

POLICY BRIEF

MANEJO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA E RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA: O CAMINHO PARA A SUSTENTABILIDADE

Plinio Sist, Marielos Peña-Claros*, Juan Pablo Baldiviezo Calles, Géraldine Derroire, Milton Kanashiro, Karen Mendoza Ortega, Camille Piponiot, Anand Roopsind, Adalberto Veríssimo, Edson Vidal, Verginia Wortel, Francis E. Putz | *Co-autores líderes*

MENSAGENS-CHAVE

(i) Diretrizes atuais para extrações legais de madeira das florestas naturais na Amazônia (em torno de 20 m³ha⁻¹ de madeira extraída a cada 15-35 anos) não são sustentáveis.

(ii) O rendimento de madeira proveniente de florestas naturais manejadas pode ser substancialmente melhorado pela aplicação de tratamentos silviculturais custo-efetivos que aumentam o estoque e o crescimento de árvores madeireiras.

(iii) O crescente interesse na restauração de florestas tropicais oferece oportunidades para promover o manejo de florestas secundárias e degradadas para madeira, e plantações mistas com espécies nativas. Os rendimentos de madeira dessas áreas restauradas reduziriam a pressão sobre as florestas naturais – permitindo que áreas maiores fossem reservadas para proteção e reduzindo a intensidade de corte em florestas naturais.

(iv) A silvicultura de base comunitária poderia aumentar substancialmente a superfície de produção, promovendo simultaneamente o desenvolvimento rural.

(v) Os esforços para promover o manejo florestal sustentável são limitados pela concorrência desleal da extração ilegal de madeira, bem como pela falta de mercados especializados que reconheçam o valor agregado da madeira proveniente de florestas naturais manejadas de forma responsável.

RECOMENDAÇÕES

(i) Assegurar a recuperação a longo prazo das reservas de madeira nas florestas naturais manejadas, reduzindo as intensidades de corte de madeira em 50% e aumentando os ciclos mínimos de corte admissíveis para 60 anos. Com

essas restrições, a área de produção de florestas naturais da Amazônia é insuficiente para atender à crescente demanda por produtos madeireiros.

(ii) Incentivar a aplicação de tratamentos silviculturais para aumentar o estoque e o crescimento de árvores madeireiras, bem como as taxas de sequestro de carbono.

(iii) Promover e desenvolver outras fontes de madeira para atender à crescente demanda por produtos madeireiros. Fontes alternativas de madeira incluem florestas secundárias e degradadas, bem como plantações mistas de espécies madeireiras nativas que resultam de programas de restauração da paisagem florestal (RPF).

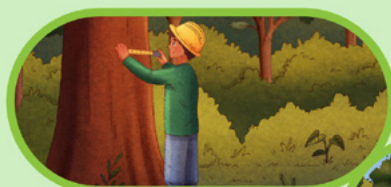
(iv) Apoiar a silvicultura de base comunitária por meio de regulamentações apropriadas de política florestal e forte capacitação em tópicos como planejamento e operações de colheita, silvicultura de florestas naturais manejadas, administração de empresas e marketing.

(v) Aumentar os esforços para interromper o fornecimento de madeira proveniente da extração de madeira e desmatamento ilegais.

(vi) Adaptar e desenvolver mercados especializados para madeira produzida de forma legal e sustentável em florestas naturais. Isso poderia incentivar as melhores práticas de gestão, oferecendo melhores preços, reconhecendo o maior custo da gestão sustentável e seus benefícios ambientais.

(vii) Apoiar pesquisas sobre monitoramento de longo prazo de parcelas florestais permanentes, silvicultura, avaliação dos recursos florestais em florestas secundárias e degradadas e monitoramento de extração ilegal de madeira por meio de ferramentas de sensoriamento remoto e de rastreabilidade.

Manejo florestal e restauração de paisagens - o caminho para a sustentabilidade



Garantir a recuperação a longo prazo dos estoques de madeira em florestas naturais manejadas, ajustando as práticas atuais de exploração madeireira



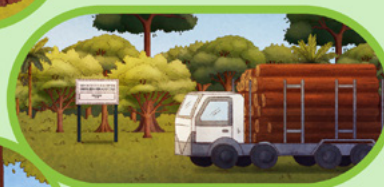
Promover e desenvolver outras fontes de madeira, como florestas secundárias e degradadas



Incentivar a aplicação de tratamentos silviculturais para promover a recuperação do volume de madeira e dos estoques de carbono



Promover o uso de espécies de madeira nativa em programas de restauração de paisagens florestais



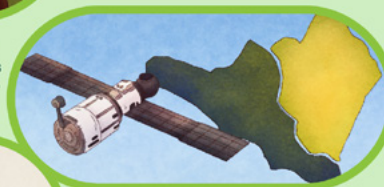
Aumentar os esforços para interromper o fornecimento de madeira ilegal e o desmatamento



Apoiar o manejo florestal de base comunitária por meio de regulações de políticas florestais apropriadas e forte capacitação



Desenvolver mercados especializados para madeira produzida de forma legal e sustentável em florestas naturais



Promover o desenvolvimento de ferramentas para monitorar a extração ilegal de madeira por meio de sensoriamento remoto e ferramentas de rastreabilidade



Apoiar pesquisas sobre monitoramento de longo prazo de florestas usadas para produção de madeira



RESUMO GRÁFICO: Manejo florestal e restauração de paisagens – o caminho para a sustentabilidade.

A. A NECESSIDADE URGENTE DE REVER AS PRÁTICAS DE GESTÃO FLORESTAL

A grande maioria das florestas tropicais está perturbada, com florestas super exploradas sendo agora mais difundidas do que florestas naturais intactas^{1,2}. Na Amazônia, a extração seletiva de madeira potencialmente abrange uma área total de 246 milhões ha⁻¹³ (Figura 1). Somente em 2020, a exploração madeireira ocorreu em cerca de 460.000 ha na Amazônia brasileira⁴ e 131.000 ha na Bolívia. A extração seletiva de madeira é uma importante atividade econômica na Amazônia. Em 2016, a indústria madeireira na Amazônia brasileira gerou uma renda total de \$920 milhões (principalmente de madeira serrada) e criou mais de 70.000 empregos⁴. Em 2022, a indústria madeireira na Bolívia gerou US\$ 100 milhões

com as exportações de madeira e cerca de US\$ 500 milhões no mercado interno¹. Apesar de ilegal, a exploração madeireira predatória é uma importante causa de degradação florestal⁵⁻⁸. A floresta explorada de forma sustentável retém grande parte de seus estoques de carbono e abriga alta biodiversidade^{1,3,9,10}.

