas discrepâncias são frequentemente obscurecidas por narrativas romantizadas, sem base em evidências, que retratam os projetos como tendo alcançado um sucesso impressionante na prevenção do desmatamento, na melhoria dos meios de subsistência locais e na garantia de benefícios climáticos duradouros que se estendem além de sua vida útil operacional, omitindo convenientemente qualquer menção aos conflitos de interesse inerentes. Para preencher essa lacuna e fornecer uma base para retificar concepções errôneas sobre REDD+ no VCM, examinamos teorias mal interpretadas, evidências negligenciadas e as limitações dos protocolos de avaliação de impacto e procedimentos padrão.

Proteção de florestas ameaçadas pelo desmatamento

Os projetos de compensação de carbono baseiam-se no princípio da adicionalidade: a diferença mensurável no desmatamento entre o cenário de base — o futuro hipotético sem a intervenção — e o estado real da floresta na área do projeto. Para garantir a integridade das compensações pelo desmatamento evitado, os créditos de carbono devem ser originários de florestas comprovadamente em risco de desmatamento. É improvável que esta estipulação seja cumprida nos casos dos muitos projetos em áreas remotas ou de outra forma inacessíveis (Delacote et al., 2022). O viés de localização é bem documentado na literatura de conservação, particularmente no contexto de áreas protegidas (por exemplo, Ferraro & Pattanayak, 2006; Joppa & Pfaff, 2009). Em teoria, as linhas de base dos projetos não sofreriam de viés de localização se fossem construídas corretamente. Infelizmente, quase todas as linhas de base de projetos existentes são baseadas em narrativas subjetivas e previsões de desmatamento não confiáveis, muitas vezes originadas de modelos de simulação sem validação adequada (West et al., 2024; Pontius, 2018). Agravando o problema está o papel das assimetrias de informação entre desenvolvedores de projetos e certificadores, que criam oportunidades para seleção adversa, onde os projetos têm maior probabilidade de serem estabelecidos em áreas que enfrentam pouco risco real de desmatamento, enquanto ainda reivindicam crédito por emissões evitadas (Delacote et al., 2024a; Cordero Salas et al., 2018).

A validade dessas simulações *ex ante* de mudanças no uso/cobertura da terra é avaliada por meio de exercícios de validação de modelos. No contexto de projetos REDD+, as pontuações de validação medem a precisão dos modelos de simulação na replicação de padrões

e taxas históricas de desmatamento, variando de 0% a 100% (ou seja, de nenhum alinhamento a alinhamento perfeito com dados históricos). Embora nem todos os projetos realizem exercícios de validação, muitos que o fazem relatam pontuações de validação alarmantemente baixas (Pontius, 2018). Um exame de nove projetos REDD+ encontrou uma precisão máxima de apenas 11,7%, com três pontuando abaixo de 1% (West, 2016a). Valores tão baixos tornam muitos cenários de linha de base não mais confiáveis do que "chutes aleatórios" (Pontius, 2018). Ainda assim, vários desses cenários são considerados "validados" pelos padrões VCM. Além disso, mesmo com altas pontuações de validação, as simulações *ex-ante* são inerentemente limitadas para avaliações de impacto rigorosas, pois não levam em conta fatores de confusão que variam ao longo do tempo, que só podem ser observados *ex post,* e que podem afetar o nível e a distribuição espacial do desmatamento contrafactual.

Na terminologia de avaliação de impacto, fatores de confusão são aqueles que influenciam tanto a seleção do local (ou sua probabilidade) quanto o resultado, independentemente da intervenção em si (ou em adição a ela) (por exemplo, mudanças amplas na governança ou na economia), levando a conclusões incorretas sobre a relação causal entre a intervenção e seu resultado real (por exemplo, Ferraro & Hanauer, 2014). Identificar e controlar os fatores de confusão é, portanto, crucial para lidar com a seleção adversa e garantir avaliações de impacto precisas de qualquer intervenção, incluindo projetos REDD+. No entanto, as linhas de base para o desmatamento evitado frequentemente se baseiam em suposições irrealistas de médias ou tendências históricas imutáveis (West et al., 2024). Essas suposições são especialmente problemáticas, dada a volatilidade inerente das taxas de desmatamento, que são sensíveis a mudanças políticas, demográficas e econômicas (Simmons et al., 2018; Busch & Ferretti-Gallon, 2017). Consequentemente, as linhas de base resultantes tornam a atribuição de créditos de carbono não confiável, comprometendo a integridade das compensações reivindicadas. Para agravar ainda mais esse problema, as metodologias de base historicamente permitiam flexibilidade excessiva (Delacote et al., 2015), criando oportunidades para inflar taxas de desmatamento contrafactuais por meio de escolhas metodológicas.

A dificuldade inerente de prever o futuro não isenta os desenvolvedores de projetos e os definidores de padrões de VCM da responsabilidade de adotar premissas e estruturas de modelagem que, no mínimo, produzam resultados defensáveis ou conservadores, evitando erros elementares. Além disso, ao contrário de afirmações infundadas da indústria de compensação, as linhas de base dos projetos frequentemente desconsideram os contextos locais de desmatamento. Na prática, os cenários de linha de base são quase sempre construídos com base em informações derivadas de imagens de satélite obtidas em diferentes momentos (West et al., 2024), sem a contribuição das partes interessadas locais.

Uma exceção notável à prática padrão de construção de linha de base veio do Projeto REDD+ Suruí no Brasil, que empregou uma abordagem de modelagem mais robusta que integrou o conhecimento indígena local dentro de uma estrutura de modelagem de sistemas dinâmicos devidamente validada (Vitel et al., 2013). Notavelmente, resultou na única linha de base do projeto (de 12 na Amazônia brasileira) que exibiu uma tendência consistente com os controles sintéticos estimados por West et al. (2020). O caso Suruí também ilustra o desafio frequentemente monumental de efetivamente conter o desmatamento ilegal no local. Apesar de uma iniciativa participativa e bem planejada (West, 2016b), o projeto acabou sucumbindo às pressões implacáveis da mineração ilegal e da pecuária que se expandiam para o território indígena (Verra, 2018). O fracasso do Projeto Suruí ressalta o desafio persistente — e muitas vezes intransponível — de proteger as florestas tropicais no contexto de falhas institucionais na aplicação da lei e da impunidade dos agentes do desmatamento ilegal, mesmo com intervenções direcionadas e apoio financeiro do VCM. Além disso, exemplifica o princípio amplamente aceito de que não existem "balas de prata" na conservação (Börner et al., 2020) e

ressalta a necessidade de um exame cuidadoso das alegações de que projetos de REDD+ reduziram drasticamente — e milagrosamente — o desmatamento.

Conforme demonstrado na literatura, análises *ex post* — baseadas em métodos padrão para inferência causal — podem ser usadas para estimar os impactos do projeto de forma mais confiável (Delacote et al., 2022; Takahata et al., 2024; West et al., 2023, 2020). Tais avaliações podem fornecer o ponto de partida para o desenvolvimento de práticas mais confiáveis, aumentando a qualidade das análises subjacentes às reivindicações de créditos de carbono e restaurando a credibilidade do VCM (Delacote et al., 2025). No entanto, as análises *ex post* são limitadas pela disponibilidade e qualidade dos dados (Delacote et al., 2024b), e seus resultados podem ser sensíveis a escolhas metodológicas (Probst et al., 2024). Portanto, verificações de robustez, potencialmente incluindo variações metodológicas e conjuntos de dados de teste, são fundamentais para garantir avaliações de impacto justas. Embora análises *ex-post* (incluindo abordagens de linha de base dinâmicas) ofereçam evidências adicionais valiosas para avaliar a credibilidade de linhas de base e protocolos de crédito de carbono, atualmente não há um método único *ex-post* que deva ser considerado a solução definitiva.

