



Como os mercados de carbono subestimam sistematicamente os benefícios climáticos das florestas tropicais

Nick Nugent e Frances Seymour

À luz da função crítica das florestas tropicais na estabilização do sistema climático global, por meio de vias carbônicas e não carbônicas, manter e aumentar os incentivos para a conservação de florestas em grande escala é um componente essencial da ação climática. A demanda por créditos de carbono, um dos mecanismos mais promissores para financiar a conservação florestal em grande escala, cresceu rapidamente nos últimos anos, com o mercado voluntário de carbono vendo transações no valor de quase US\$ 2 bilhões em 2021. Em 2022, no entanto, o volume de transações se estabilizou, pelo menos em parte devido a preocupações sobre o risco à reputação de compradores corporativos, temerosos de acusações de greenwashing.

Mesmo em meio a esse ponto de inflexão do mercado, os créditos de carbono por florestas tropicais permanecem populares entre os compradores, porque oferecem uma ampla gama de benefícios conjuntos, relacionados à conservação da biodiversidade, regulamentação da água e meios de subsistência locais, entre outros. Em dezembro de 2022, a [Guiana anunciou a venda](#) de créditos de carbono florestal para um comprador corporativo nos Estados Unidos pelo mínimo de US\$ 750 milhões, a maior transação desse tipo na história.

Apesar, ou talvez como consequência, de sua crescente popularidade, os créditos de carbono florestal tropical continuam a ser [alvo de escrutínio](#) por causa de preocupações sobre se os fornecedores podem [quantificar com precisão](#) seu impacto na redução das emissões de carbono, especialmente na escala de projetos individuais, e no caso de países com [Alta Floresta Baixo Desmatamento \(HFLD\)](#), como a Guiana.

No entanto, os sistemas de crédito de carbono atualmente não são responsáveis pelos efeitos climáticos biofísicos das florestas tropicais, o que um crescente corpo de pesquisa sugere ter impacto significativo sobre a estabilidade climática global. Como resultado, esses sistemas de crédito de carbono subestimam sistematicamente os benefícios climáticos da conservação de grandes áreas de florestas tropicais.

NÃO É APENAS CARBONO: OS EFEITOS BIOFÍSICOS DAS FLORESTAS SOBRE O CLIMA

O relatório *Not Just Carbon: Capturing All the Benefits of Forests for Stabilizing the Climate from Local to Global Scales*, do WRI, traz um resumo do crescente volume de pesquisas que têm revelado que as florestas interagem com a atmosfera de várias formas, não apenas no ciclo do carbono global. Além de afetarem o clima global através da troca de carbono com a atmosfera, as florestas influenciam as temperaturas e os padrões de chuvas nas escalas global e local por meio de quatro processos biofísicos não carbônicos principais:

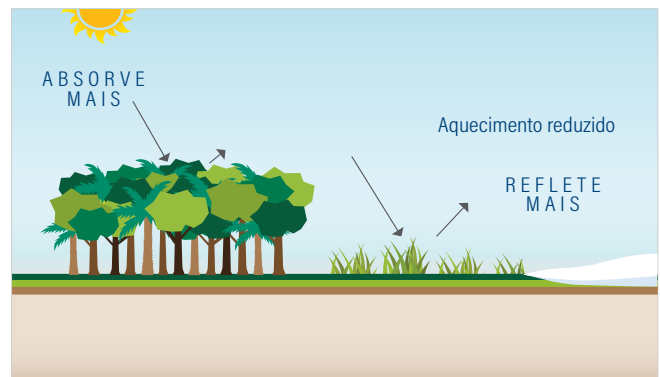
- O albedo, ou a quantidade de energia solar que é refletida no espaço a partir de uma superfície específica, afeta a quantidade dessa energia que é absorvida. Superfícies claras devolvem grande parte da energia solar à atmosfera, podendo causar um efeito de resfriamento (alto albedo). Superfícies escuras absorvem os raios solares, podendo ter um efeito de aquecimento (baixo albedo). Regiões cobertas por árvores verde-escuras absorvem mais energia que regiões cobertas por neve, culturas ou solos expostos, aquecendo o ar à medida que as folhas liberam esse calor, assim como o calor que irradia de pistas asfaltadas.
- A evapotranspiração, ou a função das árvores de liberar umidade no ar, produz um efeito de resfriamento. Isso acontece quando a água evapora da superfície de folhas, bem como quando a água extraída das raízes de árvores é liberada através de poros microscópicos das folhas. Esses processos atuam como um condicionamento natural do ar, resfriando a superfície da Terra e o ar próximo a ela.
- A aspereza da superfície, ou a irregularidade da cobertura florestal, afeta a velocidade e a turbulência do vento. Essa turbulência ajuda a aumentar o calor e umidade da superfície da Terra, gerando um efeito de resfriamento.
- Aerossóis são pequenas partículas que as florestas liberam, como o pólen. As árvores também liberam compostos químicos, como os que dão às árvores de Natal aquele aroma característico. Esses compostos e partículas interagem com a atmosfera de formas complexas, alterando, por exemplo, a concentração de ozônio e nitrato e afetando a cor das nuvens.