A regulamentação das práticas de manejo florestal difere entre os países e territórios amazônicos. A duração do ciclo de colheita varia de 15 a 35 anos, com a Guiana Francesa tendo ciclos de corte substancialmente mais longos (65 anos) do que os países amazônicos. A intensidade de registro permitida também varia de acordo com o país, mas os valores entre 10-30 m³ha⁻¹ são comumente usados. Seguir essas regras pode atender às demandas do mercado madeireiro, mas nem sempre são apropriadas para

a ecologia das espécies manejadas e, geralmente, não permitem a reconstituição completa dos estoques de madeira dentro de um ciclo de corte¹¹. A maioria dos estudos que avaliaram os impactos de longo prazo da exploração florestal relatam que, enquanto os estoques de biomassa se recuperam em 20-40 anos^{10,12} e a biodiversidade é retida em sua maioria^{9,13}, a recuperação das reservas de madeira é significativamente mais lenta. A maioria dos estudos relata que, na melhor das hipóteses, sem tratamentos silviculturais, os volumes de madeira só recuperam 50% de seu valor pré-exploração após o primeiro corte, quando a duração mínima legal do ciclo de colheita é seguida^{9,11}. A intensidade da exploração madeireira parece ser o principal fator que influencia a recuperação da biomassa, da biodiversidade e dos volumes de madeira^{3,10,11}. Uma simulação recente das taxas de recuperação do volume de madeira pós-exploração madeireira na Bacia Amazônica confirmou esses resultados em nível regional e mostrou que, mesmo com ciclos de corte de 65 anos e intensidades de extração de apenas 20 m³/ha, as florestas manejadas recuperam apenas 70% de seus estoques de madeira pré-madeireira³.

A sustentabilidade da produção de madeira é uma questão importante para a conservação das florestas amazônicas e para as florestas tropicais em todo o mundo. No entanto, ainda hoje, as aplicações desse conceito são muitas vezes confusas ou enganosas devido à falta de definições claras e às diferentes maneiras pelas quais a sustentabilidade pode ser concebida^{14,15}. Este conceito foi aplicado pela primeira vez à produção

de madeira por silvicultores, mas foi mais recentemente expandido para incluir uma variedade de produtos florestais e outros serviços ecossistêmicos. Em qualquer caso, as ações e práticas que promovem a produção sustentável de madeira devem garantir produção sustentada de madeira (PSM) e manter a integridade funcional, a estrutura e a composição e diversidade de espécies da floresta.



FIGURA 1: Floresta disponível para produção de madeira no bioma amazônico. Todas as áreas coloridas são florestas com integridade florestal de média a alta¹⁶. Áreas laranjas são florestas protegidas onde a produção de madeira não é permitida (IUCN categorias I-V; área total: 221 Mha). Outras áreas florestais são consideradas disponíveis para a produção de madeira (em rosa), ou seja, dentro de 50 km de uma estrada ou pista motorizada ou dentro de 20 km de um grande rio (área total: 246 Mha), ou atualmente inacessível (em verde; área total: 98 Mha). As áreas protegidas foram mapeadas usando o Banco de Dados Mundial sobre Áreas Protegidas (UNEP-WCMC e IUCN (2023)². A malha viária foi extraída da Rede Amazônica de Informações Socioambientais Georreferenciadas (RAISG³). O mapa dos principais rios foi obtido a partir do catálogo de dados do Banco Mundial.

A ênfase na madeira permanecerá enquanto ela mantiver o maior valor econômico e a cadeia de valor mais consolidada. Ao mesmo tempo, parece irrealista esperar que uma floresta derrubada recupere o volume de madeira acumulado ao longo de centenas de anos dentro de ciclos de corte economicamente viáveis de 30, 60 ou mesmo 90 anos. É fundamental aceitar que os ciclos sucessivos gerarão uma produção de madeira menor do que a primeira safra. Essa diferença é chamada de "prêmio de floresta

primária^{19,17} conforme ilustrado na Figura 2. Nesse contexto, PSM deve significar rendimentos constantes de madeira ao longo de vários ciclos (Figura 2), em vez do retorno ao nível de volume de madeira pré-colheita. Consequentemente, o principal desafio para os gestores é avaliar a melhor intensidade de exploração madeireira e duração do ciclo que garantirá um rendimento de madeira constante, e determinar como a taxa de recuperação de madeira pode ser melhorada sem comprometer outros valores florestais. Esta abordagem exigirá a gestão de florestas naturais com características diferentes das florestas naturais intactas, mas com níveis semelhantes de biodiversidade e prestação de serviços ambientais. Além disso, esta abordagem só funcionará quando for implementada uma forte governança florestal (ver secção D) e quando a indústria madeireira for financeiramente viável a longo prazo (ver secção E).

A maioria das espécies madeireiras amazônicas é de crescimento lento e sofre a competição de árvores e lianas vizinhas. Tratamentos silviculturais como a liberação das árvores de futuras colheitas (AFC) da concorrência de outras árvores ou lianas têm sido promovidos como uma alternativa para melhorar a recuperação do rendimento da madeira¹⁸⁻²⁰. Por exemplo, nas florestas tropicais úmidas e secas da Bolívia, tais tratamentos dobraram as taxas de crescimento das AFC^{17,21,22}. Embora comprovadamente eficazes, os tratamentos silviculturais ainda são muito mal aplicados em larga escala, principalmente pelo custo (mas veja ²³⁻²⁵) e incerteza sobre o acesso às florestas manejadas, por exemplo, devido à não renovação das licenças de exploração madeireira, invasões de agricultores e conflitos sociais²⁶. Finalmente, a legislação atual se concentra em práticas que visam reduzir os danos à exploração madeireira (por exemplo, implementação de técnicas de exploração florestal de impacto reduzido), em vez de práticas que promovem a recuperação florestal.

O retorno às condições de floresta pré-colheita após a exploração madeireira não é essencial e não deve ser considerado como o principal objetivo do manejo florestal sustentável. Em vez disso, garantir PSM por séculos muitas vezes pode exigir que as

florestas naturais manejadas difiram um pouco das florestas naturais, mas com conjuntos semelhantes de características funcionais, níveis de biodiversidade e serviços ambientais^{14,27}.