Vazamento

Outro conceito-chave relacionado ao REDD+ é o vazamento — o deslocamento, e não a redução, do desmatamento ou da degradação florestal. O vazamento frequentemente decorre de dinâmicas de mercado, como mudanças na oferta de madeira ou produtos agrícolas (ou seja, vazamento de mercado; Hertel, 2018), ou da realocação de atividades para outras áreas (ou seja, vazamento que transfere atividades; Fearnside, 2009). Embora o vazamento seja frequentemente associado a resultados indesejáveis, pode haver repercussões benéficas além dos limites do projeto (por exemplo, Yu et al., 2024).

Quantificar o vazamento é desafiador, e especialistas discordam sobre as melhores abordagens. Por exemplo, enquanto Groom et al. (2022) estimaram um vazamento insignificante da moratória da Indonésia sobre a concessão de novas concessões florestais, Leijten et al. (2021) sugeriram que ele potencialmente excedeu e, portanto, anulou os benefícios pretendidos da intervenção. Embora não haja consenso sobre as melhores maneiras de estimar ou avaliar o vazamento, é claro que os métodos simplificados, muitas vezes subjetivos, para estimar o vazamento adotados por projetos REDD+, carecem de rigor científico (Filewod & McCarney, 2023), sofrendo de problemas semelhantes aos das metodologias de linha de base dos projetos. Como resultado, as estimativas de vazamento assumidas por projetos REDD+ são frequentemente irrealistas e, mais preocupante, tendem a não ser conservadoras. Incentivos financeiros recompensam diretamente a subestimação do vazamento nesses projetos, o que agrava o problema.

Uma revisão recente das estimativas de vazamento de 75 projetos de desmatamento evitado relatou deduções médias de 2,6% para vazamento por transferência de atividade e 4,4% para vazamento de mercado (Haya et al., 2022). Esses valores são notavelmente inferiores à estimativa média de vazamento de 39,6% derivada por Pan et al. (2020) para o setor florestal, que variou de -10% a 100%. Embora mais pesquisas sejam necessárias sobre o tema, os estudos existentes oferecem evidências suficientes para levantar preocupações sobre as estimativas de vazamento fornecidas pelos projetos REDD+.

O vazamento pode até ser exacerbado em casos em que intervenções REDD+ visam converter florestas tropicais destinadas à exploração madeireira em áreas de proteção integral. Embora tal ação possa justificadamente reivindicar a redução das emissões de carbono em nível local, a intervenção bem-intencionada pode inadvertidamente levar a um aumento geral nas emissões líquidas se a madeira não colhida for substituída por materiais atualmente com

pegadas de carbono maiores (por exemplo, Oliver et al., 2014), na forma de vazamento por deslocamento de material — uma questão frequentemente negligenciada no VCM.

Não permanência

Os benefícios climáticos duradouros das compensações florestais podem desaparecer se ocorrer desmatamento ou incêndios florestais destrutivos durante ou mesmo após a vida útil do projeto (Lee et al., 2025; Carrilho et al., 2022), razão pela qual os créditos de carbono florestal são considerados *não permanentes* (Palmer, 2011). Essa característica foi, pelo menos em parte, responsável por manter os créditos de AR do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto inelegíveis para negociação no maior mercado de carbono do mundo, o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (European Parliament and the Council, 2004).

Para abordar a questão da não permanência, o MDL introduziu uma regra exigindo que os créditos florestais sejam substituídos por outros créditos assim que o projeto do qual se originaram terminar (Maréchal & Hecq, 2006; Schlamadinger et al., 2005). Essa solução direta — mas possivelmente inconveniente — não foi adotada pelos definidores de padrões de VCM. Em vez disso, esquemas de certificação como o Verified Carbon Standard da Verra implementaram uma abordagem semelhante a um seguro, onde uma parte dos créditos de cada projeto é reservada em um "reservatório" determinado por meio de uma avaliação de risco. No entanto, essa abordagem de reservatório tem duas limitações principais. Primeiro, as avaliações de risco usadas para determinar as contribuições para o reservatório geralmente não são rigorosas nem conservadoras, levando a alocações de reserva substancialmente menores do que o necessário para contabilizar totalmente as reversões potenciais (Anderegg et al., 2025; Badgley et al., 2022a). Segundo, diferentemente da abordagem de substituição do MDL, esse mecanismo não garante a permanência da compensação florestal após a conclusão dos projetos. Na verdade, os compradores podem estar essencialmente a “alugar” reduções de emissões de carbono, uma vez que estas reduções podem deixar de existir no futuro (cf. Maréchal & Hecq, 2006), sem que haja uma responsabilização duradoura por parte das partes envolvidas após o fim dos projectos.

Embora os projetos REDD+ não possam controlar as decisões governamentais, podem ser severamente afetados por elas. Por exemplo, a recente decisão de construir barragens ao longo dos rios Kong Hen e Russei Chrum no sul do Camboja é esperada a prejudicar o Projeto REDD+ voluntário do Cardamomo do Sul implementado na região (Mongabay, 2023). Mesmo os créditos REDD+ jurisdicionais emitidos com o endosso do governo não estão imunes à turbulência política. Não é incomum que os governos mudem suas prioridades em relação ao desenvolvimento e à conservação sob novas administrações (por exemplo, Abessa et al., 2019), representando sérios riscos à permanência das compensações de carbono florestal. Além disso, posições conflitantes entre governos nacionais e subnacionais podem levar a choques políticos, onde decisões nacionais podem substituir acordos bilaterais anteriores feitos em níveis subnacionais. Barreiras institucionais — por exemplo, direitos de propriedade fracos, capacidade limitada de fiscalização e corrupção — agravam o problema, desempenhando um papel crítico na definição dos resultados do desmatamento e da conservação (Milne et al., 2019). É improvável que o financiamento de carbono por si só produza reduções duradouras no desmatamento sem reformas institucionais complementares.

Contagem dupla

Um dos tópicos mais debatidos na governança de REDD+ é como evitar a dupla contagem entre compensações emitidas por governos em nível jurisdicional e aquelas reivindicadas independentemente por projetos voluntários que operam dentro de jurisdições

(Lee et al., 2018). Embora a dupla contagem possa ser gerenciada de forma simples, uma vez — e se — os governos estabelecerem uma estrutura contábil de "aninhamento", diversos desafios políticos e técnicos complicam essas abordagens (Romm, 2023).

Os governos têm pouco a ganhar — política ou economicamente — com a legitimação de créditos de carbono de intervenções privadas de REDD+. Como as políticas de compensação são relativamente novas em comparação com muitos projetos existentes, os governos mantêm substancial poder discricionário sobre como os créditos originários de suas jurisdições são regulamentados e quem está autorizado a comercializá-los. Por exemplo, em maio de 2023, o governo do Zimbábue anunciou uma política para "retirar 50% de toda a receita de projetos de carbono, alocar 30% a investidores estrangeiros e dedicar os 20% restantes às comunidades locais" (Reuters, 2023). Essa questão de quem tem o direito de reivindicar reduções de emissões sob iniciativas de relatórios de gases de efeito estufa, incluindo Contribuições Nacionalmente Determinadas sob o Acordo de Paris, está no cerne do desafio da dupla contagem (Romm, 2023). Se os governos não reconhecerem as reivindicações de projetos de REDD+, todos os créditos vendidos de projetos em suas jurisdições e usados para compensação seriam contados duas vezes.