Figura 1 | Quatro efeitos não carbônicos de florestas no clima

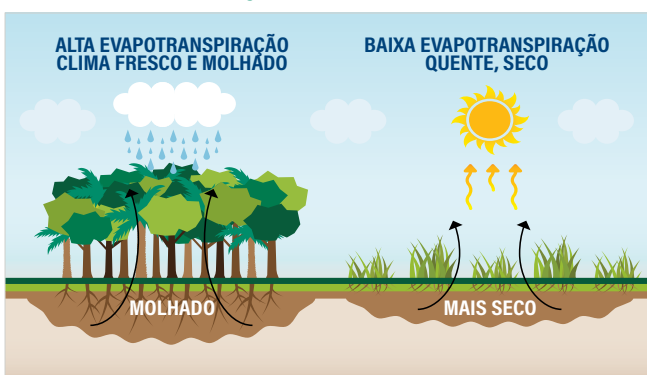
AEROSSÓIS



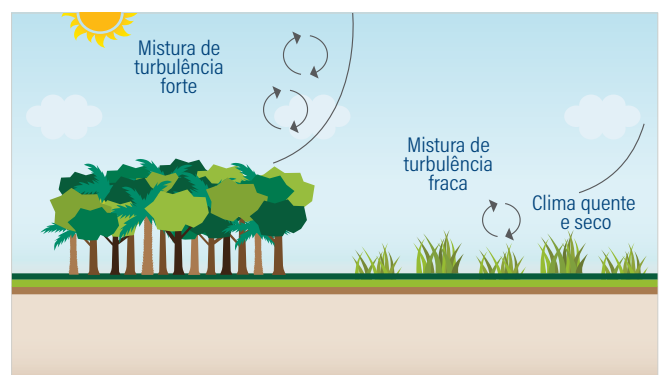
ALBEDO



EVAPOTRANSPIRAÇÃO



ASPEREZA DA SUPERFÍCIE



Juntos, esses fluxos de energia, umidade, partículas e compostos podem interagir para gerar a cobertura de nuvens que, por sua vez, aumenta o albedo, fazendo com que mais energia solar seja refletida no espaço e gerando um efeito de resfriamento.

O desmatamento interfere nesses processos biofísicos das florestas, e os efeitos dessa interferência são sentidos em escalas global, regional e local.

Em escala global, o desmatamento de florestas tropicais contribui 50% a mais com o aquecimento global do que apenas a contagem de carbono sugere. Os efeitos líquidos globais do resfriamento ou aquecimento dependem da latitude das florestas. As Florestas tropicais produzem um grande impacto no resfriamento global quando se consideram os efeitos biofísicos, o que indica que a perda dessas florestas contribui fortemente com o aquecimento global.

Em escala regional, o desmatamento pode reduzir a precipitação na direção do vento, gerando implicações para as chuvas até mesmo entre fronteiras nacionais. As florestas tropicais agem como “bacias de precipitação”, que podem abranger fronteiras nacionais e regular as chuvas em escalas local e regional. Por exemplo: o desmatamento da parte brasileira da Floresta Amazônica afeta as chuvas na Bolívia, no Uruguai, no Paraguai e na Argentina. Essa interferência nos padrões de chuva pode aumentar o risco de seca de formas que ameaçam as seguranças alimentar e hídrica.