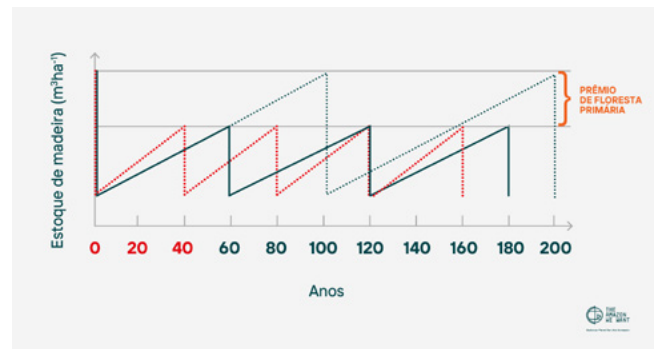


FIGURA 2: Três versões da produção sustentável de madeira (PSM). Linha preta escura: ciclos sucessivos de exploração madeireira com produtividades constantes após a primeira colheita devido ao “prêmio de floresta primária”. Linha preta tracejada: ciclos sucessivos de exploração com 100% de reconstrução dos estoques originais, o que exige ciclos de duração muito mais longos. Linha tracejada vermelha: Exploração madeireira com técnicas de impacto reduzido e tratamento silvicultural (liberação) que servem para estimular a recuperação do estoque de madeira e, portanto, permitem uma duração do ciclo de corte encurtada.

UM CENÁRIO SUSTENTÁVEL DE PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA A AMAZÔNIA

Uma simulação recente de ciclos sucessivos de exploração madeireira de diferentes intensidades na Amazônia brasileira indica que o PSM é possível com uma intensidade de exploração madeireira de $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ a cada 60 anos, desde que a lista de espécies consideradas comerciais seja aumentada (ou seja, que 90% do volume original da floresta, antes da colheita, seja proveniente de espécies consideradas comerciais)²⁷ (Figura 3). No caso da Amazônia brasileira, com uma área potencial de concessão de 35 Mha, esse cenário produziria de forma sustentável 3.5 Mm^3 anualmente¹, enquanto

¹ Nem todos os 35 Mha que poderiam ser alocados em concessões no Brasil estarão disponíveis para colheita porque as regulamentações de manejo florestal exigem a exclusão de áreas sensíveis não adequadas para a extração de madeira (por exemplo, áreas ripárias, áreas com alta inclinação) e a designação de áreas protegidas dentro das concessões. Além disso, em algumas áreas, o manejo florestal não será viável devido à acessibilidade reduzida, à falta de mercados locais e ao baixo volume de espécies comerciais.

a produção atual é estimada em cerca de 11 Mm³⁴. As florestas naturais, portanto, sozinhas, não serão capazes de garantir essa produção a longo prazo. Conseqüentemente, há uma necessidade urgente de implementar novos esquemas de silvicultura tropical que aumentem a produção de madeira de florestas naturais, bem como de programas de restauração. O recente entusiasmo pela restauração florestal sob o Desafio de Bonn e a proclamação da Década das Nações Unidas de Restauração de Ecossistemas (2021-2030) oferecem oportunidades para aumentar a produção de madeira da Amazônia (ver seção B). Outra forma de aumentar a produção legal de madeira seria aumentar a área de florestas de produção, promovendo e facilitando o manejo florestal comunitário em unidades de conservação (ver seção C).

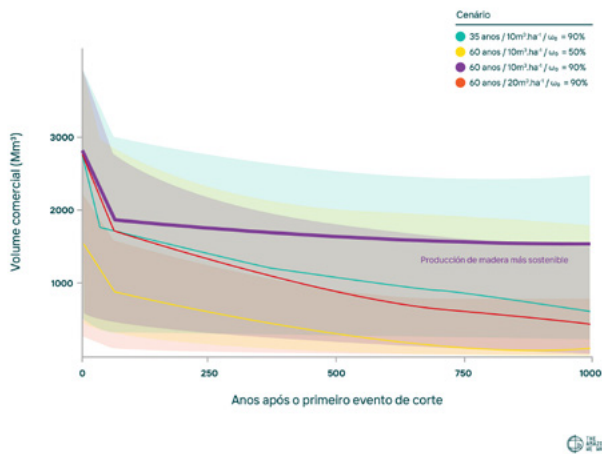


FIGURA 3: Estoques de volume comercial em quatro cenários para 35 Mha de concessões florestais no Brasil²⁶. O eixo x é o tempo após o primeiro evento de registro (em anos); O eixo y é o volume total de estoques comerciais em toda a área, em Mm³. As cores representam os 4 cenários, sendo que as linhas grossas correspondem às medianas e as áreas sombreadas os intervalos de credibilidade de 95%. O cenário em que 10 m³ha⁻¹ é extraído a cada 60 anos com uma proporção de madeira comercial de 90 % (linha roxa superior) é o mais sustentável, com uma duração média > 1000 anos e um rendimento quase constante.

B. ESFORÇOS DE RESTAURAÇÃO PARA GARANTIR A PRODUÇÃO DE MADEIRA A LONGO PRAZO

Programas de restauração em larga escala são urgentemente necessários em toda a Amazônia. Esses programas incluem uma variedade de estratégias que visam aumentar a extensão e a permanência da cobertura arbórea e contribuir para a entrega de múltiplos benefícios²⁸. Tais programas também oferecem oportunidades únicas para o desenvolvimento de sistemas alternativos para a produção de madeira. Esses programas devem promover o uso de espécies madeireiras nativas²⁸ no plantio de árvores em áreas desmatadas abandonadas, que cobrem milhões de hectares dentro do “arco do desmatamento” da Amazônia. Programas de restauração florestal podem contribuir para a conservação de florestas naturais remanescentes ao atender parte da demanda por madeira²⁸. Aqui discutimos vários esforços de restauração que poderiam ser usados para promover a produção de madeira.

FLORESTAS SECUNDÁRIAS

As florestas secundárias (FS) se desenvolvem quando as áreas desmatadas para a agricultura (incluindo a pecuária) são abandonadas, devido a uma variedade de razões (por exemplo, esgotamento da fertilidade do solo, pastagens altamente degradadas, altos custos de controle de ervas daninhas, esvaziamento de áreas rurais). As FS cobrem uma grande área dos trópicos; só na Amazônia brasileira, em 2020, elas cobriram 163,624 km²²⁹. A maioria das florestas secundárias (85,6%) tem menos de 20 anos, com mediana de 7 anos³⁰. Estudos têm mostrado que as FS são capazes de recuperar, em média, 78% de seus valores de floresta primária em um período de tempo relativamente curto (20 anos³¹). Infelizmente, FS são frequentemente convertidas em novas pastagens ou terras agrícolas, resultando em paisagens dominadas por florestas secundárias jovens (<5 anos³⁰).