Co-benefícios sociais e de biodiversidade

Um dos principais atrativos dos projetos REDD+ para compradores no VCM é seu potencial de gerar cobenefícios: financiar ações que simultaneamente mitiguem as mudanças climáticas, protejam a biodiversidade e apoiem comunidades locais em países em desenvolvimento (Forest Trends' Ecosystem Marketplace, 2023). No entanto, avaliar se esses projetos realmente geraram cobenefícios também requer avaliações robustas de impacto, idealmente baseadas em análises contrafactuais e dados longitudinais, que muitas vezes faltam. Por exemplo, a Verra promoveu seu premiado projeto certificado com pastores no norte do Quênia como um caso de sucesso; no entanto, investigações subsequentes revelaram que o projeto não conseguiu gerar os benefícios climáticos alegados nem as melhorias prometidas para as comunidades locais, levando à sua suspensão (Mukpo, 2023). Embora a busca por cobenefícios seja tentadora (e certamente comercializável), ela vai contra a Regra de Tinbergen, que afirma que atingir metas políticas múltiplas e distintas — como redução de emissões de carbono, proteção da biodiversidade e apoio à comunidade — requer um número equivalente de instrumentos políticos independentes e bem definidos (Knudson, 2008; cf. Delacote et al., 2024a).

Impactos sociais

Integrar com sucesso os objetivos de subsistência e desmatamento evitado é desafiador devido às compensações inerentes de curto prazo (Delacote et al., 2024a; Putz & Romero, 2012). Um crescente corpo de pesquisas enfatiza que os projetos de REDD+ dificilmente terão sucesso a longo prazo, a menos que priorizem a melhoria dos meios de subsistência e do bem-estar das populações afetadas (Arhin, 2014) e garantam legitimidade local (Krause & Nielson, 2014). Os princípios de conduta ética e implementação rigorosa, centrais à visão de REDD+, são louváveis, mas desafiadores de traduzir em prática (Milne & Mahanty, 2019).

Pesquisas demonstram efeitos variados do REDD+ no bem-estar socioeconômico. Algumas pesquisas relatam percepções positivas entre as famílias durante a implementação de projetos (Carrilho et al., 2022), enquanto outros estudos relatam efeitos insignificantes (Sunderlin et al., 2017). Muitos projetos carecem da coleta sistemática e da análise contrafactual de dados socioeconômicos longitudinais necessárias para uma avaliação rigorosa de impacto *ex post* (Delacote et al., 2024b). Mais fundamentalmente, os projetos de REDD+ frequentemente carecem de transparência sobre os mecanismos de repartição de benefícios, e

os benefícios são frequentemente capturados pelas elites comunitárias, exacerbando ainda mais as desigualdades sociais (Howson, 2018; Andersson et al., 2018; Chomba et al., 2015). Embora a clareza da posse da terra seja geralmente considerada um pré-requisito para o REDD+, muitos projetos são implementados em regiões onde a governança florestal é historicamente complexa e a posse da terra permanece obscura ou contestada (Larson et al., 2013). Essa incerteza agrava as vulnerabilidades, especialmente para grupos marginalizados, como pequenos produtores, comunidades indígenas e pessoas sem-terra, cujos meios de subsistência dependem do acesso aos recursos florestais (Duker et al., 2019; Kansanga & Luginaah, 2019; Satyal et al., 2020). Da mesma forma, projetos que restringem o acesso às florestas provavelmente afetarão desproporcionalmente as comunidades vulneráveis, o que significa que elas teriam que oferecer compensação adequada pelos meios de subsistência perdidos para manter o bem-estar socioeconômico (Milne et al., 2019; Poudyal et al., 2016).

Para mitigar riscos de danos sociais, os padrões de VCM incorporam políticas de salvaguarda projetadas para proteger comunidades vulneráveis. No entanto, estudos de campo revelam que as salvaguardas podem se tornar exercícios performáticos focados no cumprimento de requisitos baseados em indicadores, desconsiderando contestações, críticas e demandas locais por justiça (Milne & Mahanty, 2019). Auditorias externas destinadas a garantir a conformidade com os padrões de salvaguarda social são frequentemente prejudicadas por limitações estruturais, incluindo a dependência do auditor em autorrelatos da equipe do projeto, treinamento inadequado em avaliação de salvaguardas e desafios logísticos, como tempo limitado no local, conhecimento local insuficiente e dificuldade de acesso a comunidades remotas. Uma revisão de 18 projetos voluntários de REDD+ constatou que os auditores frequentemente falhavam em detectar a não conformidade e, mesmo quando violações eram identificadas, as justificativas dos desenvolvedores eram frequentemente aceitas sem ação corretiva substancial (Haya et al., 2023). A inadequação das salvaguardas e dos processos de auditoria tem resultado na incapacidade de prevenir danos, como evidenciado por inúmeras violações documentadas de direitos humanos relacionadas ao VCM (Hengeveld, 2023; Téllez Chávez, 2024). Sem reformas substanciais, o REDD+ corre o risco de perpetuar as mesmas injustiças que alega combater.

Impactos na biodiversidade

Embora projetos que efetivamente protegem o habitat forneçam inerentemente algum nível de proteção da biodiversidade (Drakare et al., 2006), as falhas documentadas de muitos projetos REDD+ para reduzir o desmatamento abaixo do padrão usual sugerem que eles também falharam em fornecer benefícios adicionais à biodiversidade (Delacote et al., 2022; Guizar- Coutiño et al., 2022; West et al., 2023, 2020). É importante ressaltar que a maior parte dos projetos REDD+ ocorre nos trópicos, onde a biodiversidade local não é apenas amplamente desconhecida (Hortal et al., 2015), mas também onde as comunidades bióticas locais são subconjuntos mais variáveis e menos previsíveis da flora e fauna regionais (Soininen, 2012). Esses fatos há muito tempo deixam perplexa a ciência da conservação na maioria das áreas centrais do REDD+ e representam um desafio fundamental para avaliar adequadamente os impactos à biodiversidade. Projetos REDD+ precisam de programas de monitoramento da biodiversidade projetados com os objetivos do projeto em mente, que registrem informações em escalas temporais e espaciais apropriadas (Jetz et al., 2019). Avanços tecnológicos, incluindo armadilhas fotográficas, DNA ambiental, dispositivos de gravação acústica e abordagens de visão computacional, podem melhorar substancialmente o monitoramento da biodiversidade nas áreas do projeto (van Klink et al., 2022).

Conflitos de interesse

Conflitos de interesse estão, sem dúvida, entre os principais fatores responsáveis pelos problemas atuais em torno de projetos REDD+ (Haya et al., 2022; Seyller et al., 2016). Aumentar o rigor científico das avaliações de linha de base, vazamento e não permanência provavelmente ampliaria o risco do projeto e a incerteza sobre os retornos financeiros esperados, reduzindo assim a atratividade dos projetos REDD+ como opção de investimento. Além disso, provavelmente prejudicaria a receita do projeto, que em muitos casos está vinculada a cenários de linha de base irrealistas (West et al., 2024, 2023, 2020; Seyller et al., 2016). Essa mudança também afetaria a receita dos definidores de padrões de VCM, que normalmente cobram uma taxa por crédito emitido, além de potencialmente afetar sua reputação. Além disso, a adoção de melhores práticas poderia aumentar os custos do projeto e da certificação devido a horas de trabalho adicionais e consultas a especialistas (cf. Malan et al., 2024; Vitel et al., 2013).