Em escala local, o desmatamento pode causar um aumento significativo nas temperaturas médias e extremas locais. Por exemplo: embora o efeito do aquecimento por efeito estufa cause um aumento médio de apenas 1 °C até o momento, a parte mais quente do dia pode ficar acima de 7,6 °C em comunidades locais que perderam o benefício de resfriamento das florestas. Esse aumento local na temperatura causado pelo desmatamento contribui com o efeito estufa em escala global; por consequência, aumenta o estresse térmico em humanos, culturas agrícolas e rebanhos.

QUAIS SÃO OS RISCOS À INTEGRIDADE AMBIENTAL DOS CRÉDITOS DE CARBONO DE FLORESTAS TROPICAIS?

Para demonstrar integridade ambiental, ou seja, comprovar que representam um benefício climático genuíno, os créditos de carbono de todos os tipos devem atender aos padrões que tratam dos riscos. Alguns dos principais riscos para a integridade do crédito de carbono incluem:

- **Não adicionalidade:** As reduções e remoções de emissões representadas por créditos de carbono não significariam uma ação de mitigação adicional se tivessem acontecido de qualquer forma, na ausência de uma intervenção por projeto ou programa. Testes de adicionalidade incluem divergência de uma trajetória habitual de emissões e/ou evidência de que a intervenção foi incentivada pela perspectiva de receitas com crédito de carbono.
- **Incerteza:** Todos os dados e métodos de estimativa trazem alguma incerteza. A certeza de que cada crédito emitido representa uma redução ou remoção real de emissões (em vez de uma estimativa exagerada, devido à incerteza) depende da precisão dos dados e métodos usados para estimar as emissões e remoções.
- **Não permanência:** Se as reduções e remoções de emissões tiverem potencial de serem subsequentemente liberadas na atmosfera (uma “reversão”), esse risco deve ser avaliado, monitorado e gerenciado ao longo de um determinado período.
- **Vazamento:** Uma ação tomada para gerar uma redução ou remoção de emissões não pode simplesmente deslocar atividades que geram emissões para locais onde elas não são contabilizadas.

A confiança do mercado de que esses riscos são gerenciados é necessária para que os créditos de carbono florestal sejam considerados fungíveis, com impacto climático equivalente, com outros tipos de créditos, especialmente aqueles baseados em reduções das emissões de combustíveis fósseis. Embora os créditos de carbono de todos os tipos estejam sujeitos a esses riscos, os créditos de carbono florestal foram destacados, em alguns casos injustamente, e são percebidos como especialmente arriscados.

Por exemplo, os impulsionadores da mudança no uso da terra são complexos e dinâmicos, pois podem depender do clima, dos preços das commodities e dos ciclos políticos, entre outros fatores, de forma que é difícil atribuir reduções de emissões a uma intervenção específica. Além disso, fatores como esses podem aumentar o risco de reversões, como quando o clima seco deixa florestas vulneráveis a incêndios florestais, afetando a permanência dos créditos de carbono. Devido à variabilidade dos sistemas naturais, é desafiador alcançar altos níveis de certeza na estimativa de reduções e remoções de emissões em grandes áreas.

No entanto, creditar emissões e reduções baseadas nas florestas para grandes áreas, como países inteiros ou grandes estados e províncias, chamadas de crédito em escala jurisdicional, reduz automaticamente alguns riscos à integridade ambiental. Por exemplo, quanto maior a área de crédito, menor será a variabilidade interanual das taxas de desmatamento usadas para estabelecer níveis de emissão de referência e, portanto, adicionalidade; menor será o risco de um único evento resultar em uma reversão significativa; e menor será o risco de vazamento. Com base em parte nesses motivos, uma coalizão das principais organizações de política ambiental, conservação e indígenas pediu, recentemente, [uma rápida transição](#) na demanda para créditos florestais em escala jurisdicional.

COMO OS MÉTODOS ATUAIS DE CRÉDITO DE CARBONO ABORDAM ESSES RISCOS?

Muitos padrões de crédito de carbono usam uma combinação de limites e deduções para abordar os riscos discutidos acima e garantir que os créditos sejam adequadamente conservadores. Em outras palavras, eles provavelmente subestimam, em vez de superestimar, os benefícios climáticos atmosféricos dos créditos.

Por exemplo, estimativas de reduções das emissões precisam alcançar um certo limite de certeza estatística para serem elegíveis para crédito e/ou o risco de incerteza deve ser deduzido, enquanto o número total de créditos emitidos é reduzido por um fator que reflete uma estimativa do risco de vazamento. O risco de não permanência geralmente é gerenciado por meio da reserva de uma certa porcentagem de créditos, pelos fornecedores, em “buffer pools”, disponíveis como uma forma de seguro para compensar as reversões.