Uma solução pragmática para evitar a conversão de FS em outros usos da terra é aumentar seu valor econômico promovendo seu manejo para madeira, produtos florestais não madeireiros (PFNM), biodiversidade e sequestro de carbono. A gestão desses recursos poderia gerar benefícios econômicos para seus proprietários e usuários³²⁻³⁵. Florestas secundárias antigas (>20 anos) têm forte potencial para serem manejadas de forma sustentável especialmente para espécies de madeira de crescimento rápido^{36,37}, que podem atingir volumes de madeira muito altos. A utilização de FS para a produção de madeira reduzirá a pressão sobre as florestas naturais não geridas, pelo menos para a produção de madeira a partir de espécies com madeira menos densa, com algumas espécies a terem mercados locais bem estabelecidos. No entanto, o aumento do valor econômico dessas florestas secundárias deve ser acompanhado por uma melhor governança florestal que proíba a conversão florestal e reconheça os direitos dos pequenos agricultores e das comunidades florestais à terra.

FLORESTAS DEGRADADAS

Estima-se que 36 Mha de floresta foram degradados na Amazônia brasileira de 2001 a 2018, devido ao fogo, efeitos de borda e extração de madeira. Isso corresponde a 112% da área total desmatada no mesmo período³⁸. Uma parte dessas florestas ditas “degradadas” poderia ser restaurada para a produção de madeira com tratamentos silviculturais. Um caminho a seguir é que os programas de restauração incluam florestas degradadas ao definir os esforços de restauração no nível da paisagem, já que a recuperação dessas florestas é provavelmente mais barata do que o reflorestamento de áreas desmatadas. Os programas de restauração precisariam avaliar o funcionamento dessas florestas e seu potencial em termos de recursos madeireiros para definir os melhores tratamentos silviculturais a serem aplicados para melhorar sua recuperação. Os potenciais tratamentos silviculturais são o enriquecimento, o plantio e a liberação de árvores de futuras colheitas (AFC) de lianas e outros

concorrentes. Outro caminho mais passivo é a proteção das florestas degradadas contra degradação adicional por extração de madeira, pastagem, incêndios florestais, produção de carvão vegetal e atividades ilegais, para que tenham tempo de se recuperar naturalmente. A reabilitação de apenas metade da área coberta por florestas degradadas poderia gerar uma produção anual de madeira de 3 Mm³ nos próximos 30 anos, com base em uma produtividade de 10m³ha⁻¹ a cada 60 anos.

PLANTAÇÕES MISTAS

Plantações mistas de espécies madeireiras nativas ainda são pouco desenvolvidas na Amazônia. No Brasil, por exemplo, a maioria das plantações está concentrada no Sul, cobrindo 9,8 Mha e quase exclusivamente composta por espécies não nativas de eucalipto (75%) para produção de celulose³⁹. Na Amazônia brasileira, as plantações cobrem cerca de 940.000 ha, dos quais 80% também são eucaliptos³⁹. As plantações mistas são supostamente mais produtivas do que as monoculturas, ao mesmo tempo em que fornecem serviços ambientais mais diversificados. Há exemplos de plantações mistas nos trópicos, mas maneiras de ampliar esses esforços devem ser desenvolvidas e testadas. Um estudo recente na Guiana Francesa mostrou que o aumento da participação de espécies madeireiras nativas provenientes de plantações na produção madeireira geral do território poderia melhorar o balanço de carbono do setor madeireiro e reduzir a área de florestas naturais em exploração madeireira¹². Para minimizar seus impactos ambientais e socioeconômicos, as plantações madeireiras não devem ser estabelecidas após a derrubada de florestas naturais, como era feito com muita frequência no passado⁴⁰. É, portanto, essencial que os plantios madeireiros sejam planejados e estabelecidos no contexto de programas de restauração da paisagem.

C. PROMOÇÃO DA SILVICULTURA DE BASE COMUNITÁRIA

A expansão do manejo florestal de base comunitária (MFBC) aumentaria a produção legal de madeira na Amazônia. Enquanto as concessões florestais industriais muitas vezes produzem exclusivamente madeira, a MFBC frequentemente gerencia vários recursos florestais, incluindo madeira, PFNMs e ecoturismo⁴¹. Esses usos múltiplos oferecem fontes adicionais de renda e, portanto, podem melhor acomodar intensidades de extração mais baixas e ciclos mais longos, conforme recomendado pelo Sist *et al*²⁷. Além disso, o MFBC também oferece uma maneira para que os povos indígenas e as comunidades locais garantam direitos legais à terra sobre seus territórios, como é o caso da Bolívia de planície⁴².

O MFBC na América Latina é mais difundido do que na África ou na Ásia (Figura 4a), cobrindo cerca de 231 milhões de hectares, ou 30% da cobertura florestal total de 7 países amazônicos (Figura 4b⁴³, sem dados para Guiana e Suriname). Esses números mostram claramente o altíssimo potencial da Amazônia para a MFBC e a promoção do manejo florestal sustentável, a melhoria

dos meios de subsistência locais e a conservação da floresta. Só no Brasil, a MFBC poderia se expandir para cerca de 55 milhões de hectares⁴⁴. Se apenas metade dessa área fosse destinada à MFBC, o potencial de produção anual seria de 4.6 M m³ com uma intensidade de colheita de 10 m³ ha⁻¹ e um ciclo de 60 anos.

Diferentes formas de MFBC poderiam ser promovidas, desde a gestão integral pelos membros da comunidade até parcerias entre comunidades, assentados florestais e empresas madeireiras⁴⁵. Além disso, é importante considerar que muitos pequenos agricultores na Amazônia detêm áreas de floresta que não são valorizadas economicamente e, portanto, correm o risco de serem convertidas para usos da terra mais imediatamente rentáveis, como pastagens. É, portanto, crucial que os pequenos agricultores obtenham benefícios financeiros de suas florestas, o que é motivação para manter suas florestas em pé⁴⁵⁻⁴⁸.

Embora o MFBC e o manejo florestal de pequenos agricultores sejam reconhecidos como essenciais para a conservação das florestas naturais na Amazônia, a maioria dos países amazônicos carece de políticas florestais que promovam o MFBC.

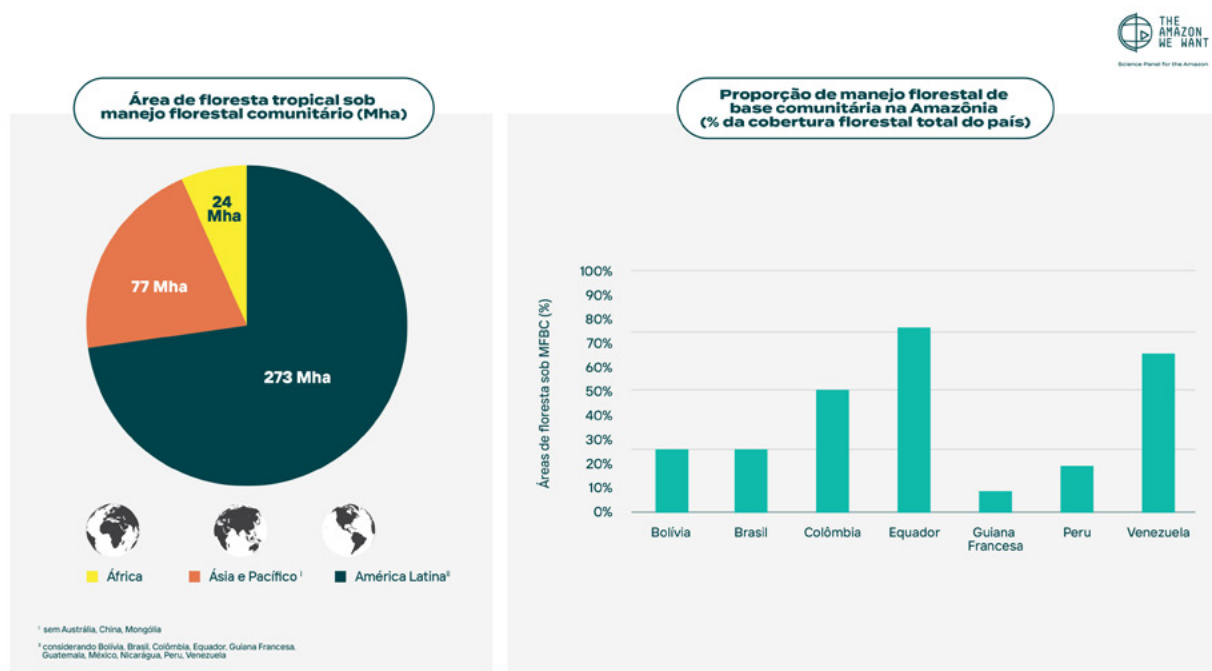


FIGURA 4: Importância do manejo florestal de base comunitária (MFBC) nas florestas tropicais do mundo e na Amazônia⁴². 4a) MFBC tropical (Mha) na África, Ásia e Pacífico e América Latina. 4b) MFBC nos países amazônicos como percentual da cobertura florestal daquele país.

D. A NECESSIDADE DE PARAR A EXTRAÇÃO ILEGAL DE MADEIRA E O DESMATAMENTO

O manejo florestal responsável com produção sustentável de madeira requer investimentos substanciais de longo prazo e, portanto, não pode competir com a extração ilegal de madeira. Infelizmente, a extração ilegal de madeira continua sendo uma importante fonte de madeira em toda a Amazônia. Por exemplo, nos estados brasileiros do Pará e Mato Grosso, que fornecem cerca de 75% da madeira produzida na Amazônia brasileira, a extração ilegal de madeira ocorreu em 68% e 44%, respectivamente, da área total colhida durante 2007-2019⁴.

A extração ilegal de madeira causa danos significativos às finanças governamentais devido aos impostos não recolhidos, à baixa segurança dos trabalhadores e aos baixos salários, além de prejudicar o meio ambiente, impactos bem conhecidos e documentados⁴⁹. Infelizmente, os esforços do governo para impedir a extração ilegal de madeira permanecem ineficazes, mesmo onde protocolos de detecção sofisticados estão disponíveis⁴⁹. A extração ilegal de madeira também reduz os preços das toras, impossibilitando que as operações adotem práticas de sustentabilidade dispendiosas e permaneçam competitivas.

O combate à extração ilegal de madeira pode dar certo, como se viu no Brasil de 2004 a 2012. O sucesso do Brasil na desaceleração do desmatamento nesse período pode ser atribuído a uma abordagem sinérgica e intersetorial da governança ambiental, que incluiu monitoramento frequente das florestas com sensoriamento remoto, verificação em campo do desmatamento ilegal de florestas pelo Ibama e multa judicial aos infratores⁵⁰. Essa abordagem abrangente poderia ser usada para combater a extração ilegal de madeira em toda a região. Vale a pena notar que até recentemente era difícil detectar distúrbios florestais em pequena escala causados pela extração seletiva de madeira usando imagens de satélite; No entanto, com o lançamento de novos sensores e o desenvolvimento

de métodos de aprendizagem profunda, a degradação florestal agora pode ser detectada com alto detalhe espacial quase em tempo real^{51,52}. Esses desenvolvimentos oferecem novas oportunidades para usar o sensoriamento remoto para detectar a extração ilegal de madeira dentro e fora das áreas de manejo legalmente-designadas. Além disso, novas ferramentas para rastreamento de madeira permitem um melhor monitoramento da legalidade da madeira ao longo da cadeia de produção⁵³.

Além das técnicas de sensoriamento remoto para detecção de extração ilegal de madeira, plataformas como a *Timberflow* (criada em 2007 pelo Imaflo) facilitam o cruzamento das autorizações legais emitidas por órgãos governamentais. Dada a proliferação de documentos falsificados, esta plataforma é fundamental para avaliar a legalidade da madeira⁴.

E. PROMOVER MERCADOS ESPECIALIZADOS

A realização de uma gestão florestal aprimorada na Amazônia requer a viabilidade financeira de longo prazo das indústrias madeireiras, que dependem dos mercados madeireiros. É vital que os mercados reconheçam o valor agregado da madeira produzida legalmente a partir de florestas naturais manejadas de forma sustentável. Melhores práticas de manejo são necessárias, começando com inventários e planejamento florestal, incluindo a exploração florestal de impacto reduzido (EIR), incluindo a aplicação de tratamentos silviculturais para estimular a regeneração e o crescimento de árvores madeireiras. Para que isso aconteça, os mercados devem oferecer um preço mais alto para a madeira extraída de florestas naturais manejadas de forma responsável²⁷.

Considerando que o uso de práticas de EIR pode reduzir pela metade as emissões da extração seletiva de madeira⁵⁴, os mercados de carbono devem fornecer parte do financiamento necessário para promover a transição da exploração florestal insustentável para o manejo florestal responsável⁵⁵.

No entanto, o desenvolvimento de mercados de carbono baseados na melhora do manejo florestal na Amazônia é improvável enquanto a extração ilegal de madeira continuar sendo a principal fonte de madeira. Por isso, a transparência e a rastreabilidade em toda a cadeia produtiva são essenciais e devem ser desenvolvidas e levadas à escala.

Uma indústria madeireira moderna é urgentemente necessária na Amazônia para processar mais espécies madeireiras, ao mesmo tempo em que aumenta substancialmente a eficiência do processamento para reduzir o desperdício. Atualmente, apenas 40% do volume que entra nas serrarias é transformado em madeira, sendo o restante queimado ou deixado sem uso⁴⁹. Melhorar a eficiência da serraria para apenas 60% aumentaria o volume de madeira em 50% sem derrubar árvores adicionais. Além disso, é importante promover a produção e fabricação de produtos finais na região (como móveis), para agregar valor e aumentar os benefícios econômicos que permanecem na região⁵⁶. Por fim, será importante valorizar os subprodutos da cadeia produtiva (por exemplo, o uso de resíduos de serrarias para produzir combustível ou materiais compostos) para reduzir o desperdício e aumentar a viabilidade econômica do setor.

F. APOIO À PESQUISA

a) O monitoramento de longo prazo das florestas após a colheita de madeira é essencial para entender o impacto da exploração madeireira e das mudanças climáticas na recuperação e resiliência das florestas amazônicas. Redes internacionais, como o Observatório de Florestas Tropicais (Tropical Managed Forests Observatory -TmFO), demonstraram claramente que as regulamentações de manejo florestal na Amazônia precisam ser revistas para garantir a produção de madeira. É, portanto, crucial apoiar o monitoramento de longo prazo da dinâmica florestal de florestas desmatadas e tratadas silviculturalmente, para entender

melhor como elas respondem a esses impactos e às mudanças climáticas. Existem várias redes florestais na Amazônia que devem colaborar para capturar a diversidade regional da Amazônia. O monitoramento de longo prazo é justificado, mas caro; para o efeito, devem ser disponibilizados fundos nacionais e internacionais.

- b) Embora as florestas secundárias e degradadas tenham grande potencial para a produção sustentável de madeira, nosso conhecimento sobre suas principais propriedades, funcionamento e volumes de madeira é muito limitado. É urgente desenvolver pesquisas sobre a tipologia e as características dessas florestas, de modo a embasar a prescrição de práticas de manejo para a produção e conservação da madeira e evitar sua conversão para outros usos da terra.
- c) É essencial continuar desenvolvendo métodos de sensoriamento remoto de alta resolução para monitorar a degradação florestal com grande precisão. Tecnologias recentes e novas abordagens, incluindo inteligência artificial (IA), poderiam ser usadas para detectar pequenas e transitórias perturbações, como as geradas pela extração seletiva de madeira. Da mesma forma, é importante continuar desenvolvendo ferramentas que permitam rastrear a origem da madeira ao longo da cadeia produtiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos àqueles que contribuíram para este policy brief. Isso incluiu a opinião de Joberto Veloso de Freitas, Lilian Blanc, Susan Trumbore, Paulo Moutinho, Carlos Nobre, e os colaboradores da consulta pública Bernardo Flores e Camilo Torres Sanchez. Agradecemos também à Secretaria Técnica do SPA, em especial a Julia Arieira e Isabella Leite. Editado por Lauren Barredo. Traduzido do inglês para o português por Gabriel Sperandeo e para o espanhol por Gabriela Arnal.

REFERÊNCIAS

1. Edwards DP, Tobias JA, Sheil D, Meijaard E, Laurance WF. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends Ecol Evol.* 2014;29(9):511-520. doi:10.1016/J.TREE.2014.07.003
2. Laurance WF, Sayer J, Cassman KG. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends Ecol Evol.* 2014;29(2):107-116. doi:10.1016/J.TREE.2013.12.001
3. Piloniot C, Rödig E, Putz FE, et al. Can timber provision from Amazonian production forests be sustainable? *Environmental Research Letters.* 2019;14(6):064014. doi:10.1088/1748-9326/AB195E
4. Valdiones AP, Cardoso B, Damasceno C, et al. A Evolução Do Setor Madeireiro Na Amazônia Entre 1980 a 2020 e as Oportunidades Para Seu Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável Na Próxima Década - Imazon. (Valdiones AP, Cardoso B, Damasceno C, et al., eds.); 2022. Accessed November 20, 2023. <https://imazon.org.br/publicacoes/a-evolucao-do-setor-madeireiro-na-amazonia-entre-1980-a-2020-e-as-oportunidades-para-seu-desenvolvimento-inclusivo-e-sustentavel-na-proxima-decada/>
5. Hosonuma N, Herold M, De Sy V, et al. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters.* 2012;7(4):044009. doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009
6. Houghton RA, House JI, Pongratz J, et al. Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences.* 2012;9(12):5125-5142. doi:10.5194/bg-9-5125-2012
7. Potapov P, Hansen MC, Laestadius L, et al. The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. *Sci Adv.* 2017;3(1). doi:10.1126/SCIADV.1600821/ASSET/65C1F2AE-AAD4-48F4-928F-9CA0C57BAE72/ASSETS/GRAPHIC/1600821-F7.JPEG
8. Pearson TRH, Brown S, Murray L, Sidman G. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. *Carbon Balance Manag.* 2017;12(1):3. doi:10.1186/s13021-017-0072-2
9. Putz FE, Zuidema PA, Synnott T, et al. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. *Conserv Lett.* 2012;5(4):296-303. doi:10.1111/J.1755-263X.2012.00242.X
10. Rutishauser E, Hérault B, Baraloto C, et al. Rapid tree carbon stock recovery in managed Amazonian forests. *Current Biology.* 2015;25(18):R787-R788. doi:10.1016/J.CUB.2015.07.034
11. Sist P, Ferreira FN. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *For Ecol Manage.* 2007;243(2-3):199-209. doi:10.1016/J.FORECO.2007.02.014
12. Derroire G, Piloniot C, Descroix L, et al. Prospective carbon balance of the wood sector in a tropical forest territory using a temporally-explicit model. *For Ecol Manage.* 2021;497. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119532
13. Maurent E, Hérault B, Piloniot C, et al. A common framework to model recovery in disturbed tropical forests: Common model for disturbed forest recovery. *Ecol Modell.* 2023;483. doi:10.1016/j.ecolmodel.2023.110418
14. Putz FE, Romero C, Sist P, et al. Sustained timber yield claims, considerations, and tradeoffs for selectively logged forests. *PNAS Nexus.* 2022;1(3):1-7. doi:10.1093/PNASNEXUS/PGAC102
15. Leroy M, Derroire G, Lemenager T, Vende J. Sustainable Management of Tropical Forests - From a Critical Analysis of the Concept to an Environmental Evaluation of Its Management Arrangements. *AFD*; 2013. Accessed November 16, 2023. https://www.researchgate.net/publication/269410753_Sustainable_Management_of_Tropical_Forests_-_From_a_critical_analysis_of_the_concept_to_an_environmental_evaluation_of_its_management_arrangements
16. Grantham HS, Duncan A, Evans TD, et al. Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nature Communications* 2020 11:1. 2020;11(1):1-10. doi:10.1038/s41467-020-19493-3
17. Dauber E, Fredericksen TS, Peña M. Sustainability of timber harvesting in Bolivian tropical forests. *For Ecol Manage.* 2005;1-3(214):294-304. doi:10.1016/J.FORECO.2005.04.019
18. Wadsworth FH, Zweede JC. Liberation: Acceptable production of tropical forest timber. *For Ecol Manage.* 2006;233(1):45-51. doi:10.1016/J.FORECO.2006.05.072
19. Roopsind A, Caughlin TT, van der Hout P, Arets E, Putz FE. Trade-offs between carbon stocks and timber recovery in tropical forests are mediated by logging intensity. *Glob Chang Biol.* 2018;24(7):2862-2874. doi:10.1111/GCB.14155
20. Jonkers WBJ. Tree growth, recruitment and mortality after logging and refinement. In: Werger MJA, ed. *Sustainable Management of Tropical Rainforests: The CELOS Management System.* . Vol Tropenbos Series 25. Tropenbos International; 2011:46-73. Accessed November 15, 2023. <https://www.wur.nl/en/show/sustainable-management-of-tropical-rainforests-the-celos-management-system.htm>
21. Peña-Claros M, Fredericksen TS, Alarcón A, et al. Beyond reduced-impact logging: silvicultural treatments to increase growth rates of tropical trees. *For Ecol Manage.* 2008;256(7):1458-1467. doi:10.1016/J.FORECO.2007.11.013
22. Villegas Z, Peña-Claros M, Mostacedo B, et al. Silvicultural treatments enhance growth rates of future crop trees in a tropical dry forest. *For Ecol Manage.* 2009;258(6):971-977. doi:10.1016/J.

FORECO.2008.10.031

23. Evans K, Peña-Claros M, Pariona W. Análisis De Los Costos y Beneficios De Dos Tratamientos Silviculturales Aplicados En Un Bosque De La Transición Chiquitana-Amazónica.; 2003. Accessed November 15, 2023. https://www.academia.edu/73835075/An%C3%A1lisis_De_Los_Costos_y_Beneficios_De_Dos_Tratamientos_Silviculturales_Aplicados_en_Un_Bosque_De_La_Transici%C3%B3n_Chiquitana_Amaz%C3%B3nica

24. Mills DJ, Bohlman SA, Putz FE, Andreu MG. Liberation of future crop trees from lianas in Belize: Completeness, costs, and timber-yield benefits. *For Ecol Manage.* 2019;439:97-104. doi:10.1016/j.foreco.2019.02.023

25. Putz FE, Cayetano DT, Belair EP, et al. Liana cutting in selectively logged forests increases both carbon sequestration and timber yields. *For Ecol Manage.* 2023;539:121038. doi:10.1016/J.FORECO.2023.121038

26. Gräfe S, Eckelmann CM, Playfair M, et al. Future crop tree release treatments in neotropical forests – an empirical study on the sensitivity of the economic profitability. *For Policy Econ.* 2020;121:102329. doi:10.1016/J.FORPOL.2020.102329

27. Sist P, Piloniot C, Kanashiro M, et al. Sustainability of Brazilian forest concessions. *For Ecol Manage.* 2021;496:119440. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119440

28. Barlow J, Anderson L, Berenguer E, et al. Policy Brief: Transforming the Amazon through 'Arcs of Restoration.'; 2022. doi:10.55161/KJCS2175

29. INPE - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral De Observação Da Terra. Programa De Monitoramento Da Amazônia e Demais Biomas. Desmatamento – Amazônia Legal. TerraBrasilis. Published July 11, 2021. Accessed July 10, 2023. <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

30. Smith CC, Espírito-Santo FDB, Healey JR, et al. Secondary forests offset less than 10% of deforestation-mediated carbon emissions in the Brazilian Amazon. *Glob Chang Biol.* Published online 2020. doi:10.1111/gcb.15352

31. Poorter L, Craven D, Jakovac CC, et al. Multidimensional tropical forest recovery. *Science (1979).* 2021;374(6573):1370-1376. doi:10.1126/SCIENCE.ABH3629/SUPPL_FILE/SCIENCE.ABH3629_SM.PDF

32. Fearnside PM, Guimarães WM. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *For Ecol Manage.* 1996;80(1-3):35-46. doi:10.1016/0378-1127(95)03648-2

33. Barlow J, Gardner TA, Araujo IS, et al. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2007;104(47):18555-18560. doi:10.1073/PNAS.0703333104/SUPPL_FILE/03333TABLE4.PDF

34. Chazdon RL, Peres CA, Dent D, et al. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conserv Biol.* 2009;23(6):1406-1417. doi:10.1111/J.1523-1739.2009.01338.X

35. Berenguer E, Ferreira J, Gardner TA, et al. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Glob Chang Biol.* 2014;20(12):3713-3726. doi:10.1111/GCB.12627

36. Ngo Bieng MA, Souza Oliveira M, Roda JM, et al. Relevance of secondary tropical forest for landscape restoration. *For Ecol Manage.* 2021;493. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119265

37. Zambiasi DC, Fantini AC, Piotto D, et al. Timber stock recovery in a chronosequence of secondary forests in Southern Brazil: Adding value to restored landscapes. *For Ecol Manage.* 2021;495:119352. doi:10.1016/J.FORECO.2021.119352

38. Lapola DM, Pinho P, Barlow J, et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science (1979).* 2023;379(6630). doi:10.1126/SCIENCE.ABP8622/SUPPL_FILE/SCIENCE.ABP8622_SM.PDF

39. Brasil. Ministério da Agricultura P e A (MAPA). Brazilian Forests at a Glance. Serviço Florestal Brasileiro.; 2019.

40. Malkamäki A, D'Amato D, Hogarth NJ, et al. A systematic review of the socio-economic impacts of large-scale tree plantations, worldwide. *Global Environmental Change.* 2018;53:90-103. doi:10.1016/J.GLOENVCHA.2018.09.001

41. Guariguata MR, Sist P, Nasi R. Multiple use management of tropical production forests: How can we move from concept to reality? *For Ecol Manage.* 2012;263:170-174. doi:10.1016/J.FORECO.2011.09.032

42. Ascarrunz N, AAR, SAB, BC. Forest management in Bolivian indigenous territories - Recommendations for CSOs. Published online September 9, 2020. Accessed November 15, 2023. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111605>

43. Gilmour D. Forty years of community-based forestry. *FAO.* Published online 2016:140.

44. Vidal E, West TAP, Lentini MW, de Souza SEFX, Klauberg C, Waldhoff P. Sustainable forest management (SFM) of tropical moist forests: the case of the Brazilian Amazon. Published online October 27, 2020:619-650. doi:10.19103/AS.2020.0074.42

45. Cruz H, Sablayolles P, Drigo I, et al. O manejo florestal sustentável como alternativa na reprodução social de comunidades no oeste paraense? Cruz H, Sablayolles P, Kanashiro M, Amaral M, Sist P, eds. *Relação Empresa/Comunidade no Contexto do Manejo Florestal Comunitário e Familiar: Uma contribuição do projeto Floresta em Pé.* Published online 2011:149-170.

46. Drigo I., Piketty MG, Pena D, Sist P. Cash income from community-based forest management: Lessons from two case studies in the Brazilian Amazon. *Bois et Forêts des Tropiques.*

Published online 2013:41-51.

47. Sist P, Sablayrolles P, Barthelon S, et al. The Contribution of Multiple Use Forest Management to Small Farmers' Annual Incomes in the Eastern Amazon. *Forests* 2014, Vol 5, Pages 1508-1531. 2014;5(7):1508-1531. doi:10.3390/F5071508

48. Piketty MG, Drigo I, Sablayrolles P, De Aquino EA, Pena D, Sist P. Annual Cash Income from Community Forest Management in the Brazilian Amazon: Challenges for the Future. *Forests* 2015, Vol 6, Pages 4228-4244. 2015;6(11):4228-4244. doi:10.3390/F6114228

49. Santos de Lima L, Merry F, Soares-Filho B, Oliveira Rodrigues H, dos Santos Damaceno C, Bauch MA. Illegal logging as a disincentive to the establishment of a sustainable forest sector in the Amazon. *PLoS One*. 2018;13(12):e0207855. doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0207855

50. Larrea C, Murmis MR, Azevedo T, et al. Chapter 17: Globalization, extractivism and social exclusion: Threats and opportunities to Amazon governance in Brazil. In: *Amazon Assessment Report 2021*. UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN); 2021. doi:10.55161/YIZM8714

51. Slagter B, Reiche J, Marcos D, et al. Monitoring direct drivers of small-scale tropical forest disturbance in near real-time with Sentinel-1 and -2 data. *Remote Sens Environ*. 2023;295:113655. doi:10.1016/J.RSE.2023.113655

52. Aquino C, Mitchard ETA, McNicol IM, et al. Reliably mapping low-intensity forest disturbance using satellite radar data. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2022;5:1018762. doi:10.3389/FFGC.2022.1018762/BIBTEX

53. Low MC, Schmitz N, Boeschoten LE, et al. Tracing the world's timber: The status of scientific verification technologies for species and origin identification. *IAWA J*. 2022;44(1):63-84. doi:10.1163/22941932-BJA10097

54. Ellis PW, Gopalakrishna T, Goodman RC, et al. Reduced-impact logging for climate change mitigation (RIL-C) can halve selective logging emissions from tropical forests. *For Ecol Manage*. 2019;438:255-266. doi:10.1016/J.FORECO.2019.02.004

55. Gatti L V, Costa PM, Arieira J, et al. Policy Brief: Human Impacts On Carbon Emissions, Losses In Ecosystems Services And Financial Solutions In The Amazon.; 2023.

56. Garrett R, Ferreira J, Abramovay R, et al. Supporting Sociobioeconomies of Healthy Standing Forests and Flowing Rivers in the Amazon.; 2023.

AFILIAÇÕES DE AUTORES

Plinio Sist: CIRAD, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France. sist@cirad.fr

Marielos Peña-Claros: Wageningen University, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen, Netherlands marielos.penaclaros@wur.nl

Juan Pablo Baldovino Calles: Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Casa N39, Av. Iberica, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Géraldine Derroire: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Milton Kanashiro: Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n - Marco, Belém - PA, 66095-903, Brazil

Karen Mendoza Ortega: Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Casa N39, Av. Iberica, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Camille Pioniot: UR Forests and Societies, Cirad, Univ. Montpellier, France

Anand Roopsind: Conservation International, 2011 Crystal Dr #600, Arlington, VA 22202

Adalberto Veríssimo: Imazon, Trav. Dom Romualdo de Seixas, 1698, 11º andar, Belém - PA, 66055-200, Brazil

Edson Vidal: Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, Brazil

Verginia Wortel: Centre for Agricultural Research in Suriname CELOS, Prof. Dr. Ir. J. Ruinardlaan, Postbus 1914, Paramaribo, Suriname

Francis E. Putz: University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA; Forest Research Institute, University of the Sunshine Coast, Queensland, Australia

MAIS INFORMAÇÕES EM

aamazoniaquequeremos.org

SIGA-NOS



[theamazonwewant](https://twitter.com/theamazonwewant)

CONTATO

Secretaria Técnico-Científica do SPA em NY

475 Riverside Drive | Suite 530

New York NY 10115 USA

+1 (212) 870-3920 | spa@unsdsn.org