Conflitos de interesse são frequentemente obscurecidos pela falta de transparência (Delacote et al., 2024b). As descrições de projetos são normalmente elaboradas para atender aos padrões mínimos de VCM e atrair compradores, frequentemente omitindo detalhes críticos sobre etapas de cálculo ou mecanismos de repartição de benefícios. Na maior parte dos casos, é virtualmente impossível replicar os cálculos de abatimento realizados pelos proponentes do projeto. Da mesma forma, documentos públicos de projetos raramente fornecem informações suficientes para determinar quanto da receita do projeto realmente chega às partes interessadas locais, uma preocupação que frequentemente está no centro de denúncias na mídia sobre má conduta em projetos (Healy et al., 2023; Sarmiento Barletti & Larson, 2017). Embora agências de auditoria terceirizadas possam ter acesso a informações adicionais, elas são contratadas por desenvolvedores de projetos e podem enfrentar danos à reputação se auditorias rigorosas levarem à negação da certificação (cf. Duflo et al., 2013; Giles & Coglianese, 2025). O mesmo princípio se aplica às agências de classificação de projetos remuneradas por desenvolvedores de projetos. A concorrência entre órgãos de auditoria também frequentemente leva a medidas de redução de custos (por exemplo, envolvimento de auditores em menor número ou menos experientes e auditorias mais curtas), o que pode prejudicar a qualidade e a credibilidade (Foster et al., 2017). Por fim, é fundamental observar que os auditores externos apenas verificam a adesão aos padrões de VCM, não sua adequação ou eficácia.

Até o momento, houve pouca ação significativa do VCM para abordar os conflitos de interesse bem documentados associados aos projetos REDD+. De forma mais ampla, mesmo iniciativas recentes voltadas ao fortalecimento da integridade no VCM não estão imunes a esses conflitos. Um exemplo notável é a recente controvérsia em torno da iniciativa Science Based Targets (SBTi), na qual o ex-CEO e membros do conselho da organização tentaram contornar as recomendações de seus funcionários e consultores para endossar unilateralmente o uso de compensações, negligenciando as potenciais consequências da maquiagem verde (Reuters, 2024). Outro exemplo marcante foi a renúncia de especialistas técnicos do Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário (ICVCM) após decisões controversas sobre o endosso de metodologias REDD+ (Bloomberg, 2024).

O “D+ esquecido”

Gestão Florestal Melhorada

Embora as ações para evitar o desmatamento dominem o REDD+, a redução da degradação florestal (o "D esquecido" do REDD+) por meio do manejo florestal aprimorado pode ser menos controversa. Está bem estabelecido que a mudança de práticas convencionais

de exploração seletiva de madeira para exploração de impacto reduzido (RIL) reduz substancialmente as emissões de carbono da floresta (Miller et al., 2011; Pinto et al., 2024; Putz et al., 2008). Se tal mudança nas práticas de exploração não reduzir a oferta de madeira (Barreto et al., 1998) ou deslocar os agentes de exploração, o vazamento é insignificante. Dado que as técnicas de RIL são raramente utilizadas nos trópicos, independentemente das regulamentações (por exemplo, Hermudananto et al., 2024), as preocupações com a adicionalidade da adoção de práticas aprimoradas são geralmente menos pronunciadas do que aquelas associadas ao desmatamento evitado. Assim, ao se concentrarem na melhoria dos sistemas florestais ou práticas de manejo existentes, em vez de interrompê-los, as intervenções do RIL oferecem um caminho para o desenvolvimento sustentável e benefícios climáticos duradouros. Além disso, diversos estudos também indicam que as florestas exploradas com técnicas de RIL retêm mais biodiversidade e se recuperam mais rapidamente, pois causam menos danos do que a exploração madeireira convencional (Putz et al., 2012). As receitas do VCM podem desempenhar um papel crucial na melhoria da frequentemente contestada viabilidade econômica do manejo florestal tropical, que não pode ser remediada apenas pelo RIL (Sist et al., 2021; Richardson & Peres, 2016; Fearnside, 2003, 1989).

Apesar de décadas de promoção do potencial de mitigação das mudanças climáticas do RIL e de outras melhorias na silvicultura tropical (por exemplo, Putz & Pinard, 1993), projetos focados na redução da degradação florestal não obtiveram muita aceitação no VCM. Esse interesse limitado provavelmente decorre de seu potencial comparativamente menor de geração de crédito por hectare em comparação com o desmatamento evitado. Embora se estime que as intervenções do RIL em florestas tropicais reduzam de 25 a 110 Mg de emissões de CO_2 por hectare (Putz et al., 2008), o desmatamento evitado pode resultar em reduções de mais de 500 Mg de CO_2 por hectare (Probst et al., 2024).

Reflorestamento e aflorestamento (RA)

O aumento dos estoques de carbono florestal por meio de Reflorestamento e aflorestamento (RA) (parte do "mais" do REDD+) ganhou força substancial entre as principais organizações de mudanças climáticas (Google, 2024), especialmente à luz das recentes controvérsias em torno de iniciativas de desmatamento evitado. No entanto, projetos de RA não estão imunes a armadilhas: eles também podem sofrer com vazamentos (por exemplo, deslocamento de gado; Silva & Nunes, 2025) e com a falta de adicionalidade.

A adicionalidade se torna uma grande preocupação quando projetos de RA visam estabelecer plantações comerciais, muitas vezes de espécies de árvores exóticas. Essas plantações são tipicamente lucrativas por si só, pois são necessárias para atender à demanda por produtos de madeira e provavelmente existiriam na ausência de financiamento de carbono. Um excesso de oferta de créditos de plantações de árvores não adicionais foi um fator importante por trás do colapso dos preços dos créditos na Chicago Climate Exchange (CCX) décadas atrás (Sandor & Diperna, 2024). Mesmo projetos de RA não comerciais focados em árvores nativas são vulneráveis a desafios de credibilidade, especialmente aqueles que dependem de regeneração passiva, onde a intervenção humana é frequentemente desnecessária. Onde florestas e cobertura de árvores podem se recuperar naturalmente e independentemente do financiamento de carbono, os projetos de RA provavelmente não terão adicionalidade, como evidenciado por um estudo recente sobre a eficácia do Esquema Australiano de Compensação de Carbono (Macintosh et al., 2024). Além disso, embora o aflorestamento — o estabelecimento de florestas em áreas onde não existiam anteriormente — tenha ganhado popularidade como uma atividade de mitigação das mudanças climáticas sob o Protocolo de Kyoto, os críticos enfatizam seu potencial para impactos negativos, incluindo a destruição de

ecossistemas nativos não florestais, como pastagens naturais, e a biodiversidade que eles sustentam (Briske et al., 2024; Veldman et al., 2015).

Conclusões

As narrativas romantizadas em torno de projetos de REDD+ no VCM parecem emergir de uma combinação injustificada de compreensão insuficiente das limitações dos atuais protocolos de crédito e conflitos de interesse — onde a conveniência é priorizada em detrimento da integridade, alimentando assim os escândalos recentes destacados na mídia e na literatura acadêmica. Esses escândalos têm consequências que vão muito além de resultados questionáveis de projetos e emissões que não foram compensadas. Eles expõem falhas sistêmicas profundas, porém ignoradas, no REDD+ em um momento crucial, à medida que as negociações se desenrolam sobre sua potencial inclusão no Acordo de Paris. Problemas generalizados com o VCM reforçam justificadamente o ceticismo sobre a capacidade dos negociadores de desenvolver uma estrutura robusta que impeça falhas semelhantes em futuros mecanismos de crédito — especialmente considerando que esquemas anteriores, como o MDL, a Implementação Conjunta e o Esquema Australiano de Compensação de Carbono, também sofreram com problemas de integridade (Cames et al., 2016; Kollmuss et al., 2015; Macintosh et al., 2024). Essas preocupações colocam em risco o futuro dos esforços globais para canalizar o financiamento climático para a genuína conservação tropical, mesmo que as florestas continuem a diminuir e as temperaturas aumentem constantemente.

Mesmo se endossados por governos, os créditos de projetos REDD+ ainda enfrentarão problemas de adicionalidade e vazamento devido à inobservabilidade fundamental das linhas de base e à inevitabilidade de ajustes comportamentais e de mercado. Além disso, esses créditos provavelmente serão baseados em suposições que não se alinham com as linhas de base jurisdicionais de REDD+ (por exemplo, Ehara et al., 2021; Atmadja et al., 2022), exigindo um complexo processo de direitos adquiridos e alinhamento para emitir os ajustes correspondentes que impeçam a dupla contagem. Na dimensão social, uma parcela substancial das receitas de iniciativas voluntárias de REDD+ pode nunca chegar às partes interessadas locais, independentemente do endosso do governo (Healy et al., 2023; Sarmiento Barletti & Larson, 2017), em clara contradição com o objetivo do Programa de REDD+ das Nações Unidas de promover o desenvolvimento sustentável e a conservação (Programa UN-REDD, 2012).

Embora o REDD+ ofereça potencial teórico para promover a conservação e o desenvolvimento sustentável nos trópicos, é crucial avaliar criticamente seus impactos no terreno. É bem estabelecido que não existem intervenções de conservação que sejam "soluções milagrosas", e que os impactos dependem do desenho e do contexto da intervenção (Börner et al., 2020). Projetos de REDD+ não são exceção: a literatura sobre avaliação de impacto oferece exemplos de intervenções de REDD+ eficazes e ineficazes em todo o mundo (Simonet et al., 2019; Wunder et al., 2024), incluindo casos em que o desmatamento foi retomado após a conclusão da intervenção (Demarchi et al., 2023; Carrilho et al., 2022).

Em última análise, os projetos REDD+ e os normatizadores de VCM devem garantir, com um grau razoável de conservadorismo, que as reduções de emissões de carbono e outros resultados do projeto sejam reais, positivos, duradouros e atribuíveis aos próprios projetos (p. ex., Malan et al., 2024). Até o momento, ainda faltam evidências convincentes para a maioria dos projetos. Os formuladores de políticas e a indústria de compensação de carbono devem aproveitar estudos científicos que identificaram falhas sistêmicas em projetos REDD+ para reformular o sistema atual e reconstruir a credibilidade de que o VCM necessita urgentemente.

Referências

Abessa, D., Famá, A., Buruaem, L., 2019. The systematic dismantling of Brazilian environmental laws risks losses on all fronts. Nat. Ecol. Evol. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0855-9

Andersson, K.P. et al., 2018. Wealth and the distribution of benefits from tropical forests: Implications for REDD+. Land Use Policy 72, 510–522. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.012

Anderegg, W.R.L., Trugman, A.T., Vargas, G.G., Wu, C., Yang, L., 2025. Current Forest Carbon Offset Buffer Pool Contributions Do Not Adequately Insure Against Disturbance-Driven Carbon Losses. Glob Chang Biol. 31, e70251. https://doi.org/10.1111/gcb.70251

Arhin, A.A., 2014. Safeguards and Dangerguards: A Framework for Unpacking the Black Box of Safeguards for REDD+. Forest Policy and Economics 45, 24–31. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2014.05.003

Atmadja, S.S., Duchelle, A.E., De Sy, V., Selviana, V., Komalasari, M., Sills, E.O., Angelsen, A., 2022. How do REDD+ projects contribute to the goals of the Paris Agreement? Environ. Res. Lett. 17, 044038. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5669

Badgley, G., Chay, F., Chegwidden, O.S., Hamman, J.J., Freeman, J., Cullenward, D., 2022a. California's forest carbon offsets buffer pool is severely undercapitalized. Front. For. Glob. Chang. 5, 1–15. https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.930426

Badgley, G., Freeman, J., Hamman, J.J., Haya, B., Trugman, A.T., Anderegg, W.R.L., Cullenward, D., 2022b. Systematic over-crediting in California's forest carbon offsets program. Glob. Chang. Biol. 28, 1433–1445. https://doi.org/10.1111/gcb.15943

Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E., Uhl, C., 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. For. Ecol. Manage. 108, 9–26. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00251-X

Battocletti, V., Enriques, L., Romano, A., 2023. The Voluntary Carbon Market: Market Failures and Policy Implications. European Corporate Governance Institute, Law Working Paper No. 688/2023. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4380899

Bloomberg, 2024. Resignations at Carbon Oversight Body Raise Quality Concerns. URL https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-12-10/resignations-at-carbon-oversight-body-raise-quality-questions

Bloomberg, 2023. Carbon Offset Market Could Reach $1 Trillion With Right Rules. URL https://about.bnef.com/blog/carbon-offset-market-could-reach-1-trillion-with-right-rules

Blum, M., Lövbrand, E., 2019. The return of carbon offsetting? The discursive legitimation of new market arrangements in the Paris climate regime. Earth Syst. Gov. 2. https://doi.org/10.1016/j.esg.2019.100028

Börner, J., Schulz, D., Wunder, S., Pfaff, A., 2020. The effectiveness of forest conservation policies and programs. Annu. Rev. Resour. Econ. 12, 45–64. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-110119-025703

Briske, D., Vetter, S., Coetsee, C., Turner M., 2024. Rangeland afforestation is not a natural climate solution. Frontiers in Ecology and the Environment 22, e2727. https://doi.org/10.1002/fee.2727

Busch, J., Ferretti-Gallon, K., 2017. What Drives Deforestation and What Stops It? A Meta-Analysis. Rev. Environ. Econ. Policy 11, 3–23. https://doi.org/10.1093/reep/rew013

Calel, R., Colmer, J., Dechezleprêtre, A., Glachant, M., 2021. Do carbon offsets offset carbon? Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper 398/Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper 371. London School of Economics and Political Science, London. URL https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/do-carbon-offsets-offset-carbon

California State Assembly, 2023. Assembly Bill No. 1305. 2023-2024. URL https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=202320240AB1305

Calyx Global, 2023. Turning REDD into Green: Improving the GHG integrity of avoided deforestation credits. URL https://calyxglobal.com/assets/files/resources/664cbe1009b66_Turning%20REDD%20into%20Green.pdf

Cames, M., Ralph, O.H., Füssler, J., Lazarus, M., Lee, C.M., Erickson, P., Spalding Fecher, R., 2016. How additional is the Clean Development Mechanism? Öko-Institut e.V., Berlin. URL https://climate.ec.europa.eu/system/files/2017-04/clean_dev_mechanism_en.pdf

Carrilho, C. D., Demarchi, G., Duchelle, A. E., Wunder, S., Morsello, C., 2022. Permanence of avoided deforestation in a Transamazon REDD+ project (Pará, Brazil). Ecological Economics 201, 107568. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107568

Chomba, S., Kariuki, J., Lund, J.F., Sinclair, F., 2016. Roots of inequity: How the implementation of REDD+ reinforces past injustices. Land Use Policy 50, 202–213. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.021

Cordero Salas, P., Roe, B. E., Sohngen, B. (2018). Additionality when REDD contracts must be self-enforcing. Environmental and resource economics, 69(1), 195-215. https://doi.org/10.1007/s10640-016-0072-9

Corbera, E., Martin, A., 2015. Carbon offsets: Accommodation or resistance? Environ. Plan. A Econ. Sp. 47, 2023–2030. https://doi.org/10.1177/0308518X15611666

Delacote, P., Chabé-Ferret, S., Creti, A. Duffy, K., Elias, M., Guizar-Coutiño, A., Filewod, B., Groom, B., Kontoleon, A., Levelly, G., L'horty, T., Missirian, A., West, T.A.P., 2025. Restoring credibility in carbon offsets through systematic ex post evaluation. Nature Sustainability 8, 733–740. https://doi.org/10.1038/s41893-025-01589-7

Delacote P, Le Velly G, Simonet G. 2024a. Distinguishing potential and effective additionality of forest conservation interventions. Environment and Development Economics 29, 518-538. doi:10.1017/S1355770X24000202

Delacote, P., L'Horty, T., Kontoleon, A., West, T.A.P., Creti, A., Filewod, B., LeVelly, G., Guizar-Coutiño, A., Groom, B., Elias, M., 2024b. Strong transparency required for carbon credit mechanisms. Nat. Sustain. 7, 706–713. https://doi.org/10.1038/s41893-024-01310-0

Delacote, P., Le Velly, G., Simonet, G., 2022. Revisiting the location bias and additionality of REDD+ projects: the role of project proponents status and certification. Resour. Energy Econ. 67. https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2021.101277

Demarchi, G., Subervie, J., Catry, T., Tritsch, I., 2023. Using publicly available remote sensing products to evaluate REDD + projects in Brazil. Global Environ. Change 80,

102653. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102653.

Drakare, S., Lennon, J.J., Hillebrand, H., 2006. The imprint of the geographical, evolutionary and ecological context on species-area relationships. Ecol. Lett. 9, 215–227. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00848.x

Duflo, E., Greenstone, M., Pande, R., Ryan, N., 2013. Truth-telling by third-party auditors and the response of polluting firms: Experimental evidence from India. The Quarterly Journal of Economics 128, 1499–1545. https://doi.org/10.1093/qje/qjt024

Duker, A.E.C., Tadesse, T.M., Soentoro, T., de Fraiture, C., Kemerink-Seyoum, J.S., 2019. The implications of ignoring smallholder agriculture in climate-financed forestry projects: empirical evidence from two REDD+ pilot projects. Climate Policy 19, S36–S46. https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1532389

Forest Trends' Ecosystem Marketplace, 2023. State of the Voluntary Carbon Markets 2023. Washington DC: Forest Trends Association.

Ehara, M., Saito, H., Michinaka, T., Hirata, Y., Leng, C., Matsumoto, M., Riano, C., 2021. Allocating the REDD+ national baseline to local projects: A case study of Cambodia. For. Policy Econ. 129. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102474

European Parliament and the Council, 2004. Directive 2004/101/EC of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mecha. Off. J. Eur. Union L338, 18 –23. URL https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0018:0023:EN:PDF

European Union, 2024a. Directive (EU) 2024/825 of the European Parliament and of the Council of 28 February 2024 amending Directives 2005/29/EC and 2011/83/EU as regards empowering consumers for the green transition through better protection against unfair practices and through better information. OJ L 2024/825.

European Union, 2024b. EU secures agreement on carbon market rules and new climate finance goal, with broader contributor base to drive clean investments, increase resilience and prepare the ground for further emission reductions*. Press release. URL https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_6043

European Union, 2022. Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting. OJ L 322/15.

Fearnside, P.M. 2009. Carbon benefits from Amazonian forest reserves: Leakage accounting and the value of time. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 14(6): 557-567. https://doi.org/10.1007/s11027-009-9174-9

Fearnside, P.M. 2003. Conservation policy in Brazilian Amazonia: Understanding the dilemmas. *World Development* 31(5): 757-779. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(03)00011-1

Fearnside, P.M., 1989. Forest management in Amazonia: The need for new criteria in evaluating development options. Forest Ecol. Manage. 27, 61-79. https://doi.org/10.1016/0378-1127(89)90083-2

Ferraro, P.J. and Pattanayak, S.K., 2006. Money for nothing? A call for empirical evaluation

of biodiversity conservation investments. PLoS biology, 4(4), p.e105. https:///doi. 10.1371/journal.pbio.0040105

Ferraro, P.J., Hanauer, M.M., 2014. Advances in measuring the environmental and social impacts of environmental programs. Annu. Rev. Environ. Resour. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101813-013230

Filewod, B., McCarney, G., 2023. Avoiding carbon leakage from nature-based offsets by design. One Earth 6, 790–802. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.05.024

Foster, B.C., Wang, D., Auld, G., Cuesta, R.M.R., 2017. Assessing audit impact and thoroughness of VCS forest carbon offset projects. Environ. Sci. Policy 78, 121–141. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.09.010

Giles, C., Coglianese, C., 2025. Auditors can't save carbon offsets. Science 389,107-107. https://doi.org/10.1126/science.ady4864

Gold Standard, 2024. The importance of trust in the carbon market. URL https://www.goldstandard.org/news/the-importance-of-trust-in-the-carbon-market

Google, 2024. We're launching a new coalition to scale nature-based carbon removal. URL https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/new-coalition-scale-nature-based-carbon-removal/

Groom, B., Palmer, C., Sileci, L., 2022. Carbon emissions reductions from Indonesia's moratorium on forest concessions are cost-effective yet contribute little to Paris pledges. PNAS 119:e2102613119. https://doi.org/10.1073/pnas.2102613119

Guizar-Coutiño, A., Jones, J.P.G., Balmford, A., Carmenta, R., Coomes, D.A., 2022. A global evaluation of the effectiveness of voluntary REDD+ projects at reducing deforestation and degradation in the moist tropics. Conserv. Biol. 36. https://doi.org/10.1111/cobi.13970

Haya, B.B.K., Alford-Jones, K., Anderegg, W.W.R.L., Beymer-Farris, B., Blanchard, L., Bomfim, B., Chin, D., Evans, S., Hogan, M., Holm, J.A.J., McAfee, K., So, I., West, T.A.P.T., Withey, L., Francisco, S., 2022. Quality assessment of REDD+ carbon credit projects. Berkeley Carbon Trading Project, University of California at Berkeley, Berkeley. URL https://gspp.berkeley.edu/assets/uploads/page/Quality-Assessment-of-REDD+-Carbon-Crediting.pdf

Healy, S., Pietschmann, M., Schneider, L., Karki, A., 2023. Assessing the transparency and integrity of benefit sharing arrangements related to voluntary carbon market projects. Öko-Institut e.V., Berlin. URL https://www.oeko.de/en/publications/assessing-the-transparency-and-integrity-of-benefit-sharing-arrangements-related-to-voluntary-carbon-market-projects

Hermudananto, Hasbillah, H., Belair, E.P., Ruslandi, Ellis, P.W., Putz, F.E., 2024. Potential reductions in carbon emissions from Indonesian forest concessions through use of reduced-impact logging practices. Forests 15, 2198. https://doi.org/10.3390/f15122198

Hertel, T.W., 2018. Economic perspectives on land use change and leakage. Environ. Res. Lett. 13, 075012. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aad2a4

Hortal, J., de Bello, F., Diniz-Filho, J.A.F., Lewinsohn, T.M., Lobo, J.M., Ladle, R.J., 2015. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 46, 523–549. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400

Howson, P., 2017. Intimate exclusions from the REDD+ forests of Sungai Lamandau,

Indonesia. Conservation & Society 15, 125–135. https://doi.org/10.4103/0972-4923.204071.

Jetz, W., McGeoch, M.A., Guralnick, R. et al., 2019. Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations. Nat. Ecol. Evol. 3, 539–551. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0826-1

Joppa, L.N., Pfaff, A., 2009. High and far: Biases in the location of protected areas. PLoS One 4. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273

Jung, M., 2005. The role of forestry projects in the clean development mechanism. Environ. Sci. Policy 8, 87–104. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2005.01.001

Kansanga, M.M., Luginaah, I., 2019. Agrarian livelihoods under siege: Carbon forestry, tenure constraints and the rise of capitalist forest enclosures in Ghana. World Development 113, 131–142. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.09.002

Knudson, W. A., 2008. The environment, energy, and the Tinbergen rule. Bulletin of Science, Technology & Society 29, 308-312. https://doi.org/10.1177/0270467608325375

Kollmuss, A., Schneider, L., Zhezherin, V., 2015. Has Joint Implementation reduced GHG emissions? Lessons learned for the design of carbon market mechanisms. Stockholm Environment Institute, Working Paper 2015-07. URL https://www.sei.org/publications/has-joint-implementation-reduced-ghg-emissions-lessons-learned-for-the-design-of-carbon-market-mechanisms/

Larson, A.M., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D., Duchelle, A.E., Babon, A., Dokken, T., Pham, T.T., Resosudarmo, I.A.P., Selaya, G., Awono, A., Huynh, T.-B., 2013. Land tenure and REDD+: The good, the bad and the ugly. Global Environmental Change 23, 678–689.

Lee, D., Llopis, P., Waterworth, R., Roberts, G., Pearson, T., 2018. Approaches to REDD+ Nesting Lessons Learned from Country Experiences. URL https://documents1.worldbank.org/curated/en/670171523647847532/pdf/Main-report.pdf

Lee J.H., AghaKouchak A, Kieft J., Matin, M., Madani, K., 2025. Beyond Planting Trees: Taking Advantage of Satellite Observations to Improve Forest Carbon Management and Wildfire Prevention, United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH), Richmond Hill. https://doi.org/10.53328/INR25JHL002

Leijten, F., Sim, S., King, H., Verburg, P. H., 2021. Local deforestation spillovers induced by forest moratoria: Evidence from Indonesia. Land Use Policy 109, 105690. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105690

Macintosh, A., Butler, D., Larraondo, P., Evans, M.C., Ansell, D., Waschka, M., Fensham, R., Eldridge, D., Lindenmayer, D., Gibbons, P., Summerfield, P., 2024. Australian human-induced native forest regeneration carbon offset projects have limited impact on changes in woody vegetation cover and carbon removals. Commun. Earth Environ. 5. https://doi.org/10.1038/s43247-024-01313-x

Malan, M., Carmenta, R., Gsottbauer, E., Hofman, P., Kontoleon, A., Swinfield, T., Voors, M., 2024. Evaluating the impacts of a large-scale voluntary REDD+ project in Sierra Leone. Nat. Sustain. 7, 120–129. https://doi.org/10.1038/s41893-023-01256-9

Maréchal, K., Hecq, W., 2006. Temporary credits: A solution to the potential non-permanence of carbon sequestration in forests? Ecological Economics 58, 699–716.

https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.08.017

Merger, E., Pistorius, T., 2011. Effectiveness and legitimacy of forest carbon standards in the OTC voluntary carbon market. Carbon Balance Manag. 6. https://doi.org/10.1186/1750-0680-6-4

Miller, S.D., Goulden, M.L., Hutyra, L.R., Keller, M., Saleska, S.R., Wofsy, S.C., Figueira, A.M.S., Da Rocha, H.R., De Camargo, P.B., 2011. Reduced impact logging minimally alters tropical rainforest carbon and energy exchange. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 108, 19431–19435. https://doi.org/10.1073/pnas.1105068108

Milne, S., Mahanty, S., To, P., Dressler, W., Kanowski, P., Thavat, M., 2019. Learning from 'actually existing' REDD+: A synthesis of ethnographic findings. Conservation & Society 17, 84–95. https://doi.org/10.4103/cs.cs_18_13

Milne, S., Mahanty, S., 2019. Value and bureaucratic violence in the green economy. Geoforum 98, 133–143. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.11.003

Mongabay, 2023. New dams in Cambodia pit 'green' hydropower against REDD+ project. URL https://news.mongabay.com/2023/12/new-dams-in-cambodia-pit-green-hydropower-against-redd-project

Mukpo, A. 2023. Carbon credits from award-winning Kenyan offset suspended by Verra. *Mongabay*, 21 March 2023. URL https://news.mongabay.com/2023/03/carbon-credits-from-award-winning-kenyan-offset-suspended-by-verra

Oliver, C.D., Nassar, N.T., Lippke, B.R., McCarter, J.B., 2014. Carbon, fossil fuel, and biodiversity mitigation with wood and forests. J. Sustain. For. 33, 248–275. https://doi.org/10.1080/10549811.2013.839386

Palmer, C., 2011. Property rights and liability for deforestation under REDD+: Implications for "permanence" in policy design. Ecol. Econ. 70, 571–576. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.10.011

Pan, W., Kim, M.-K., Ning, Z., Yang, H., 2020. Carbon leakage in energy/forest sectors and climate policy implications using meta-analysis. For. Pol. Econ. 115, 102161, 10.1016/j.forpol.2020.102161

Pinto, R.C., West, T.A.P., Vidal, E., 2024. Forest biomass recovery twenty-four years after conventional and reduced-impact logging in Eastern Amazon. Trees, For. People 18, 100717. https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100717

Pontius, R.G., 2018. Criteria to confirm models that simulate deforestation and carbon disturbance. Land 7, 105. https://doi.org/10.3390/land7030105

Poudyal, M., Ramamonjisoa, B.S., Hockley, N., Rakotonarivo, O.S., Gibbons, J.M., Mandimbiniaina, R., Rasoamanana, A., Jones, J.P.G., 2016. Can REDD+ social safeguards reach the 'right' people? Lessons from Madagascar. Global Environmental Change 37, 31–42. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.004

Probst, B.S., Toetzke, M., Kontoleon, A., Díaz Anadón, L., Minx, J.C., Haya, B.K., Schneider, L., Trotter, P.A., West, T.A.P., Gill-Wiehl, A., Hoffmann, V.H., 2024. Systematic assessment of the achieved emission reductions of carbon crediting projects. Nat. Commun. 15, 9562. https://doi.org/10.1038/s41467-024-53645-z

Putz, F.E. and Pinard, M.A., 1993. Reduced-impact logging as a carbon-offset method. Conservation Biology, 7(4), 755-757. https://www.jstor.org/stable/2386806

Putz, F.E., Zuidema, P.A., Pinard, M.A., Boot, R.G.A., Sayer, J.A., Sheil, D., Sist, P., Elias,

Vanclay, J.K., 2008. Improved tropical forest management for carbon retention. PLoS Biol. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060166

Putz, F.E., Zuidema, P.A., Synnott, T., Peña-Claros, M., Pinard, M.A., Sheil, D., Vanclay, J.K., Sist, P., Gourlet-Fleury, S., Griscom, B., Palmer, J., Zagt, R., 2012. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. Conserv. Lett. 5, 296–303. https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00242.x

Rechtbank Amsterdam, 2024. Fossielvrij v KLM. ECLI:NL:RBAMS:2024:1512.

Reuters, 2024. Analysis: Offsets row at net-zero standards body SBTi exposes schism over corporate climate action. URL https://www.reuters.com/sustainability/sustainable-finance-reporting/analysis-offsets-row-net-zero-standards-body-sbti-exposes-schism-over-corporate-2024-04-22/

Reuters, 2023. Zimbabwe to regulate carbon credit market to curb greenwashing. URL https://www.reuters.com/world/africa/zimbabwe-regulate-carbon-credit-market-curb-greenwashing-2023-05-23/

Richardson, V.A., Peres, C.A., 2016. Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. PLoS ONE 11, e0159035. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159035

Romm, J., 2023. Are carbon offsets unscalable, unjust, and unfixable-and a threat to the Paris Climate Agreement? Penn Center for Science, Sustainability, and the Media. Philadelphia. URL https://bpb-us-w2.wpmucdn.com/web.sas.upenn.edu/dist/0/896/files/2023/06/OffsetPaper7.0-6-27-23-FINAL2.pdf

Sandor, R.L., Diperna, P., 2024. Chicago Climate Exchange (CCX): The origin and evolution of voluntary efforts to establish carbon markets. Singapore Econ. Rev. 69, 1315–1360. https://doi.org/10.1142/S0217590824450048

Sarmiento Barletti, J.P., Larson, A.M., 2017. Rights abuse allegations in the context of REDD+ readiness and implementation: A preliminary review and proposal for moving forward, CIFOR infobriefs. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bangor. https://doi.org/10.17528/cifor/006630

Satyal, P., Corbera, E., Dawson, N., Dhungana, H., Maskey, G., 2020. Justice-related impacts and social differentiation dynamics in Nepal's REDD+ projects. Forest Policy and Economics 117, 102203. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102203

Schlamadinger, B., Bosquet, B., Streck, C., Noble, I., Dutschke, M., Bird, N., 2005. Can the EU emission trading scheme support CDM forestry? Clim. Policy 5, 199–208. https://doi.org/10.1080/14693062.2005.9685550

Seyller, C., Desbureaux, S., Ongolo, S., Karsenty, A., Simonet, G., Faure, J., Brimont, L., 2016. The “virtual economy” of REDD+ projects: Does private certification of REDD+ projects ensure their environmental integrity? Int. For. Rev. 18, 231–246. https://doi.org/10.1505/146554816818966273

Simmons, B.A., Marcos-Martinez, R., Law, E.A., Bryan, B.A., Wilson, K.A., 2018. Frequent policy uncertainty can negate the benefits of forest conservation policy. Environ. Sci. Policy 89, 401–411. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.09.011

Simonet, G., Subervie, J., Ezzine-De-Blas, D., Cromberg, M., Duchelle, A.E., 2019. Effectiveness of a REDD project in reducing deforestation in the Brazilian Amazon.

Am. J. Agric. Econ. https://doi.org/10.1093/ajae/aay028

Sist, P., Piponiot, C., Kanashiro, M., Pena-Claros, M., Putz, F.E., Schulze, M., Verissimo, A., Vidal, E., 2021. Sustainability of Brazilian forest concessions. Forest Ecology and Management 496, 119440. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119440

Soininen, J., 2010. Species turnover along abiotic and biotic gradients: Patterns in space equal patterns in time? BioScience 60, 433–439. https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.6.7

Stockholms tingsrätt, 2023. Konsumentombudsmannen v Arla Foods AB. PMT 17372-21.

Takahata, K., Suetsugu, H., Fukaya, K., Shirota, S., 2024. Bayesian state-space synthetic control method for deforestation baseline estimation for forest carbon credits. Environ. Data Sci. 3, e6. https://doi.org/10.1017/eds.2024.5

The Guardian, 2024a. Market value of carbon offsets drops 61%, report finds. URL https://www.theguardian.com/environment/article/2024/may/31/market-value-of-carbon-offsets-drops-61-aoe

The Guardian, 2024b. Cop29: poorer countries are left shortchanged again. URL https://www.theguardian.com/environment/2024/nov/28/cop29-poorer-countries-are-left-shortchanged-again

The Guardian, 2023. Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows. URL https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe

Silva, D.S. and Nunes, S., 2025. Leakage effects from reforestation: Estimating the impact of agricultural displacement for carbon markets. Land 14, 963. https://doi.org/10.3390/land14050963

UN-REDD Programme, 2012. UN-REDD Programme Social and Environmental Principles and Criteria Introduction and Context. Asunción. URL https://www.un-redd.org/sites/default/files/2021-10/UNREDD_PB8_UNREDD%20Programme%20SEPC.pdf

van Klink, R., August, T., Bas, Y., Bodesheim, P., Bonn, A., Fossøy, F., Høye, T.T., Jongejans, E., Menz, M.H.M., Miraldo, A., Roslin, T., Roy, H.E., Ruczyński, I., Schigel, D., Schäffler, L., Sheard, J.K., Svenningsen, C., Tschan, G.F., Wäldchen, J., Zizka, V.M.A., Åström, J., Bowler, D.E., 2022. Emerging technologies revolutionise insect ecology and monitoring. Trends Ecol. Evol. 37, 872–885. https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.06.001

Veldman J.W., Overbeck G.E., Negreiros D., Mahy G., Le Stradic S., et al. 2015. Tyranny of trees in grassy biomes. Science 347, 484–85. https://doi.org/10.1126/science.347.6221.484-c

Verra, 2018. Media Statement: Suruí Forest Carbon Project. URL https://verra.org/media-statement-surui-forest-carbon-project/

Vitel, C.S.M.N., Carrero, G.C., Cenamo, M.C., Leroy, M., Graça, P.M.L.A., Fearnside, P.M., 2013. Land-use change modeling in a Brazilian indigenous reserve: Construction of a reference scenario for the Suruí REDD Project. Hum. Ecol. 41, 807–826. https://doi.org/10.1007/s10745-013-9613-9

Yu, R., Ma, S., Zhang, D., Zhang X., 2024. Forest vegetation increased across China's carbon offset projects and positively impacted neighboring areas. Commun Earth Environ 5,

767. https://doi.org/10.1038/s43247-024-01962

West, T.A.P., Bomfim, B., Haya, B.K., 2024. Methodological issues with deforestation baselines compromise the integrity of carbon offsets from REDD+. Glob. Environ. Chang. 87. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102863

West, T.A.P., Börner, J., Sills, E.O., Kontoleon, A., 2020. Overstated carbon emission reductions from voluntary REDD+ projects in the Brazilian Amazon. Proc. Natl. Acad. Sci. 117, 24188–24194. https://doi.org/10.1073/pnas.2004334117

West, T.A.P., Wunder, S., Sills, E.O., Börner, J., Rifai, S.W., Neidermeier, A.N., Frey, G.P., Kontoleon, A., 2023. Action needed to make carbon offsets from forest conservation work for climate change mitigation. Science 381, 873–877. https://doi.org/10.1126/science.ade3535

West, T.A.P., 2016a. On the improvement of tropical forest-based climate change mitigation interventions. University of Florida.

West, T.A.P., 2016b. Indigenous community benefits from a de-centralized approach to REDD+ in Brazil. Climate Policy 16, 924-939. https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1058238

Wunder, S., Schulz, D., Montoya-Zumaeta, J.G., Börner, J., Ponzoni Frey, G., Betancur-Corredor, B., 2024. Modest forest and welfare gains from initiatives for reduced emissions from deforestation and forest degradation. Commun. Earth Environ. 5, 394. https://doi.org/10.1038/s43247-024-01541-1