Se definido muito alto, os limites e testes de adicionalidade podem acabar excluindo categorias inteiras de reduções de emissões do mercado de carbono. Por exemplo, alguns testes de adicionalidade excluiriam créditos de jurisdições HFLD, que muitas vezes cobrem grandes áreas de territórios indígenas, rejeitando **abordagens de crédito** que fornecem alternativas a linhas de base históricas para abordar ameaças emergentes. Deduções excessivas para depósitos por incerteza e vazamento em “buffer pools” podem diminuir os incentivos, a ponto de não valer mais a pena para os fornecedores investirem em reduções e remoções de emissões.

Embora seja importante garantir que os créditos sejam conservadores o suficiente para que os benefícios climáticos não sejam superestimados, os padrões conservadores para créditos que se concentram em riscos de perda podem ser especialmente punitivos para créditos gerados pela conservação de florestas tropicais. Por exemplo, a incerteza das medições dos fluxos de carbono é inerentemente maior para o crédito de grandes áreas florestais, devido à variabilidade dos sistemas naturais em toda a paisagem, um atributo pelo qual nós as valorizamos de outra forma. Além disso, essas abordagens ignoram completamente os benefícios climáticos de contrabalancear os benefícios não carbônicos da proteção de florestas tropicais.

O QUE ACONTECE QUANDO OS MERCADOS DE CARBONO IGNORAM OS EFEITOS NÃO CARBÔNICOS DAS FLORESTAS TROPICAIS?

Atualmente, os mercados de carbono são comercializados em unidades de reduções e remoções de emissões de gases do efeito estufa (GEE), convertendo gases sem CO₂, como metano, em equivalentes de CO₂. Embora **alguns cientistas** tenham pedido a inclusão dos efeitos de albedo sem GEE ao projeto dos esquemas de crédito de carbono florestal há mais de uma década, os programas de crédito ainda não consideram esses e outros efeitos biofísicos das florestas.

Como resultado, suas deduções para riscos de integridade ambiental sobre a capacidade de conservação dos níveis de crédito são agravadas por não atribuir valor aos significativos efeitos adicionais das florestas tropicais sobre o clima, por meio de caminhos não carbônicos. Essas omissões ocorrem de pelo menos duas maneiras:

Ignorar os efeitos biofísicos das florestas tropicais sobre o resfriamento global subvaloriza seu potencial de mitigação e exacerba as desigualdades

Estudos estimam que o potencial de mitigação econômico da redução do desmatamento tropical seja de cerca de 2,8 gigatoneladas de CO₂ por ano de 2030 a 2050. Se isso for amplificado pelo adicional de 50% do bônus de resfriamento global das florestas tropicais por meio de vias biofísicas, a preservação de florestas tropicais poderia, na verdade, fornecer uma redução estimada em 1,4 a 1,8 gigatonelada adicional de mitigação equivalente a CO₂ por ano, aproximadamente comparável a todas as emissões antropogênicas do Japão em 2019. E como a restauração florestal nos trópicos **restaura pelo menos uma parte desses benefícios**, o potencial de mitigação do setor é ainda maior.

Por outro lado, não incorporar os efeitos biofísicos das florestas aos esquemas de crédito de carbono *superestima* sistematicamente o valor dos créditos gerados pela manutenção e expansão da cobertura florestal em latitudes mais altas, onde os efeitos do aquecimento por albedo são significativos.

Como resultado, a omissão desses efeitos não carbônicos resulta em créditos de carbono excessivamente conservadores em países com florestas tropicais, e créditos de carbono excessivamente generosos em um grupo de países mais ricos, o que exacerba as desigualdades.

As deficiências dos esquemas de incentivo centrados em GEE são especialmente relevantes para **os povos indígenas e comunidades locais** nos trópicos, que administram a maior parte do carbono florestal que restam do mundo em seus territórios. A subvalorização dessas florestas as coloca em maior risco de desmatamento ao limitar o financiamento disponível, ameaçar o clima global e aumentar os impactos locais negativos do desmatamento nas próprias comunidades que têm o melhor histórico de prevenção do desmatamento. Esses impactos negativos incluem temperaturas médias e extremas locais mais altas, aumentando o **risco de estresse térmico** para comunidades adjacentes à floresta e seus sistemas agrícolas.

Excluir as florestas tropicais do acesso às finanças do mercado de carbono por não valorizar seus benefícios climáticos não carbônicos seria inconsistente com uma transição justa.

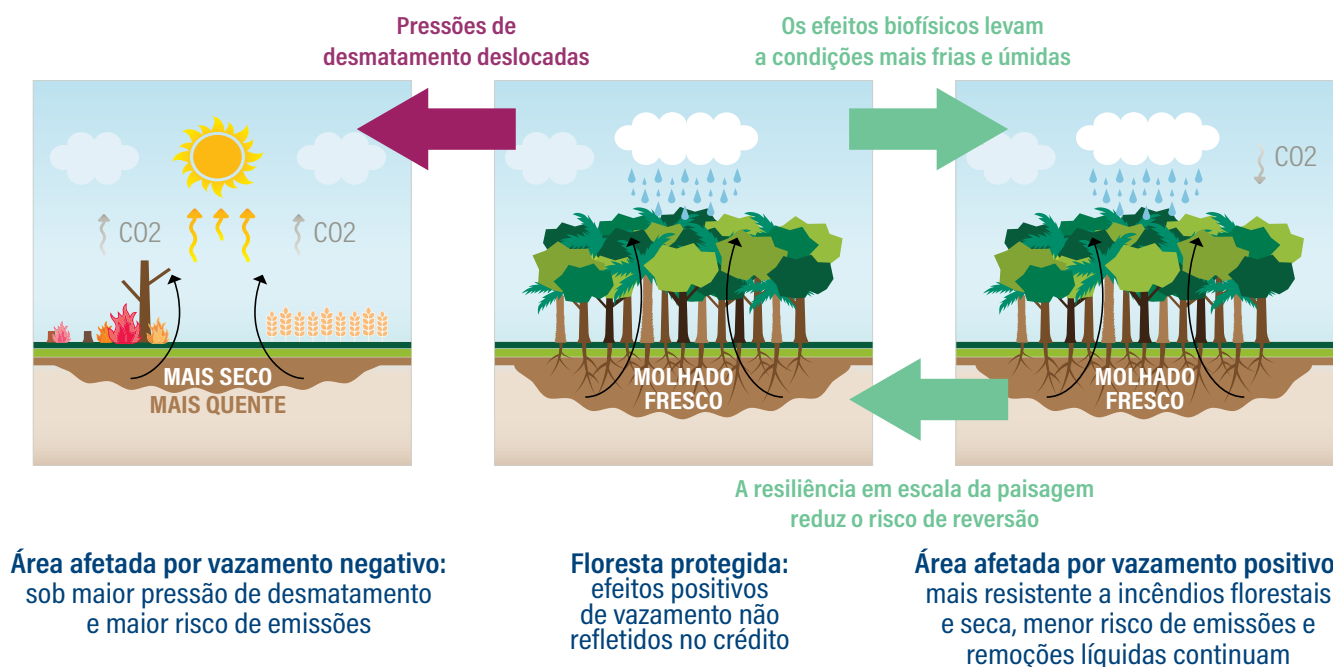
Os mercados de carbono ignoram o “vazamento positivo” da resiliência em escala de paisagem das florestas

Conforme descrito acima, vazamento refere-se ao risco de que intervenções para reduzir emissões em um local simplesmente desloquem atividades causadoras de emissões para outro. Por exemplo, impor a lei contra o desmatamento ilegal de florestas em uma área poderia simplesmente mudar a atividade de desmatamento para uma área adjacente e desprotegida, aumentando assim o risco de desmatamento lá.

No entanto, os efeitos biofísicos locais e regionais das florestas podem ter o efeito oposto de “vazamento biofísico positivo”, onde proteger áreas de florestas tropicais beneficia outras áreas desprotegidas. Devido aos efeitos não carbônicos das florestas sobre a precipitação, local e regional, e nas temperaturas locais, proteger florestas maduras ajuda a manter a resiliência de toda a paisagem, mantendo ambientes mais úmidos e mais frios que reduzem o risco de emissões de CO₂ devido a incêndios florestais e seca, e ajudam florestas degradadas a se regenerar mais rapidamente.

Por outro lado, quando essas florestas são queimadas, desmatadas ou degradadas, os riscos para florestas adjacentes e na direção do vento são elevados devido às condições mais quentes e secas, criadas diretamente pela perda dos serviços florestais locais e que se espera que sejam exacerbadas pelo aquecimento do efeito estufa, o que significa que os benefícios climáticos de conservar essas florestas — e os riscos de perdê-las — são agravados.

Figura 2 | **Vazamento positivo pode gerar benefícios climáticos sem créditos ao proteger florestas**



Fonte: Autores

Em casos extremos, ciclos retroalimentadores de condições mais quentes e secas, causadas por efeitos locais e globais, podem elevar as emissões e o risco de perda florestal e, em última análise, exceder pontos de inflexão catastróficos que, se alcançados, tornariam a regeneração florestal quase impossível, como o que aconteceria se a floresta amazônica fosse convertida em um ecossistema de savana.

Além disso, ao ajudar a manter condições mais frias e úmidas em uma escala mais ampla, proteger uma área florestal também contribui para a resiliência mais ampla do ecossistema, o que, por sua vez, diminui o risco de reversões nessa mesma área.

Assim, ao ignorar o papel do vazamento biofísico positivo na manutenção de paisagens resilientes e ajudar a evitar pontos de inflexão, o crédito de carbono também subvaloriza o efeito das florestas tropicais sobre a permanência de crédito.

COMO OS MERCADOS DE CARBONO PODEM VALORIZAR ADEQUADAMENTE OS BENEFÍCIOS NÃO CARBÔNICOS DAS FLORESTAS TROPICAIS?

1. Submeter os créditos de carbono de florestas tropicais a limites excessivamente altos e deduções para gerenciar riscos de integridade ambiental, sem também considerar seus benefícios de integridade ambiental, pode acabar excluindo-os dos mercados. Órgãos de definição de normas que estabelecem critérios para determinar a qualidade dos créditos de carbono, como o [Integrity Council for the Voluntary Carbon Market \(Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário de Carbono\)](#), devem buscar um equilíbrio entre diferentes tipos de riscos, em vez de se concentrar exclusivamente em apenas um lado do livro-razão. Em vez de perpetuar um preconceito implícito contra as soluções climáticas naturais, os sistemas de crédito devem buscar proativamente maneiras de incluí-las.
2. Os efeitos biofísicos das florestas sobre a estabilização climática poderiam ser capturados como atributos adicionais dos créditos de carbono florestal, que poderiam exigir um preço premium. Vários projetos de programas de crédito de carbono já verificam atributos adicionais de créditos, como aqueles relacionados a benefícios conjuntos da biodiversidade ou de meios de subsistência locais. A curto prazo, tais abordagens poderiam ser ampliadas e ajustadas ao crédito em escala jurisdicional para reconhecer, pelo menos qualitativamente, os benefícios climáticos adicionais não carbônicos da conservação de florestas.
3. Os esquemas de crédito de carbono tropical devem considerar o vazamento biofísico positivo da proteção e restauração das florestas, para complementar salvaguardas em torno do vazamento tradicional (negativo). Embora [estudos](#) demonstrem que os efeitos de transbordamento social e comportamental de projetos de carbono de florestas tropicais podem levar ao melhor manejo florestal terrestre fora dos limites do projeto, faltam estudos sobre vazamento biofísico positivo.
4. Um esforço de longo prazo para quantificar os benefícios adicionais das florestas tropicais ao resfriamento global poderia permitir que elas fossem incorporadas aos mercados como equivalentes de CO₂, da mesma forma que a redução da emissão de GEE sem CO₂, como o metano, é incorporada aos sistemas de comércio de carbono. Alguns compradores provavelmente preferem créditos adicionais equivalentes a CO₂, em vez de créditos com atributos adicionais, enquanto os vendedores certamente aceitariam o reconhecimento do mercado do valor total de seus esforços de conservação florestal.

Determinar a equivalência de CO₂ dos benefícios não carbônicos das florestas exigiria avanços significativos na coleta, análise e modelagem de dados, além do que está disponível hoje, para permitir a quantificação precisa dos efeitos biofísicos das florestas em escalas e suas contribuições para o resfriamento global. A hora de começar é agora.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de reconhecer as avaliações úteis de Michael Wolosin, Mary Grady e Christina Magerkurth.



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE