15 ANOS DA REDE CLIMA



Contexto histórico e político das mudanças climáticas no Brasil – análise e caminhos para o AGORA

Volume 4
Serviços Ambientais dos Ecossistemas

15 ANOS

Rede Clima
Mudanças Ambientais Globais no Brasil

15 ANOS DA REDE CLIMA

Contexto histórico e político das mudanças climáticas no Brasil – análise e caminhos para o **AGORA**

Rede Clima
Mudanças Ambientais Globais no Brasil

Volume 4
Serviços Ambientais dos Ecossistemas

Cemaden
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

2023

15 ANOS DA REDE CLIMA

Contexto histórico e político das mudanças climáticas no Brasil – análise e caminhos para o **AGORA**

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SERVIÇOS AMBIENTAIS DOS ECOSSISTEMAS

Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - redeclima.cemaden.gov.br

COORDENADOR
Moacyr C. Araújo Filho (UFPE)

VICE-COORDENADOR
Jean Pierre Henry Balbaud Ometto (INPE)

Sub-redes temáticas

AGRICULTURA
Coordenadores: Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues (UFF) e Stoécio Malta Ferreira Maia (IFAL)

BIODIVERSIDADE E ECOSSISTEMAS
Coordenadores: Lauro Barata (UFOPA) e Mariana Moncassim Vale (UFRJ)

CIDADES E URBANIZAÇÃO
Coordenadores: Alisson Barbieri (UFMG) e Gilvan Guedes (UFMG)

DESASTRES NATURAIS
Coordenadoras: Regina Alvalá (Cemaden) e Regina Rodrigues (UFSC)

DESENVOLVIMENTO REGIONAL
Coordenadores: Marcel Bursztyn (UnB) e Saulo Rodrigues Filho (UnB/Embratur)

ECONOMIA
Coordenadores: Edson Paulo Domingues (UFMG) e Eduardo Haddad (USP)

ENERGIAS RENOVÁVEIS
Coordenador: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas (UFRJ)

MODELAGEM CLIMÁTICA
Coordenadores: Lincoln Muniz Alves (INPE) e Silvio Nilo Figueroa Rivero (INPE)

OCEANOS
Coordenadores: Leticia Cotrim da Cunha (UERJ) e Moacyr Cunha de Araújo Filho (UFPE)

POLÍTICAS PÚBLICAS
Coordenadores: Gustavo Luedemann (Ipea) e Karen Silverwood (Governo Federal)

RECURSOS HÍDRICOS
Coordenador: Francisco de Assis Souza Filho (UFC)

SAÚDE
Coordenadores: Christovam Barcellos (Fiocruz) e Sandra Hacon (Fiocruz)

SERVIÇOS AMBIENTAIS DOS ECOSSISTEMAS
Coordenador: Philip Martin Fearnside (INPA)

USOS DA TERRA
Coordenadores: Jean Ometto (INPE) e Mercedes Bustamante (UnB)

ZONAS COSTEIRAS
Coordenadores: Alexander Turra (USP) Margareth Copertino (FURG)

Projetos Integrativos

SEGURANÇA HÍDRICA, ALIMENTAR E ENERGÉTICA
Coordenadores: Eduardo Delgado Assad, Enio Bueno Pereira, Francisco de Assis Souza Filho e Stoécio Malta Maia

SEGURANÇA SOCIOAMBIENTAL
Coordenadores: Marcel Bursztyn e Saulo Rodrigues Filho

O conteúdo desta publicação foi editado e organizado a partir dos textos, informações e imagens submetidos pelos pesquisadores Philip Martin Fearnside, Flavia Witkowski Frangetto e Gustavo Luedemann..

PROJETO EDITORIAL, ORGANIZAÇÃO, ELABORAÇÃO, EDIÇÃO, PREPARAÇÃO DE TEXTOS E REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL
Ana Paula Soares e Erica Menero

REVISÃO TÉCNICA
Philip Martin Fearnside, Flavia Witkowski Frangetto e Gustavo Luedemann

DESIGN GRÁFICO E CAPA
Magno Studio

DIAGRAMAÇÃO
Gabriel Sá

APOIO INICIAL
Tainá de Luccas

FOTO DA CAPA
iStockphoto

Sedes

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
Estrada Doutor Altino Bondesan, 500 - Eugênio de Melo
12247-016 - São José dos Campos - SP - Brasil

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Avenida dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja,
12227-010 - São José dos Campos – SP - Brasil

Ficha Catalográfica. Elaborada por Cíntia Cássia Soares – CRB 8848 / 8R

R249m

Rede Clima.
Serviços ambientais e ecossistemas – volume 4 / Rede Clima. – São José dos Campos, SP: CEMADEN, 2023.
60p. : il. ; PDF.
(15 anos da Rede Clima: contexto histórico e político das mudanças climáticas no Brasil – análises e caminhos para o agora , v.4).

ISBN: 978-65-84510-16-6

1.Mudanças Climáticas – Brasil. 2.Serviços Ambientais - Brasil. 3.Ecossistemas - Brasil. I. Título.

CDU:502/504(81)
CDD:577(81)

Sugestão de citação:
FEARNSIDE, P. M.; WITKOWSKI, F.; LUEDEMANN, G. 15 anos da Rede Clima: contexto histórico e político das mudanças climáticas no Brasil – análises e caminhos para o agora. V.4. **Mudanças Climáticas e Serviços Ambientais dos Ecossistemas**. São José dos Campos, SP, Brasil: Cemaden, 2023.

Sumário

5 Apresentação

9 A Rede Clima

13 A sub-rede Serviços Ambientais dos Ecossistemas
- Introdução

17 Destaques científicos e principais resultados e impactos com base nos objetivos gerais da Rede Clima
- Serviços ambientais
- Indutores (drivers) do desmatamento
- Indutores (drivers) de degradação florestal
- Fertilização por CO2
- REDD+, Unidades de Conservação e Terras Indígenas
- Estoques de carbono
- Emissões de mudanças do uso da terra
- Secas
- Ciclo hidrológico
- Áreas úmidas
- Ecossistemas aquáticos
- Barragens
- Biodiversidade
- Inundações
- Outros biomas
- Políticas públicas
- Divulgação

35 Caminhos para o AGORA
- Contribuições sobre políticas públicas

39 Publicações vinculadas à sub-rede Serviços Ambientais dos Ecossistemas

Apresentação



Amazônia/iStockphoto

Este pequeno livreto condensa em poucas páginas uma imensidão de resultados de pesquisa da "sub-rede" da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima), dedicada a entender a importância e tendências dos serviços ambientais gerados por ecossistemas na Amazônia[1]. Composto de pesquisadores renomados, alunos e pós-doutores de várias instituições de importância na região (INPA, UNAM, UFAC, e ONGs significativas, entre outros), a sub-rede investiga temas cuja transversalidade com as ciências humanas e as políticas públicas merece destaque. Entre estes, as decisões relativas ao uso do solo (novo Código Florestal, CAR e outros mecanismos para grilagem), a política global do Clima com respeito aos projetos REDD+, MDL para hidreletricidade, e carbono no solo, e todo o investimento público em redes de transporte que permite a penetração da selva por populações de baixa renda, pecuaristas, sojicultores, garimpeiros e soldados de fortuna dos mais variados.

A aglomeração em um único lugar deste vasto leque de preocupações permite entender a necessidade de um conhecimento integral dos fatores que provocam a fragilidade dos ecossistemas e dos seus serviços prestados à sociedade humana. Mais ainda, ter acesso à igualmente vasta coletânea de trabalhos do organizador Fearnside e seus colaboradores permite que os usuários desta súmula de conhecimento tenham possibilidade de mergulhar ainda mais nas suas interações e implicações para o futuro não somente dos ecossistemas em questão, mas do planeta que tanto depende dos saudáveis fluxos de serviços destes ecossistemas para sua sobrevivência como maior floresta tropical do mundo.

Embora o livreto em vários momentos mencione o importante valor dos bens e serviços gerados pela natureza para a economia humana, o texto não entra no marasmo de valorar tais benefícios em forma monetária, o que para este leitor representa um grande alívio. Já tem sido plenamente enunciada pela Economia Ecológica a incomensurabilidade entre valores associados a processos naturais e os commodities criados pelos homens (MARTINEZ-ALIER, 2015). Neste sentido, considero que a indicação em forma de quantificação biofísica da gravidade das perdas e das ameaças que as cercam para a estabilidade dos ecossistemas e as comunidades humanas tradicionais da região mais do que adequada para os propósitos desta publicação.

Boa leitura!

Peter H. May, PhD
Professor Titular, CPDA/UFRRJ

Referência

MARTINEZ-ALIER, J. 2015. Economia ecológica. **International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences**. Entry 91008, Elsevier, 2ª edição. Trad. Clóvis Cavalcani e Joseph Weiss.

[1] Cabe questionar o uso de "serviços ambientais dos ecossistemas", pois o entendimento estabelecido pela Lei Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais dá como entendido que esses últimos são gerados pelos homens que praticam bons usos do solo que propiciam e ajudam manter a resiliência dos serviços ecossistêmicos, que é a Natureza que produz. Mas esta polêmica menor não detrai da importância da obra aqui transmitida.



Amazônia/iStockphoto

A Rede Clima

A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais – Rede Clima, como iniciativa do atual Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (à época Ministério da Ciência e Tecnologia), através da Portaria nº 728, de 20 de novembro de 2007, foi idealizada tendo como objetivo principal a geração e disseminação de conhecimentos sobre as mudanças climáticas globais, incluindo a produção de informações para formulação de políticas públicas, além de dar apoio à diplomacia brasileira nas negociações internacionais sobre o tema. Em 2009, foi incluída como um instrumento de implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), previsto no artigo 7º da Lei nº 12.187/2009.

Nesse contexto, a Rede Clima tem como objetivos específicos: (i) gerar e disseminar conhecimentos e tecnologias para que o Brasil possa responder aos desafios representados pelas causas e efeitos das mudanças climáticas globais; (ii) gerar cenários futuros globais e regionais de mudanças climáticas através de técnicas de modelagem do sistema terrestre; (iii) produzir dados e informações necessárias ao apoio da diplomacia brasileira nas negociações sobre o regime internacional de mudanças do clima; (iv) realizar estudos sobre os impactos das mudanças climáticas globais e regionais no Brasil com ênfase nas vulnerabilidades do País às mudanças climáticas; (v) estudar alternativas de adaptação dos sistemas sociais, econômicos e naturais do Brasil às mudanças climáticas; (vi) pesquisar os efeitos de mudanças no uso da terra e nos sistemas sociais, econômicos e naturais nas emissões brasileiras de gases que contribuem para as mudanças climáticas globais; (vii) contribuir para a formulação e acompanhamento de políticas públicas sobre mudanças climáticas globais no âmbito do território brasileiro; (viii) contribuir para a concepção e a implementação de um sistema de monitoramento de alertas de desastres naturais para o país; (ix) realizar estudos sobre emissões de gases de efeito estufa em apoio à realização periódica de inventários nacionais de emissões de acordo com o Decreto nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010; (x) promover a integração das pesquisas realizadas pelas sub-redes da Rede Clima de forma transversal; (xi) contribuir para a concepção e implementação de sistemas observacionais para detecção de impactos das mudanças climáticas, atribuição de suas causas e de seus efeitos nos sistemas humanos e naturais; e (xii) apoiar os trabalhos do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.

A Rede Clima envolve dezenas de grupos de pesquisa em universidades e institutos. Estas estão distribuídas nas diversas regiões do país, o que provê capilaridade para a Rede, assim como potencializa a transferência e a difusão das informações geradas. Está estruturada em 15 sub-redes temáticas, a saber: Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades e Urbanização, Desastres Naturais, Desenvolvimento Regional, Economia, Energias Renováveis, Modelagem Climática, Oceanos, Políticas Públicas, Recursos Hídricos, Saúde, Serviços Ambientais dos Ecossistemas, Usos da Terra e Zonas Costeiras. Também desenvolve pesquisas transversais, por meio de projetos integrativos, tais como: Segurança Hídrica, Alimentar e Energética (PI SHAE) e Segurança Socioambiental (PI SSA).

Em dezembro de 2021, através da Portaria MCTI nº 5.434, foi determinado que a Rede Clima, dentre outras finalidades, passaria também a subsidiar o planejamento do Estado com relação às demandas sobre as mudanças climáticas, em especial aquelas relacionadas aos estudos de impactos, adaptação e vulnerabilidade para sistemas e setores relevantes, tais como a detecção e atribuição de causas; entendimento da variabilidade natural versus mudanças climáticas de origem antrópica; ciclo hidrológico e ciclos biogeoquímicos globais e aerossóis; capacidade de modelagem do sistema climático; estudos de impactos, adaptação e vulnerabilidade para sistemas e setores relevantes, quais sejam: agricultura e silvicultura, recursos hídricos, biodiversidade e ecossistemas, zonas costeiras, cidades, economia, energias renováveis e saúde; e desenvolvimento de conhecimento e tecnologias para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

O posicionamento da Rede Clima como organização-chave no subsídio de informações à tomada de decisão do governo federal se evidencia, também, em ações relacionadas: (a) à elaboração do Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa (GEE); (b) à elaboração do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA); (c) ao desenvolvimento, atualização e verificação das metas assumidas no Acordo de Paris (NDC); (d) à avaliação de vulnerabilidade e riscos às mudanças ambientais e climáticas dos diferentes biomas brasileiros e de áreas específicas; (e) à participação como membro da Rede Internacional de Centros de Excelência e Think Tanks para a Capacitação sobre Mudanças Climáticas (*The International Climate Change Centre of Excellence and Think Tanks for Capacity Building - INCCCETT 4CB*); (f) à parceria científica estabelecida com o *InterAmerican Institute for Climate Change Research (IAI)* (g) à sua inclusão (e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PBMC) como organismos nacionais responsáveis por subsidiar o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC), conforme Decreto nº 9.082, de junho de 2017; (h) à contribuição ao Plano de Ação em CT&I para o Clima, o qual servirá de base para a melhoria do Plano Plurianual, através da revisão das metas; (i) à colaboração e participação no processo de implementação no Brasil dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); (j) à contribuição para atualização Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Setor Agricultura e Energia (sub-redes de Agricultura e Energias Renováveis, respectivamente); (k) à participação e elaboração dos textos relacionados às mudanças climáticas para Diagnóstico Brasileiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, que vem sendo elaborado pelo Painel Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos – BPBES; e (l) às contribuições com o Ministério do Meio Ambiente no capítulo de Biodiversidade e Ecossistemas do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima; às contribuições e parcerias com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade na avaliação da vulnerabilidade de unidades de conservação frente às mudanças climáticas; participando como ator-chave nas discussões sobre *International Linking Climate Change and National Accounting* – capitaneadas pelo PNUD, IPEA, IBGE, e outros órgãos da administração pública brasileira.

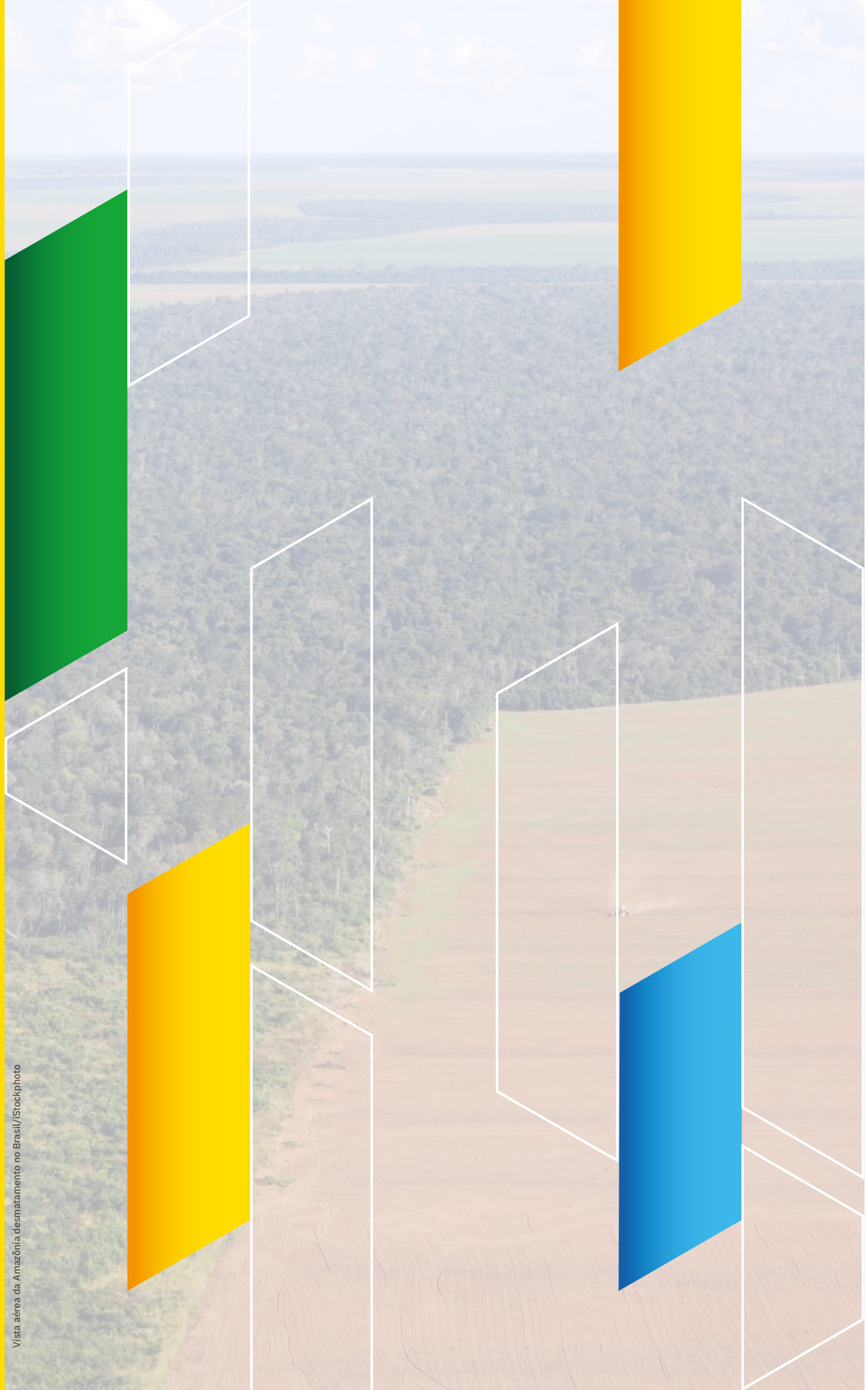
Outra importante contribuição da Rede Clima foi à coordenação e outras atividades científicas relacionadas à elaboração da 4ª Comunicação Nacional para UNFCCC (4CN). E, por solicitação do MCTI, a Rede Clima coordenará cientificamente a elaboração da 5ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (5CN).

No início de 2023, vinculado à Rede Clima, houve a aprovação e implantação do SiMAClim - Centro de Síntese em Mudanças Ambientais e Climáticas (https://simaclim.com.br/), que vai gerar informações e preencher lacunas de conhecimento científico nacional criteriosamente identificadas. O projeto, estruturado pela área de clima do MCTI, será implementado pela Rede Clima a partir da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Em meados de 2023, a Rede Clima assume assento no Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM). A ação foi formalizada em decreto presidencial (Decreto nº 11.550, de 5 de junho de 2023), com o objetivo de aproximar a ciência dos tomadores de decisão e contribuir para a definição das políticas públicas. O CIM é a instância responsável por acompanhar a implementação das ações e das políticas públicas relacionadas à Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), no âmbito do governo federal.

Em suma, a Rede Clima atua como braço científico em diversas iniciativas desenvolvidas pelo MCTI, agregando significativa contribuição de cunho científico. As contribuições da Rede Clima permitem apoiar e subsidiar o Estado brasileiro nas tomadas de decisão relacionadas ao tema.

A sub-rede Serviços Ambientais dos Ecossistemas



Vista aérea da Amazônia desmatamento no Brasil/iStockphoto

Introdução

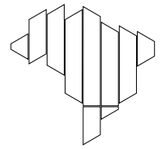
A sub-rede Serviços Ambientais dos Ecossistemas tem como objetivo geral a geração e interpretação de informações sobre os serviços ambientais, também conhecidos como "serviços ecossistêmicos reguladores" ou "serviços ecossistêmicos não provisionadores". Esses serviços são funções de ecossistemas que não sejam a produção de bens físicos, como madeira ou pescado, mas sim a estabilização climática e o fornecimento de outros benefícios importantes para a população humana. Os estudos veem como esses serviços estão sendo ameaçados e perdidos, e como o valor dos danos decorrentes do agravamento dessas perdas reiteradas poderia ser revertido para incrementar as políticas públicas e o comportamento dos atores locais. O enfoque principal é sobre a Amazônia. Os estudos fornecem informações para responder às perguntas: "Qual é a magnitude dos serviços ambientais providos pela floresta amazônica e, implicitamente, os benefícios de evitar a perda dessa floresta?" e "Quais são os efeitos de decisões políticas, tais como a criação de áreas protegidas e a construção de rodovias, barragens e de outras obras de infraestrutura?".

Estudos incluem a modelagem de mudanças do uso da terra e estimativas de estoques e fluxos de carbono derivados da biomassa viva, necromassa e solo na Amazônia, incluindo as emissões provenientes do desmatamento, das hidrelétricas, da exploração madeireira e de incêndios florestais. Também é considerado o comportamento de vários tipos de atores em termos da sustentabilidade e o impacto das mudanças de uso do solo que eles provocam na região. Os estudos também olham os diversos problemas, tanto práticos como teóricos, relacionados à mitigação do aquecimento global buscada por meio da Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+). A preocupação apresentada recai especialmente sobre o atual surto de desmatamento no sul do estado do Amazonas e o potencial para espalhamento nas áreas afetadas pela proposta de reconstrução da rodovia BR-319 e suas estradas laterais planejadas na região "Trans-Purus" entre o rio Purus e a fronteira com o Peru.

Os ecossistemas brasileiros desempenham papéis na manutenção da estabilidade climática, e esses papéis representam serviços ambientais de grande valor à nação e, no caso de evitar o aquecimento global, ao mundo. Além dos seus papéis climáticos, tais como a reciclagem de água e a estocagem de carbono, os ecossistemas fornecem outros serviços ambientais, principalmente por meio da sua biodiversidade. A quantificação dos serviços ambientais na área climática e o entendimento das implicações de diferentes políticas públicas em termos de perdas ou ganhos desses serviços representam contribuições basilares à tomada de decisão. A possibilidade de aproveitar o valor desses serviços lhes confere um papel social além daquele dos serviços em si. A sub-rede mantém uma ligação forte com o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Serviços Ambientais da Amazônia (INCT–Servamb) na sua missão de reduzir as incertezas na quantificação dos serviços ambientais da Amazônia, especialmente no tocante a carbono e água, e na missão de desenvolver cenários capazes de interpretar os custos e benefícios de diferentes decisões em termos desses serviços.

O grupo conta com os (as) pesquisadores (as) Philip Martin Fearnside (Coordenador), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça (INPA), Reinaldo Imbrozio Barbosa (INPA), Sonaira Souza da Silva (Universidade Federal do Acre - UFAC), Irving Foster Brown (UFAC e Woodwell Climate Center), e Patrícia Fernanda Pinho (Universidade de São Paulo - USP) e os (as) bolsistas (presentes e passados) Euler Melo Nogueira, Camila Julia Pacheco Ramos, Frederico Otávio Fonseca, Luzia Correa Dunnemann, Sandra Celia Tapia Coral, Heberton Henrique Dimas de Barros, Moara Almeida Canova Teixeira e Aurora Miho Yanai Nascimento.

A atuação do grupo nos diferentes temas que afetam os serviços ambientais dos ecossistemas está resumida nas páginas a seguir.



Destaques científicos e principais resultados e impactos com base nos objetivos gerais da Rede Clima



Queimada na Amazônia/iStockphoto

Serviços ambientais

A base teórica da valoração e da contabilidade dos serviços ambientais é fundamental a qualquer política instituída com vistas a se pagar ou a se compensar por esses serviços. Diferentes métodos de cálculo levam a resultados muito mais divergentes do que diferenças relacionadas a incertezas nos dados e estimativas sobre quantidades físicas, tais como a quantidade de carbono na floresta amazônica. Métodos baseados em carbono estocado tendem a favorecer povos tradicionais, enquanto métodos baseados em fluxos, emissão e captura de carbono tendem a favorecer pecuaristas e outros grandes desmatadores.

Indutores (drivers) do desmatamento

Entender as causas do desmatamento é fundamental para qualquer política para diminuir a perda de floresta amazônica e a consequente perda dos seus serviços ambientais. A sub-rede tem investigado os diversos indutores de desmatamento e degradação. A abertura e melhoria de estradas é um dos grandes impulsores desses processos.

Estradas

Estradas são um dos principais propulsores do desmatamento, e as estradas planejadas na região implicam grandes áreas de desmatamento futuro. A decisão de construir ou melhorar uma estrada é tomada pelo governo, que tem pouco controle sobre a maior parte dos eventos que se seguem depois, pois esses são fruto de decisões individuais dos milhares de atores que vão migrar pela estrada, ocupar áreas e desmatar.

A rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho) é de especial preocupação, pois liga o arco do desmatamento a grandes áreas de floresta ainda em pé. A estrada foi originalmente construída em 1972-1973, oficialmente inaugurada em 1976, e abandonada pelo Ministério dos Transportes em 1988. O Ministério das Comunicações manteve a estrada minimamente para ter acesso a uma cadeia de torres de micro-ondas, mas sem condições para ônibus ou outras formas de transporte que permitissem a migração.

Em 2015, um programa de "manutenção" foi iniciado, sem licenciamento federal, levando a uma gradativa melhoria da estrada. A proposta de "reconstrução" da estrada exige licenciamento federal, e a Licença Prévia (a primeira das três licenças necessárias) foi aprovada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) em 28 de julho de 2022. A reconstrução levaria a um aumento substancial de perda de floresta devido à migração de agentes de desmatamento a partir de Rondônia. Esses impactos na Amazônia central e norte, incluindo Roraima, fora da área oficialmente considerada de "influência" da proposta rodovia, agravariam em muito o impacto ambiental da obra. Outras estradas planejadas para ligar à BR-319, tais como a AM-366, abririam a vasta área de floresta no oeste do estado do Amazonas.

Commodities

A produção de commodities, tais como carne bovina e soja, é outra grande causa do desmatamento. O Brasil já é o maior exportador do mundo dessas duas commodities, e a busca desenfreada por atender a toda a demanda futura geraria um desmatamento que se voltaria contra a própria produtividade no campo, conforme se lê nos demais tópicos desta publicação. O Brasil exporta enorme quantidade de carne e soja, fazendo com que seja falacioso o discurso de que permitir mais desmatamento é necessário para que a população brasileira não passe fome. Também é irrelevante para a fome mundial em geral, sendo que a grande maioria dos famintos do mundo está nesta condição por falta de dinheiro para comprar a comida ou por bloqueios causados por conflitos. Também, carne bovina e soja têm papeis mínimos nas dietas da maior parte das populações no mundo nessa situação.

Expansão urbana

A população da Amazônia brasileira é altamente urbanizada, um fato normalmente omitido do discurso político sobre os "25 milhões" de habitantes na região. Cidades têm gerado um impacto significativo sobre o desmatamento em seus entornos, devido à expansão de suas áreas urbanas. Por exemplo, Manaus, a maior cidade da região, está em rápida expansão e deve aumentar ainda mais com a migração proveniente da rodovia BR-319, se for reconstruída.

Assentamentos

Os assentamentos, que já totalizam mais de 3.000, contribuem significativamente para o desmatamento amazônico. Essas áreas são criadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) como maneira de solucionar o problema social de uma grande população de agricultores sem terra. No entanto, nossas pesquisas documentam a deturpação desta finalidade por uma maciça concentração fundiária, com os lotes dos assentados sendo comprados por atores mais capitalizados, normalmente provenientes de outros lugares, e os pequenos lotes sendo manejados como fazendas de pecuária médias e grandes. Essa substituição da população nos assentamentos leva a mais desmatamento, e, também, implica na migração dos assentados que venderam as suas terras, levando a uma nova onda de invasão e desmatamento em novas fronteiras. Já há migração dos assentamentos em Apuí e Matupí, na rodovia Transamazônica (BR-230), no sul do estado do Amazonas, para a área de Vila Realidade, na rodovia BR-319, e é provável que essa migração também aproveite a abertura de novas áreas no oeste do estado do Amazonas pela AM-366 e outras estradas planejadas para ligar à BR-319.

Grilagem de terra e especulação imobiliária

O desmatamento na Amazônia não ocorre somente pelas causas normalmente consideradas em análises econômicas, que, geralmente, são focadas sobre o lucro a partir da venda de produtos da agropecuária. Outras causas incluem o estabelecimento de posse da terra, inclusive por meio da "grilagem", ou a apropriação ilegal de grandes áreas de terras públicas, frequentemente visando a uma futura subdivisão e venda ou arrendamento para madeireiras e fazendeiros pecuaristas. Outra causa é a especulação imobiliária, sendo que a rápida valorização da terra pode render fortunas para quem compra terra barata e vende depois a preços maiores. Uma provável causa adicional está na hipótese de a transação imobiliária servir para lavagem de dinheiro obtido através de uma grande variedade de atividades ilegais. Em todos os casos, o desmatamento é uma parte central do investimento do ator, pois segura a posse da terra, facilita a legalização das áreas reivindicadas e aumenta o valor de venda da terra. A pastagem é o uso da terra mais barato para implantar após o desmatamento, e é a pecuária bovina que predomina nessas áreas. Os investimentos muitas vezes vêm de fontes urbanas ou externas, ao invés da produção das atividades agropecuárias. A expectativa de lucro especulativo aparentemente desempenha um papel importante, como indicado por agentes de desmatamento na região de Apuí, no sul do estado do Amazonas.

Indutores (drivers) de degradação florestal

Uma floresta que é alterada, mas continua sendo uma floresta, ou seja, não é eliminada por desmatamento, é considerada “degradada” quando a alteração reduz a sua utilidade para a população humana, sobretudo os seus serviços ambientais. Geralmente isso é indicado pela perda de biomassa, o que reduz o estoque de carbono e, também, é indicativo de perda de outras funções. Dois dos principais drivers (indutores) disso são a exploração madeireira (legal ou não) e os incêndios florestais. Esses indutores interagem, e os incêndios devem aumentar com a continuação do aumento das intensas secas e ondas de calor causadas pelas mudanças climáticas e pelo espalhamento de ocupação humana, que resulta em mais pontos de iniciação de incêndios.

Exploração madeireira

A exploração madeireira degrada a floresta diretamente pela retirada dos troncos de grandes árvores e pelos danos colaterais à floresta causados durante a extração. Grandes áreas são exploradas na Amazônia, chegando a ser maiores do que as áreas desmatadas anualmente. Muita exploração é ilegal, e causa maior dano à floresta comparado à exploração sob manejo florestal quando esta é feita conforme a legislação. No entanto, mesmo o manejo legal danifica a floresta, e há diversas indicações de que o manejo como é praticado não é sustentável. A exploração madeireira, seja legal ou não, fragiliza a floresta para a entrada e propagação de incêndios florestais. A exploração madeireira deixa os galhos das árvores colhidas na floresta, além das árvores mortas por danos colaterais; essa madeira morta representa lenha para um incêndio potencial em uma seca subsequente. A exploração também deixa buracos na copa da floresta, permitindo a entrada de sol e vento e, portanto, secando mais o sub-bosque da floresta. Um estudo da sub-rede, liderado por Paulo Barni (2021), sobre áreas incendiadas durante a seca do El Niño de 2015-2016, demonstrou que a exploração de madeira tende a aumentar a área atingida pelo fogo, além de aumentar a intensidade do fogo e, por consequência, aumenta a mortalidade das árvores. A perda de biomassa é maior que o dobro da perda causada pela exploração madeireira em si.

Fogo

Incêndios florestais representam um risco para os estoques de carbono na floresta. A probabilidade de incêndios pode aumentar significativamente em função de aumentos de frequência de secas de origem de El Niño (tipo 1997/98) e de aquecimento no Atlântico (tipo 2005), levando à emissão de quantidades bem maiores de gases de efeito estufa.

Os incêndios florestais na Amazônia já estão se tornando mais frequentes e afetando maiores áreas, como mostrado na parte leste do estado do Acre. A área total de cicatrizes de incêndios foi 36 vezes maior nos 16 anos após o ano 2000, comparada aos 16 anos antes de 2000. A frequência aumentou de aproximadamente um episódio a cada dez anos (período de 1984 a 2004) para um a cada cinco anos (período de 2005 a 2016). Com previsões de clima mais quente e de avanço do desmatamento, os incêndios florestais tendem a ser mais intensos e frequentes.

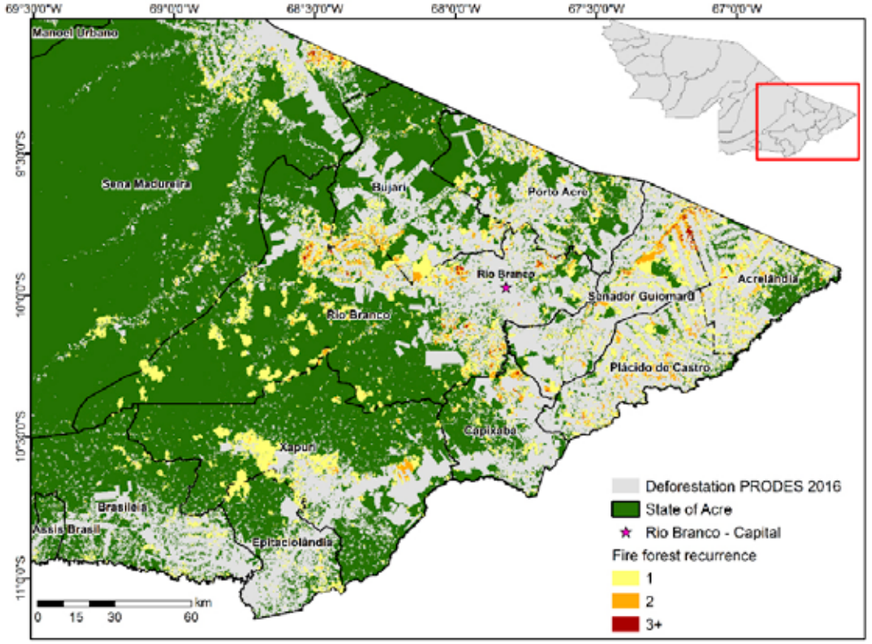
Estudos da sub-rede sobre áreas incendiadas no Acre, liderados por Sonaira da Silva e Leonardo Ziccardi, mostraram que incêndios favorecem a dominância de bambu do gênero Guadua, conhecido como “taboca”, nas florestas no sudoeste da Amazônia. Esse bambu cresce sobre as árvores, atrapalhando seu crescimento, quebrando seus galhos e matando, por fim, as árvores. A área dominada por bambu está aumentando no Acre, diminuindo a biomassa florestal e aumentando a suscetibilidade aos incêndios.

Figura 1: Incêndio florestal em Roraima durante o El Niño de 2003. A linha de fogo se desloca lentamente, matando muitas árvores. Na primeira vez que uma floresta é atingida por incêndio, as chamas são curtas como neste caso, mas em incêndios subsequentes haverá mais madeira morta como combustível, e as chamas são mais compridas e quentes e matam mais árvores.



Foto: R.I. Barbosa.

Figura 2: Cicatrizes de incêndios florestais em áreas queimadas uma, duas e três ou mais vezes no leste do Acre entre 1984 e 2016.



Mapa: S.S. da Silva.

Figura 3: Árvore morta por incêndio no Acre na seca de 2005, com bambu do gênero *Guadua* 'trepando' na árvore morta.



Foto: P.M. Fearnside.

Fertilização por CO_2

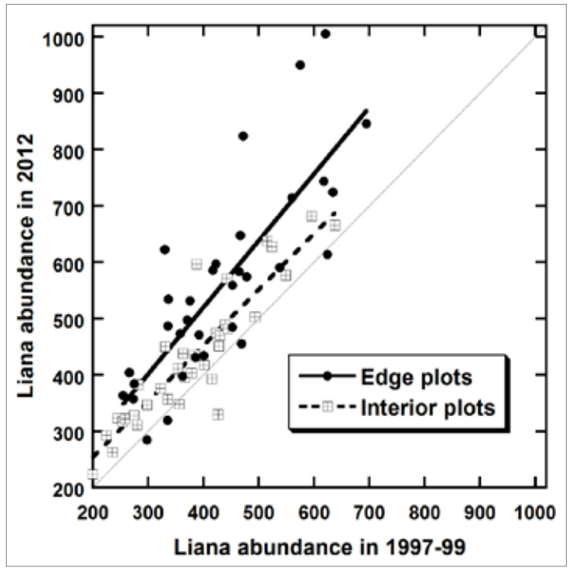
A ameaça da "savanização" da Amazônia representa um dos mais temidos impactos em potencial das mudanças climáticas. Isso implica na transformação da floresta amazônica em um ecossistema não florestal, de biomassa baixa, com porte semelhante a uma savana, embora de biodiversidade pobre comparada com uma savana natural. Um modelo climático (HadCM3LC), lançado em 2000 pelo Centro Hadley do Escritório Meteorológico do Reino Unido, indicou a continuação das tendências de aquecimento global levando a uma savanização maciça na Amazônia antes do final do atual século. Em 2013, um novo modelo (HadGEM2-ES) foi lançado pelo mesmo grupo de modeladores, indicando a floresta amazônica sobrevivendo mesmo com um teor de CO_2 quatro vezes o teor pré-industrial e muito maior do que a previsão para o final do atual século. Um dos fatores-chaves para esse resultado foi a inclusão no modelo do efeito benéfico de fertilização pelo maior teor de CO_2 na atmosfera, o que leva as árvores a terem fotossíntese mais eficiente, tornando-as mais resistentes ao estresse de seca e calor, e mais resilientes para se recuperar de perdas. Também permite que as árvores façam fotossíntese e sobrevivam com menos água. No entanto, o modelo só incluiu os aspectos positivos do efeito de CO_2, e não os aspectos negativos, como a proliferação de lianas (grandes cipós lenhosos), que danificam ou matam árvores. Dados do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), perto de Manaus, mostram que esse aumento de lianas já está em curso. As lianas em 36 parcelas de 1 ha aumentaram nos 14 anos entre dois censos das mesmas parcelas, tanto para parcelas perto como longe da borda da floresta. Isso seria devido ao efeito conhecido das lianas se beneficiarem mais de CO_2 aumentado do que as árvores. Os dados também mostraram que perto da borda da floresta o aumento das lianas foi muito maior, o que seria pelo fato, também conhecido, de que as lianas nas florestas tropicais são mais abundantes onde o clima é mais seco. Infelizmente, além da previsão de aumento do CO_2 atmosférico, também é previsto que o clima na Amazônia fique mais seco. Deve ser lembrado, também, que o modelo que mostra a sobrevivência da floresta em um clima com altíssimo teor de CO_2 não inclui o efeito de incêndios florestais, que devem aumentar nas condições climáticas projetadas, e que o fogo mataria as árvores mesmo com CO_2 abundante.

Figura 4: Lianas em floresta amazônica perto de Manaus. O crescimento das lianas é mais estimulado pelo maior teor de CO_2 atmosférico e essas espécies são mais competitivas que as árvores em condições climáticas mais secas.



Foto: P.M. Fearnside.

Figura 5: Aumento de lianas nas parcelas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), perto de Manaus. O aumento está ocorrendo em toda a floresta, mas é maior na borda da floresta, onde o microclima é mais seco.



Fonte: Laurance et al., 2014. *Ecology* 95(11): 3018-3026.

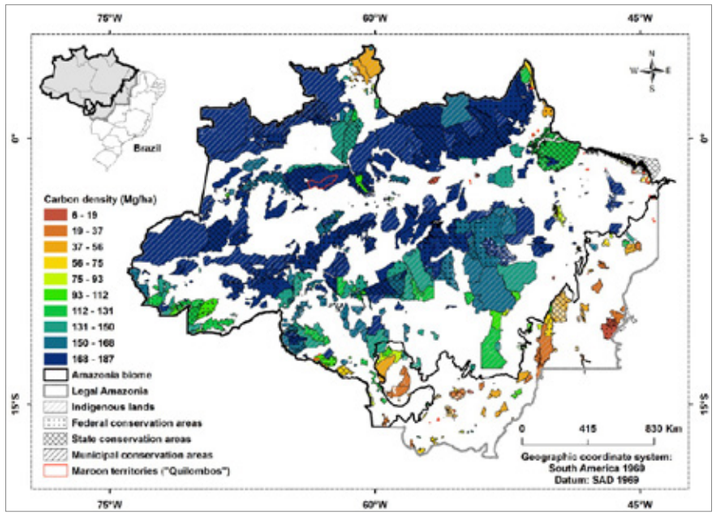
REDD+, Unidades de Conservação e Terras Indígenas

Redução de Emissões de Desmatamento e Degradação (REDD+) tem o potencial de ser uma forma de mitigação importante, mas há vários problemas que podem diminuir ou anular o ganho para o clima, dependendo de como é feita a contabilidade de carbono.

Áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas e quilombolas) têm um efeito importante em frear o desmatamento. Embora exista o "vazamento", ou seja, o deslocamento para outros locais de parte do desmatamento que teria ocorrido dentro da área protegida na ausência de proteção legal, as reservas funcionaram como uma barreira significativa para impedir o avanço da fronteira de desmatamento na Amazônia brasileira.

Áreas protegidas estocam grandes quantidades de carbono e representam uma defesa contra mudanças climáticas regionais.

Figura 6: Densidade média de carbono (Mg C ha^{-1}) em áreas protegidas na Amazônia Legal e no bioma Amazônia.



Fonte: Nogueira et al., 2018.

Estoques de carbono

A estocagem de carbono na floresta amazônica, tanto na biomassa como no solo, representa um grande serviço ambiental. Esse estoque pode ser liberado para a atmosfera na forma de gases de efeito estufa por ações antrópicas propositais, como desmatamento e exploração madeireira. A perda desse estoque e a consequente emissão de gases de efeito estufa também resultam de ações humanas de forma não proposital, como pelo fato de as mudanças climáticas antropogênicas propiciarem incêndios florestais e a degradação da floresta por mortalidade durante grandes secas; queda de árvores durante tufões ("blowdowns"); invasão da floresta por lianas e bambus; mortalidade pelo efeito de borda e fragmentação em florestas vizinhas aos desmatamentos e liberação de carbono do solo com aumento das temperaturas.

Informações confiáveis sobre os estoques de carbono em cada compartimento no ecossistema florestal são necessárias para quantificar o impacto dessas mudanças, tanto propositais como não propositais. Essas estimativas também servem para quantificar o valor de se evitar essas emissões.

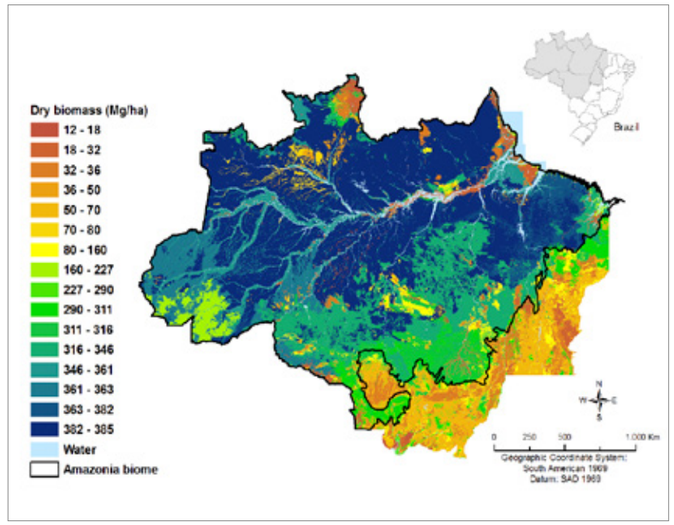
Todas as emissões precisam ser estimadas se o intento é de subsidiar negociações para a implantação de medidas mitigatórias em escala global suficiente para evitar que o aquecimento global passe de um ponto de não retorno no sistema climático global. Realizar estimativas dos estoques de carbono é igualmente importante, na medida em que estas dimensionam a magnitude da emissão potencial no evento de uma perda catastrófica da floresta remanescente, por exemplo, devido às mudanças climáticas. Isto é uma questão essencial para saber a escala da mitigação que seria necessária para evitar que o aquecimento global escape do controle humano.

Biomassa

A sub-rede tem avançado na estimativa de biomassa de diferentes ecossistemas amazônicos. A sub-rede também estimou a biomassa presente em 1970 (aproximadamente), usando dados do projeto RADAMBRASIL, que mediu árvores em mais de 3.000 parcelas de 1 ha, antes do alastramento do desmatamento e da degradação de floresta que se iniciaram a partir dessa época. Esse período coincidiu com a construção da Rodovia Transamazônica (BR-230) e outras rodovias, no âmbito da promoção de colonização pelo Incra e da incidência de incentivos fiscais para diferentes atividades que resultam em desmatamento, apoiadas pelas políticas da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam). Essas estimativas são essenciais, inclusive, para saber quanto do estoque de carbono foi perdido desde então.

As estimativas da sub-rede (e.g., NOGUEIRA et al., 2015) contêm diversos avanços, como o levantamento do efeito de árvores com o mesmo diâmetro, sendo mais baixas na parte sul da região (inclusive das mesmas espécies), a densidade da madeira sendo mais baixa na parte sul da região (inclusive das mesmas espécies), correções para árvores ocas e de troncos irregulares, e informações detalhadas para a área crítica de florestas com bambu no sudoeste da região. Foram levantadas informações sobre os muitos tipos não florestais de vegetação. Também foram levantadas diversas informações sobre compartimentos além da biomassa arbórea viva. Por exemplo, as florestas oligotróficas do extremo norte da Amazônia possuem os mais baixos valores de produtividade e estoque de biomassa morta, seguindo um padrão de deposição diretamente relacionado à estrutura da vegetação, à textura do solo e à duração do período de inundação.

Figura 7: Biomassa seca abaixo e acima do solo pré-1970 (n=4.147 parcelas e sub-parcelas).

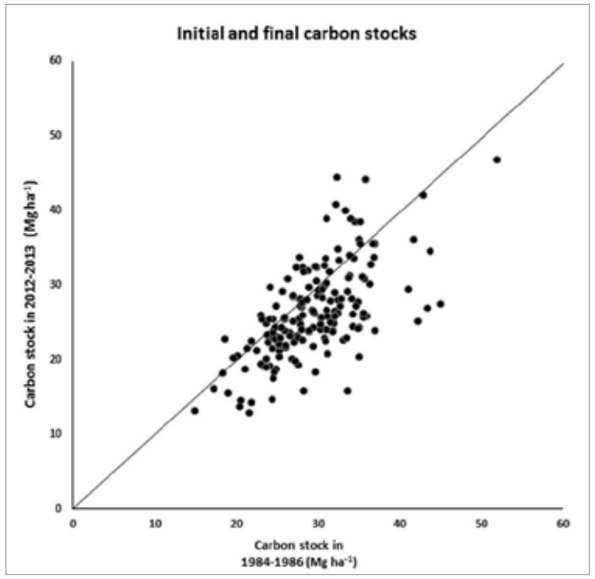


Fonte: Nogueira et al., 2015.

Solos

O solo sob a floresta amazônica contém um grande estoque de carbono e, incluindo o solo profundo, isso excede em muito o carbono na biomassa da floresta. Muito carbono nesse estoque pode ser liberado quando a floresta é desmatada e, também, devido ao aumento da temperatura com o aquecimento global, quantidades substanciais podem ser liberadas em florestas sem nenhum impacto humano direto. Assim revelaram os dados de dois levantamentos do solo em 176 parcelas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), perto de Manaus. O solo nos 20 cm superficiais nas parcelas perdeu, em média, 2,98 MgC ha^{-1} ao longo de 28 anos, ou 0,11 Mg ha^{-1} ano^{-1}, uma perda de 0,3828% ano^{-1} do estoque de carbono. Essa é a única mensuração desse tipo, e não há conhecimento de outros levantamentos parecidos, com dados longitudinais das mesmas parcelas. Embora reconhecendo a alta incerteza inerente em tirar conclusões regionais a partir de um único local, é importante reconhecer a magnitude da emissão implicada por essa descoberta. Considerando uma estimativa média do estoque na Amazônia Legal brasileira de 42 MgC ha^{-1} nos 20 cm superiores do solo e 94 MgC ha^{-1} até 1 m de profundidade, a perda média de carbono de 0,3828% ano^{-1} nos 20 cm superiores implica uma emissão de 80 TgC ano^{-1} dessa camada, e se o mesmo percentual se aplica ao 1 m superior, implica uma emissão de 180 TgC ano^{-1} da Amazônia Legal. Para comparação, a emissão líquida em 2016 do setor de uso da terra, mudanças de uso de terra e florestas (LULUCF) foi calculada em 108 TgC na Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC, publicada em 2020.

Figura 8: Mudanças no estoque de carbono em um período de 28 anos no solo em 176 parcelas em floresta "não perturbada" (BARROS & FEARNSIDE, 2019). Se não houvesse mudança, todos os pontos estariam na linha diagonal, mas a maior parte está abaixo da linha, indicando perda de carbono.



Fonte: Barros & Fearnside, 2019.

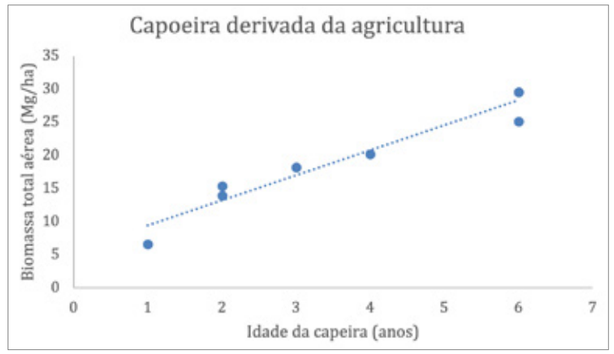
Florestas secundárias

As florestas secundárias, ou capoeiras, representam um fator-chave nas emissões líquidas de gases de efeito estufa causadas pela mudanças de uso da terra na Amazônia. Essa vegetação cresce em áreas temporariamente abandonadas após uso como área agrícola ou pastagem, absorvendo carbono da atmosfera e compensando parte do impacto da emissão que foi lançada quando a área foi desmatada. A área da superfície em capoeira, a taxa de crescimento, a densidade da madeira e a duração do período antes de ser cortada são os fatores que determinam a magnitude da absorção.

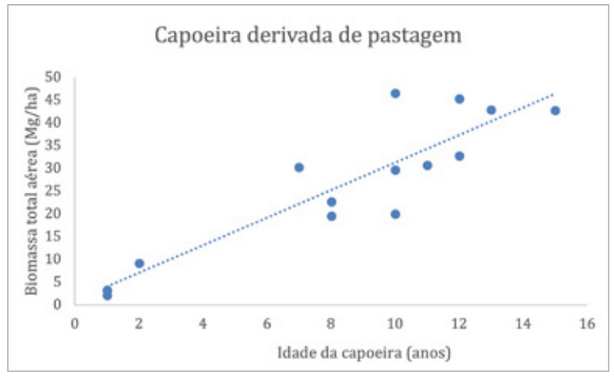
A maior parte dos dados existentes sobre crescimento de capoeiras é para pousios em agricultura de corte e queima, ou mesmo agricultura itinerante tradicional. Nesse tipo de uso do solo, uma área de floresta é derrubada por agricultores tradicionais que plantam mandioca ou outras culturas alimentícias uma ou duas vezes, e depois a área é deixada em pousio durante alguns anos antes de ser roçada para plantar de novo. Essas capoeiras têm um crescimento muito mais rápido do que as capoeiras que crescem em pastagens degradadas, situação da maior parte das florestas secundárias na Amazônia brasileira. Em um estudo de capoeiras perto de Manaus com diferentes históricos de uso, observou-se que a vegetação em pastagens abandonadas cresce 38% mais lentamente do que a vegetação secundária em campos agrícolas abandonados até a idade de 6 anos. Esses dados evidenciam que a Segunda Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC havia superestimado a absorção de carbono por um fator quatro (WANDELLI & FEARNSIDE, 2015).

Figura 9: Crescimento de biomassa de capoeiras com diferentes históricos de uso perto de Manaus (veja WANDELI & FEARNSIDE, 2015). **A.** Capoeira com histórico de agricultura. **B.** Capoeira com histórico de pastagem.

A.



B.



Fonte: Wandelli & Fearnside, 2015.

Emissões de mudanças do uso da terra

Emissões de gases de efeito estufa do uso da terra e mudanças de uso da terra na Amazônia contribuíram significativamente com o aquecimento global hoje, e o potencial para futuras emissões é elevado devido aos grandes estoques de carbono na vegetação e solos da região.

Secas

A frequência de grandes secas está aumentando na Amazônia, tanto para secas provocadas pelo El Niño, com grandes eventos em 1997-1998, 2003 e 2015-2016, como para secas causadas pelo dipolo do Atlântico, com grandes eventos em 2005 e 2010. Além do impacto desses eventos incluirem incêndios florestais, essas secas retardam o crescimento das árvores e provocam mortalidade por estresse hídrico. Esses impactos devem aumentar conforme o clima projetado para as décadas futuras, com temperaturas maiores e aumentos da duração da época seca, maior número de dias consecutivos sem chuva e ocorrência mais frequente de eventos extremos. Com temperaturas mais altas, qualquer planta necessita de mais água para sobreviver, o que faz com que a combinação de secas e altas temperaturas cause mais mortalidade. As secas, na medida em que exigem maior adaptabilidade, entre outros fatores, também causam grandes impactos sociais.

Ciclo hidrológico

A floresta amazônica desempenha um papel fundamental no ciclo hidrológico, reciclando água através da evapotranspiração, o que gera vapor d'água que é carregado adiante por ventos. Essa função é importante para manter o regime de chuvas na Amazônia e, também, pelo fornecimento de vapor d'água que é transportado pelos ventos conhecidos como "rios voadores", para São Paulo e outras partes das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil, assim como para países vizinhos. O aumento de secas nessas partes do Brasil, como as grandes secas de 2014 e 2021, é principalmente devido a mudanças nas temperaturas dos oceanos, ligadas ao aquecimento global, e não à perda de água dos rios voadores; mas a mudança do regime de secas significa que o papel da Amazônia é ainda mais crítico, pois há menos margem para perda da água amazônica sem resultar em desabastecimento catastrófico em São Paulo. Afinal, em 2014 a maior cidade do Brasil quase ficou sem água até para beber. A sub-rede tem contribuído com várias informações relevantes ao serviço ambiental da floresta em reciclar água.

Áreas úmidas

Áreas úmidas, como a várzea amazônica, têm importantes papéis na emissão de gases de efeito estufa, especialmente metano e, também, sofrem impactos de mudanças climáticas, como os aumentos nas ocorrências de grandes vazantes e grandes inundações. Mudanças na legislação nos últimos anos ameaçam esses ecossistemas. O atual "Código Florestal" (Lei 12.651/2012), oficialmente denominado "Lei de Proteção da Vegetação Nativa", alterou a base para delimitação das "Áreas de Preservação Permanente", ou APPs. No Código Florestal anterior (Lei 4.771/1965), as APPs ao longo dos cursos d'água eram medidas a partir do nível máximo da água, mas isso mudou para o "leito regular", retirando assim a proteção das vastas várzeas na Amazônia com pulsos de inundação de alta amplitude. Além disso, lagoas com menos de 1 ha e áreas úmidas adjacentes a nascentes intermitentes e córregos efêmeros perderam sua proteção legal. Também foram reduzidas drasticamente as exigências para a restauração de APPs desmatadas antes de 22 de julho de 2008.

Ecossistemas aquáticos

Os ecossistemas aquáticos estão sofrendo diversos impactos, inclusive os causados por mudanças climáticas. Além dos seus papéis ambientais, esses ecossistemas fornecem peixes e outros produtos essenciais para sustentar a população humana no Brasil, especialmente na Amazônia.

Barragens

Hidrelétricas emitem gases de efeito estufa, inclusive quantidades significativas de metano. A emissão é muito grande nos primeiros anos após o barramento do rio, e depois continua indefinidamente em um nível menor. Tanto o fato de as emissões serem concentradas nos primeiros anos, quanto o fato do metano ter seu grande impacto como gás de efeito estufa nos primeiros anos após a emissão, em contraste com o CO_2, fazem com que o impacto climático de novas barragens seja justamente no curto intervalo de tempo quando o aquecimento global precisa ser contido para evitar os piores cenários climáticos. As hidrelétricas também impactam o clima quando geram crédito de carbono, inclusive as barragens amazônicas já aprovadas pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Santo Antônio, Jirau, Teles Pires e Dardonelos. Assim como praticamente todas as barragens no mundo, essas barragens teriam sido construídas mesmo sem esse crédito. Portanto, não são "adicionais" no espírito do Protocolo de Quioto (o que não deve ser confundido com conformidade com as regras sobre "adicionalidade" atualmente adotadas pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo). Os créditos geram uma permissão para emissões nos países desenvolvidos que os comprem, e o fato de que uma barragem teria sido construída mesmo sem o crédito significa que essas emissões representam um impacto líquido sobre o aquecimento global.

Figura 10: A barragem de Belo Monte no rio Xingu. A vazão do rio, mesmo sem grandes diminuições previstas com mudanças climáticas, é insuficiente para justificar as 18 turbinas cujas saídas são visíveis aqui. Isso é uma das indicações de planos para construir, pelo menos, uma das barragens originalmente planejadas rio acima, que seriam enormes fontes de metano, entre outros impactos.



Foto: P.M. Fearnside.

Figura 11: Área de deplecionamento no lago de Tucuruí. Quando a água do lago é utilizada para gerar eletricidade, durante o período das secas, o nível é baixado e plantas herbáceas crescem sobre o solo exposto. Quando o nível sobe novamente, durante o período chuvoso, as plantas, que estão presas às suas raízes no solo, se decomporão no fundo do lago onde a água está com pouco oxigênio molecular dissolvido e o carbono de sua biomassa será emitido na forma de metano. Esse processo age como uma "fábrica de metano", onde o carbono é incorporado à biomassa vindo de CO_2 e voltando para a atmosfera, após a decomposição das plantas, na forma de CH_4 - um gás de efeito estufa muito mais potente.



Foto: P.M. Fearnside.

Biodiversidade

A biodiversidade amazônica já está sendo negativamente impactada pelas mudanças climáticas, e as mudanças previstas levarão a impactos muito maiores. Projetos de mitigação do aquecimento global, por sua vez, como plantações silviculturais para sequestrar carbono e plantações para produção de biocombustíveis, também podem acabar por impactar a biodiversidade.

A biodiversidade tem um papel na manutenção dos estoques de carbono na floresta, e a perda de biodiversidade na floresta amazônica contribui para emissões de gases de efeito estufa. Os processos de perda de biodiversidade também têm um papel no surgimento de novas doenças humanas. A manutenção da biodiversidade, inclusive os seus valores inerentes ou existenciais, representa por si só um serviço ambiental. Sugere-se a leitura do volume 1 desta série de publicações, que trata do tema Biodiversidade e Ecossistemas.

Inundações

A frequência de grandes inundações está aumentando na Amazônia, uma tendência consistente com as mudanças climáticas em curso. Essas inundações causam mortalidade de árvores e emitem metano em áreas alagadas maiores, entre outros impactos negativos.

Figura 12: Árvores de castanha do Pará ou castanha do Brasil com a marca do nível da água da grande inundação de 2014 no rio Madeira. Trata-se de uma espécie de terra firme, não adaptada a inundações. A mortalidade em castanhais como este no Lago do Capanã representou uma perda econômica para as populações tradicionais que coletam as castanhas, uma atividade sustentável.



Foto: A.D. Herraiz.

Figura 13: Casa de moradores tradicionais no rio Madeira, inundada pela grande enchente de 2014.



Foto: A.D. Herraiz.

Outros biomas

Embora a sub-rede foque no bioma Amazônia, realizou estudos que contribuíram para o conhecimento das ameaças a outros biomas, como o Pantanal, Mata Atlântica e Cerrado. Verificou-se que a perda da vegetação e outros impactos nesses biomas têm implicações para emissão de gases de efeito estufa e para a perda da biodiversidade, a exemplo de propostas de obras que mudariam os níveis de água no Pantanal.

Políticas públicas

Decisões sobre políticas públicas afetam diretamente tanto a manutenção como a perda dos serviços ambientais. Políticas são essenciais para o controle de desmatamento, exploração madeireira, grilagem e outros processos que levam à perda dos ecossistemas e seus serviços. Decisões sobre a concessão de licenças para obras podem resultar em grandes perdas de serviços ambientais, sendo que, muitas vezes, implicam em impactos que podem continuar ao longo de décadas. Decisões sobre licenciamento, unidades de conservação, terras indígenas, formas de crédito de carbono e pagamento por serviços ambientais, entre outras matérias, determinam a proteção ou não dos ecossistemas amazônicos.

Divulgação

Além de expor os trabalhos via canais acadêmicos habituais, como publicações e apresentações em congressos, a sub-rede levou resultados dos estudos a outras audiências, em palestras, atividades de ensino, artigos na imprensa popular e entrevistas para a mídia. No período de 2014 a julho de 2022, foram publicados, no mínimo, 512 textos de divulgação científica, incluindo a coluna semanal de Philip Fearnside no site da Amazônia Real. Também foram realizadas pelo menos 298 palestras e 601 entrevistas. Uma divulgação importante ocorre por meio da participação no programa de educação ambiental na região MAP (Madre de Dios, Acre e Pando), coordenado por I. Foster Brown.

Outra iniciativa é a publicação de traduções em português de trabalhos publicados originalmente em inglês. Até agora esses compõem quatro livros:

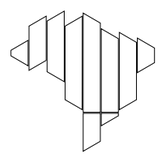
FEARNSIDE, P.M. (Ed.). **Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras.** Vol. 1 Editora do INPA, Manaus. 296 pp. 2015. https://bityl.co/6qI5

FEARNSIDE, P.M. (Ed.). **Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras.** Vol. 2. Editora do INPA, Manaus. 297 pp. 2015. https://bityl.co/6qI8

FEARNSIDE, P.M. (Ed.). **Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras.** Vol. 3. Editora do INPA, Manaus. 148 pp. 2019. https://bityl.co/6qI2

FEARNSIDE, P.M. (Ed.). **Destruição e Conservação da Floresta Amazônica**, Vol. 1. Editora do INPA, Manaus. 356 pp. 2022. https://bit.ly/3yZ7M3I

A sub-rede colabora com o Governo do Estado do Amazonas, no sentido de avançar na execução de projetos de serviços ambientais dentro das reservas estaduais e obter aproveitamento prático dos resultados das pesquisas. As contribuições incluem, entre outros: participação e contribuição com os debates sobre a Lei Estadual de Serviços Ambientais; participação nos debates da Assembleia Legislativa sobre a rodovia BR-319 e sobre o rio Madeira, e participação nos debates do Ministério Público do estado do Amazonas sobre a situação hídrica e na série de sessões do "Fórum BR-319", organizado pelo Ministério Público Federal.



Caminhos para o **AGORA**



Inundação e árvores no rio Amazonas na floresta amazônica/iStockphoto

Contribuições sobre políticas públicas

As causas da perda de serviços ambientais dos ecossistemas são muitas, sociais ou ecológicas propriamente ditas. Essa mistura de fatores encontra na política pública todo um espaço para gerenciamento das florestas no Brasil, tipicamente compromissado a frear a degradação ambiental dos seus biomas, destacando-se a floresta amazônica por sua atratividade nacional e internacional.

Convém distinguir a expressão "serviços ambientais" de "serviços ecossistêmicos" quando se trata de mostrar a influência da política pública para com a dimensão técnica e vice-versa. O termo "serviços ecossistêmicos" tem sido muito usado desde os anos 1990 e foi codificado no relatório maciço do "Millenium Assessment", de 2005[2], que dividiu os serviços em quatro categorias: abastecimento ("provisioning services"), como alimentos, água, madeira e fibras; serviços reguladores ("regulating services") que afetam o clima, inundações, doenças, resíduos e qualidade da água; serviços culturais ("cultural services") que fornecem benefícios recreativos, estéticos e espirituais; e serviços de apoio ("supporting services"), como formação do solo, fotossíntese e ciclagem de nutrientes. O termo "serviços ambientais", que é bem mais antigo que "serviços ecossistêmicos", tem várias definições, mas geralmente corresponde aos "serviços reguladores", incluindo os serviços da biodiversidade.[3] Em 2021, o Congresso Nacional brasileiro especificou outras definições para fins de interpretação da Lei de Serviços Ambientais.

O advento da Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021[4] (Lei que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais) implica fazer uso da definição nela consignada, embora tecnicamente possa confundir. O art. 1º, inc. II, considera "serviços ecossistêmicos" os benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais em diversas modalidades. Entre elas, os "serviços de suporte", que são os que "mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético", conforme a alínea "b" do dispositivo.

O mesmo artigo, inc. III, define "serviços ambientais" como sendo "atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos;". Vejam-se os impactos da nova configuração conceitual.

A partir da lei em vigor, as discussões dos estudos realizados cientificamente, quando envolverem tanto causas antrópicas quanto alternativas de o ser humano praticar catálise de processos naturais, culturais ou demais facetas (além dos serviços de suporte) almejamos na interação ser humano e meio ambiente: são fundamentos substanciais de demanda pela propriedade de utilização do mecanismo PSA, diga-se, "IV - pagamento por serviços ambientais [PSA]: transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes;".

A união, entre o detectado pela ciência como sendo relevante e o assimilado como resultado almejado pela norma em vigor (no caso, lei de política pública), transparece-se providencial para que o instrumento de pretensão econômica comentado vá às vias de fato. Diga-se, saia do texto da lei para realmente auxiliar a que haja melhoria do estado do ambiente.

---

[2] MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005. Millennium Ecosystem Assessment: Global Assessment Reports. Island Press, Washington, DC, E.U.A. 3 vols. https://www.millenniumassessment.org

[3] FEARNSIDE, P.M. 1997. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. Ecological Economics 20(1): 53-70.https://doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00066-3

[4] BRASIL: Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 (Lei que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais).

Publicações vinculadas à sub-rede Serviços Ambientais dos Ecossistemas



Queimadas na floresta amazônica/iStockphoto

Trabalhos sobre “serviços ambientais”

FEARNSIDE, P.M. Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no estado do Amazonas. **Inclusão Social**, v. 12, n. 1, p. 141-151, 2018. Disponível em: http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4400/3857

FEARNSIDE, P.M. Challenges for sustainable development in Brazilian Amazonia. **Sustainable Development**, v. 26, n. 2, p. 141-149, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1002/sd.1725

FEARNSIDE, P.M. Sustainable development. In: GIBSON, D. (Ed.). **Oxford Bibliographies in Ecology.** New York: Oxford University Press, 2023. p. 227. Disponível em: https://doi.org/10.1093/OBO/9780199830060-0227

FEARNSIDE, P.M. Environmental services as a basis for sustaining Amazon rainforest and its traditional population. In: RABBEN, L. (Ed.) **Chico Vive: The Legacy of Chico Mendes and the Global Grassroots Environmental Movement.** Cambridge Institute for Brazilian Studies: Cambridge, Massachusetts, 2015. p. 92-96. E-book. ISBN 978-0-9910428-2-1. Disponível em: http://cambridgebrazil.org/wp-content/uploads/CHICO-VIVE-FINAL070715.pdf.

Trabalhos sobre “drivers (indutores) do desmatamento”

BARNI, P.E.; BARBOSA, R.I.; MANZI, A.O.; FEARNSIDE, P.M. Simulated deforestation versus satellite data in Roraima, northern Amazonia. **Sustentabilidade em Debate**, v. 11, n. 2, p. 81-94, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.27493

BARNI, P.E.; FEARNSIDE, P.M. & P.M.L.A., GRAÇA. 2015. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil’s Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). **Environmental Management,** v. 55, n. 2, p. 259-278, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00267-014-0408-6

BERENGUER, E.; ARMENTERAS, D.; LEES, A.C.; FEARNSIDE, P.M.; SMITH, C.C.; ALENCAR, A.; ALMEIDA, C.; ARAGÃO, L.; BARLOW, J.; BILBAO, B.; BRANDO, P.; BYNOE, P.; FINER, M.; FLORES, B.M.; JENKINS, C.N.; SILVA JUNIOR, C.H.L.; SOUZA, C.; GARCÍA-VILLACORTA, R. e NASCIMENTO, N. Drivers and ecological impacts of deforestation and forest degradation. In: NOBRE, C.; ENCALADA, A. et al. (Eds.). **Amazon Assessment Report 2021**. Science Panel for the Amazon (SPA). Chapter 19. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.55161/AIZJ1133

CABRAL, B.F.; YANAI, A.M.; FEARNSIDE, P.M. Padrões e trajetórias do desmatamento no município de Lábrea, sul do Amazonas. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 20., 2023, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2023. v. 20, p. 761-764. Art. 155694. Eds. D.F.M. Gherardi, I. Del’Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. ISBN: 978-65-89159-04-9. Disponível em: https://proceedings.science/p/164265?lang=pt-br.

DOS SANTOS JUNIOR, M.A.; GRAÇA, P.M.L.A.; ROCHA, V.M.; DA SILVA, R.M.T.; BOBROWIEC, P.E.D.; TAVARES, V.C. e FEARNSIDE, P.M. Cenários de desmatamento e avaliação preditiva de perda de habitat na região de influência da rodovia BR-319. In: GHERARDI, D.F.M. e DE ARAGÃO, L.E.O.C. (Eds.) **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, Brasil, 2015. Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto (SBSR), INPE, São José dos Campos, SP. pp. 5694-5701. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1166.pdf

DOS SANTOS JÚNIOR, M.A.; YANAI, A.M.; SOUSA JUNIOR, F.O.; DE FREITAS, I. S.; PINHEIRO, H.P.; DE OLIVEIRA, A.C.R.; DA SILVA, F.L.; P.M.L.A., GRAÇA & FEARNSIDE, P.M. BR-319 como Propulsora de desmatamento: Simulando o Impacto da Rodovia Manaus-Porto Velho, **Instituto de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (IDESAM)**, Manaus, Amazonas. 56 p., 2018. Disponível em: https://idesam.org/simula-desmatamento-br319/

FEARNSIDE, P.M. (Ed.) **Destruição e Conservação da Floresta Amazônica**. Manaus: Editora do INPA, 2022. 356 p. Disponível em: https://bit.ly/3Bw8lnU.

FEARNSIDE, P.M. Highway construction as a force in destruction of the Amazon forest. pp. 414-424 In: VAN DER REE, R.; SMITH, D.J. & GRILO, C. (Eds.) **Handbook of Road Ecology**. John Wiley & Sons Publishers, Oxford, UK, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1002/9781118568170.ch51 [Acesso em: 02 ago. 2023].

FEARNSIDE, P.M. Deforestation soars in the Amazon. **Nature**, v. 521, p. 423, 2015. [correspondence]. Disponível em: https://doi.org/10.1038/521423b

FEARNSIDE, P.M. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: SHUGART, H. (Ed.). **Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science**. Oxford University Press, New York, USA, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.102

FEARNSIDE, P.M. Deforestation in Brazilian Amazonia. In: WOHL, E. (Ed.). **Oxford Bibliographies in Environmental Science**. Oxford University Press, New York, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1093/obo/9780199363445-0064

FEARNSIDE, P.M. Amazon environmental services: Why Brazil’s Highway BR-319 is so damaging. **Ambio**, v. 51, p. 1367–1370, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s13280-022-01718-y

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P.M. Brazil’s Amazon oxygen crisis: How lives and health were sacrificed during the peak of COVID-19 to promote an agenda with long-term consequences for the environment, indigenous peoples and health. **Journal of Racial and Ethnic Health Disparities**, [S.l.], 2023. DOI: 10.1007/s40615-023-01626-1. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s40615-023-01626-1.

FERRANTE, L.; DE ANDRADE, M.B.T.; LEITE, L.; SILVA JUNIOR, C.A.; LIMA, M.; COELHO JUNIOR, M.G.; DA SILVA NETO, E.C.; CAMPOLINA, D.; CAROLINO, K.; DIELE-VIEGAS, L.M.; PEREIRA, E.J.A.L. & FEARNSIDE, P.M. Brazils Highway BR-319: The road to the collapse of the Amazon and the violation of indigenous rights. **Die Erde**, v. 152, n. 1, p. 65-70, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.12854/erde-2021-552

FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P.M. Amazon’s road to deforestation. **Science,** v. 369, p. 634 [letter], 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abd6977

GRAÇA, P.M.L.A., DOS SANTOS JR., M.A.; ROCHA, V.M.; FEARNSIDE, P.M.; EMILIO, T.; MENGER, J.S.; MARCIENTE, R.; BOBROWIEC, P.E.D.; VENTICINQUE, E.M.; ANTUNES, A.P.; BASTOS, A.N. & ROHE, F. Cenários de desmatamento para região de influência da rodovia BR-319: perda potencial de habitats, status de proteção e ameaça para a biodiversidade. In: EMILIO, T. & LUIZÃO F. (Eds.). **Cenários para a Amazônia: Clima, Biodiversidade e Uso da Terra.** Manaus: Editora-INPA, 2014, p. 91-101.

HECHT, S.; SCHMINK, M.; ABERS, R.; ASSAD, E.; BEBBINGTON, D.H.; BRONDIZIO, E.; COSTA, F.; CALISTO, A.M.D.; FEARNSIDE, P.M.; GARRETT, R.; HEILPERN S.; MCGRATH, D.; OLIVEIRA, G.; PEREIRA, H.S.; OLIVEIRA, G. & PINEDO-VAZQUEZ, M. Amazonia in Motion: Changing politics, development strategies, peoples, landscapes and livelihoods. In: NOBRE, C; ENCALADA, A. et al. (Eds.) **Amazon Assessment Report 2021**. Science Panel for the Amazon (SPA). United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.55161/NHRC6427

URQUIZA, M.A.; MELO, V.F.; FRANCELINO, M.R.; SCHAEFER, C.E.G.R.; DE SOUZA, E.; BARBOSA, R.I.; SANTIAGO, M.M.; ARAÚJO, T.H.C. & MAIA, S.S. Anthropic processes and land-use change during 33 years in Roraima, Northern Amazonia. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 426-442, 2018.

YANAI, A.M. et al. Efeito da concentração de terras na dinâmica do desmatamento em projeto de assentamento na Amazônia: O caso do PA Matupi (AM). In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 19., 2019, Campinas. Anais... Campinas: Galoá, 2019. ISBN: 978-85-17-00097-3. Disponível em: https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/efeito-da-concentracao-de-terras-na-dinamica-do-desmatamento-em-projeto-de-assentamento-na-amazonia--o-caso-do-pa-matupi.

YANAI, A.M. et al. Preditores do desmatamento em imóveis rurais em uma fronteira agropecuária na Amazônia: O caso do distrito de Santo Antônio do Matupi, Sul do Amazonas. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 20., 2023, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2023. v. 20, p. 2335-2338. Art. 156165. Eds. D.F.M. Gherardi, I. Del'Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. ISBN: 978-65-89159-04-9. Disponível em: https://proceedings.science/p/164662?lang=pt-br.

Trabalhos sobre "commodities"

COSTA, F.A., SCHMINK, M.; HECHT, S.; ASSAD, E.D.; BEBBINGTON, D.H.; BRONDIZIO, E.S.; FEARNSIDE, P.M.; GARRETT, R.; HEILPERN, S.; MCGRATH, D.; OLIVEIRA, G. & PEREIRA, H.S.. Complex, diverse and changing agribusiness and livelihood systems in the Amazon. In: NOBRE, C.; ENCALADA, A.et al. (Eds.). **Amazon Assessment Report 2021**. Science Panel for the Amazon (SPA). United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.55161/CGAP7652

FEARNSIDE, P.M. China's carbon emissions in Brazil. **Science**, v. 373, p. 1209-1210, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abl9962 [letter]

FEARNSIDE, P.M.; FIGUEIREDO, A.M.R. China's influence on deforestation in Brazilian Amazonia: A growing force in the state of Mato Grosso. In: **BU Global Economic Governance Initiative Discussion Papers**, 2015-3. Boston University, Boston, Massachusetts, U.S.A., 2015. 51 p. Available at: http://www.bu.edu/pardeeschool/files/2014/12/Brazil1.pdf.

FEARNSIDE, P.M. A sustentabilidade da agricultura na Amazônia: Meus pensamentos. In: HOMMA, A.K. (Ed.). **Sinergias de Mudança da Agricultura Amazônica: Conflitos e Oportunidades.** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2022, p. 46-66. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143078/1/LV-Sinergias.pdf

FEARNSIDE, P.M. & FIGUEIREDO, A.M.R. China's influence on deforestation in Brazilian Amazonia: A growing force in the state of Mato Grosso. In: RAY, R.; GALLAGHER, K.; LÓPEZ, A. & SANBORN, C. (Eds.). **China and Sustainable Development in Latin America: The Social and Environmental Dimension**. New York, USA: Anthem Press, 2016, p. 229-265.

FEARNSIDE, P.M. & FIGUEIREDO, A.M.R. Deforestación de la Amazonía brasileña influenciada por la China: El caso de Mato Grosso. In: RAY, R.; GALLAGHER, K.; LÓPEZ, A. & SANBORN. C. (Eds.). **China en América Latina. Lecciones para la Cooperación Sur-Sur y el Desarrollo Sostenible.** Lima, Peru: Universidad del Pacífico, 2016, p. 271-310.

FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P.M. Amazon sugarcane: A threat to the forest. **Science,** v. 359, p. 1472, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1126.aat4208 [letter]

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P.M. Amazonia and the end of fossil fuels. **Nature**, v. 614, p. 624, 2023. DOI: 10.1038/d41586-023-00483-6 [correspondence].

FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P.M. Brazil's biofuel plans drive deforestation. [Online title: The Amazon: Biofuel plans will drive deforestation] **Nature**, v. 577, p. 170, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1038/d41586-020-00005-8 [correspondence]

RIBEIRO, R. S.; VICENTE, R. E.; ARROLHO, S. & FEARNSIDE, P. M. Amazon deforestation restrictions likely to be circumvented. **Die Erde – Journal of the Geographical Society of Berlin**, 153(3): 216-217, 2022. https://doi.org/10.12854/erde-2022-621 [open access].

TRINDADE, P.A.A. et al. War serves as excuse for Amazon destruction. **Science**, v. 376, p. 928-929, 2022. DOI: 10.1126/science.abq3611 [letter].

Trabalhos sobre "expansão urbana"

AZEVEDO-SANTOS, V.M. et al. Brazil's urban ecosystems threatened by law. **Land Use Policy**, v. 131, art. 106721, 2023. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106721.

RAMOS, C.J.P.; GRAÇA, P.M.L.A.; FEARNSIDE, P.M. Deforestation dynamics on an Amazonian peri-urban frontier: Simulating the influence of the Rio Negro Bridge in Manaus, Brazil. **Environmental Management**, v. 62, n. 6, p. 1134-1149, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00267-018-1097-3.

SANTOS, Y.L.F.; YANAI, A.M.; RAMOS, C.J.P.; GRAÇA, P.M.L.A.; VEIGA, J.A.P.; CORREIA, F.W.S.; FEARNSIDE, P.M. Amazon deforestation and urban expansion: Simulating future growth in the Manaus Metropolitan Region, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 304, art. 114279, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114279.

Trabalhos sobre "assentamentos"

CARRERO, G.C.; FEARNSIDE, P.M.; DO VALLE, D.R.; ALVES, C.S. Deforestation trajectories on a development frontier in the Brazilian Amazon: 35 years of settlement colonization, policy and economic shifts, and land accumulation. **Environmental Management**, v. 66, p. 966–984, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00267-020-01354-w.

FONSECA, F.O.R.; GRAÇA, P.M.L.A.; FEARNSIDE, P.M. Estado de conservação das áreas de preservação permanente às margens dos rios em Apuí-AM. In: LINGNAU, C. et al. (Eds.). **Anais do XI Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal-SENGEF 2014, 14 a 16 de outubro de 2014**. Curitiba: Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), 2014. p. 357-360. ISSN: 2178-8634. Disponível em: http://www.11sengef.com.br/arquivos/documentos/anaisonline/SENGEF2014.pdf.

YANAI, A.M. et al. Desmatamento e perda de carbono até 2013 em assentamentos rurais na Amazônia Legal. In: GHERARDI, D.F.M.; ARAGÃO, L.E.O.C. de (Eds.). **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, Brasil, 2015. São José dos Campos: Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto (SBSR), INPE, 2015. p. 4968-4975. ISBN: 978-85-17-0076-8. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0978.pdf.

YANAI, A.M.; GRAÇA, P.M.L.A.; ESCADA, M.I.S.; ZICCARDI, L.G.; FEARNSIDE, P.M. Deforestation dynamics in Brazil's Amazonian settlements: Effects of land-tenure concentration. **Journal of Environmental Management**, v. 268, art. 110555, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110555.

YANAI, A.M.; NOGUEIRA, E.M.; FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A. Desmatamento e perda de carbono até 2013 em assentamentos rurais na Amazônia Legal. In: GHERARDI, D.F.M. & DE ARA-

GÃO, L.E.O.C. (Eds.). **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, Brasil, 2015. São José dos Campos, SP: Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto (SBSR), INPE, 2015, p. 4968-4975. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0978.pdf.

YANAI, A.M.; NOGUEIRA, E.M.; GRAÇA, P.M.L.A.; FEARNSIDE, P.M. Deforestation and carbon-stock loss in Brazil's Amazonian settlements. **Environmental Management**, v. 59, n. 3, p. 393-409, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s00267-016-0783-2. [open access]

Trabalhos sobre "grilagem de terra e especulação imobiliária"

CARRERO, G.C.; WALKER, R.T.; SIMMONS, C.S.; FEARNSIDE, P.M. Land grabbing in the Brazilian Amazon: Stealing public land with government approval. **Land Use Policy**, art. 106133, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106133.

FERRANTE, L.; ANDRADE, M.B.T.; FEARNSIDE, P.M. Land grabbing on Brazil's Highway BR-319 as a spearhead for Amazonian deforestation. **Land Use Policy**, v. 108, art. 105559, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105559.

Sobre indutores ("drivers") de degradação florestal"

Trabalhos sobre "Exploração madeireira"

BARNI, P.E. et al. Logging Amazon forest increased the severity and spread of fires during the 2015-2016 El Niño. **Forest Ecology and Management**, v. 500, art. 119652, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119652 [open access].

BRANCO, T.L. et al. Evolução da degradação florestal por exploração madeireira e desmatamento de 2007 a 2019 no município de Boca do Acre, Amazonas. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 20., 2023, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2023. v. 20, p. 2157-2160. Art. 165108. Eds. D.F.M. Gherardi, I. Del'Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. ISBN: 978-65-89159-04-9. Disponível em: https://proceedings.science/p/164617?lang=pt-br.

FIGUEIREDO, E.O. et al. LIDAR-based estimation of bole biomass for precision management of an Amazonian forest: Comparisons of ground-based and remotely sensed estimates. **Remote Sensing of Environment**, v. 187, p. 281-293, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.10.026 [open access].

FIGUEIREDO, E.O. et al. Equations to estimate tree gaps in a precision forest management area the Amazon based on crown morphometry. **Revista Árvore**, v. 41, n. 3, art. e410313, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300013 [open access].

GRAÇA, P.M.L.A. et al. Multi-temporal analysis of radiometric changes in satellite images of forest edges to infer selective logging areas in the Amazon forest. **Acta Amazonica,** v. 45, p. 35-44, 2015.

ROMERO, F.M. et al. El aprovechamiento forestal boliviano: Caracterización de las normativas que regulan la gestión forestal. In: ROMERO, F.M.B. et al. (Eds.). **Crecimiento y Desarrollo Socioeconómico en la Amazonia Boliviana: Una perspectiva sostenible**. São Paulo: Editora Científica Digital, 2023. p. 115-134. DOI: 10.37885/230111778.

ROMERO, F.M.B. et al. Forest management with reduced-impact logging in Amazonia: Estimated aboveground volume and carbon in commercial tree species in managed forest in Brazil's state of Acre. **Forests**, v. 12, n. 4, art. 481, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f12040481 [open access].

ROMERO, F.M.B. et al. Coeficiente de rendimento volumétrico e de carbono de espécies florestais comerciais no Estado do Acre. In: DE OLIVEIRA, R.J. (Ed.). **Silvicultura e Manejo Florestal Técnicas de Utilização e Conservação da Natureza** - Volume 1. Guarujá, São Paulo: Editora Científica Digital, 2021, p. 85-98. Disponível em: https://doi.org/10.37885/201102208.

ROMERO, F.M.B. et al. Stocks of carbon in logs and timber products from forest management in the southwestern Amazon. **Forests**, v. 11, art. 1113, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f11101113 [open access].

ROMERO, F.M.B. et al. Allometric equations for volume, biomass, and carbon in commercial stems harvested in a managed forest in the southwestern Amazon: A case study. **Forests,** v. 11, n. 8, art. 874, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f11080874 [open access].

VIANNA, A.L.M.; FEARNSIDE, P.M. Impact of community forest management on biomass carbon stocks in the Uatumã Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 33, n. 2, p. 127-151, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10549811.2013.836717.

Trabalhos sobre "Fogo"

BARNI, P.E. et al. Deforestation and Forest Fires in Roraima and Their Relationship with Phytoclimatic Regions in the Northern Brazilian Amazon. **Environmental Management**, v. 55, p. 1124–1138, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00267-015-0447-7.

COSTA, J.G. et al. Forest degradation in the southwest Brazilian Amazon: Impact on tree species of economic interest and traditional use. **Fire**, v. 6, n. 6, art. 234, 2023. DOI: 10.3390/fire6060234 [open access].

DA SILVA, S.S. et al. Análise de focos de calor e área queimada no estado do Acre. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 20., 2023, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2023. v. 20, p. 2979-2982. Art. 156367. Eds. D.F.M. Gherardi, I. Del'Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. ISBN: 978-65-89159-04-9. Disponível em: https://proceedings.science/p/164826?lang=pt-br.

DA SILVA, S.S. et al. Degradação florestal no estado do Acre: Estimativa da extensão dos incêndios florestais e exploração madeireira. In: M.V.A., LIESENFELD et al. (Eds.) **Ciências Ambientais na Amazônia**. Rio Branco, Acre: Stricto Sensu Editora, 2022, p. 146-159. Disponível em: https://doi.org/10.35170/ss.ed.9786586283761.10.

DA SILVA, S.S. et al. Incêndios florestais como fator de mudança na dominância do bambu em florestas abertas no leste do Acre. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 18., 2017, Santos. Anais... São José dos Campos: INPE, 2017. p. 5605-5611. ISBN: 978-85-17-00088-1. Disponível em: https://proceedings.galoa.com.br/sbsr/trabalhos/incendios-florestais-como-fator-de-mudanca-na-dominancia-do-bambu-em-florestas-abertas-no-leste-do.

DA SILVA, S.S. et al. **Incêndios florestais e queimadas na Amazônia sul ocidental**. Mapiense, v. 3, p. 27-35, 2019. Disponível em: http://www.herencia.org.bo/webdocs/publicaciones/Mapiense-3.pdf [open access].

DA SILVA, S.S. et al. Burning in southwestern Brazilian Amazonia, 2016-2019. **Journal of Environmental Management.** 286: art. 112189, 2021. Disponível em https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112189

DA SILVA, S.S. et al. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p. 312–322, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041.

DA SILVA, S.S. et al. Increasing bamboo dominance in southwestern Amazon forests following intensification of drought-mediated fires. **Forest Ecology and Management**, v. 490, art. 119139, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119139.

DA SILVA, S.S. et al. Impact of fires on open bamboo forest in years of extreme drought in southwestern Amazonia. **Regional Environmental Change**, v. 20, art. 127, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10113-020-01707-5.

DIELE-VIEGAS, L.M. et al. We're building it up to burn it down: Fire occurrence and fire-related climatic patterns in Brazilian biomes. **PeerJ**, v. 10, art. e14276, 2022. DOI: 10.7717/peerj.14276 [open access].

DOS REIS, M. et al. Forest fires and deforestation in the central Amazon: Effects of landscape and climate on spatial and temporal dynamics. **Journal of Environmental Management**, v. 88, art. 112310, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112310.

DUTRA, D.J. et al. Fire dynamics in an emerging deforestation frontier in southwestern Amazonia, Brazil. **Fire**, v. 6, n. 1, art. 2, 2023. DOI: 10.3390/fire6010002 [open access]. Available at: https://www.mdpi.com/2571-6255/6/1/2.

DUTRA, D.J. et al. Comparison of regional scale burned area products for southwestern Brazilian Amazonia. In: **Proceedings of the 23rd Brazilian Symposium on GeoInformatics**, São José dos Campos, SP, November 29 to 30, 2022. São José dos Campos: MCTI/INPE, 2022. p. 10-14. ISSN: 2179-4847. Disponível em: http://mtc-m21d.sid.inpe.br/rep/8JMKD3MGP3W34T/488BPNL.

FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A. Interactive comment on "Changing patterns of fire occurrence in proximity to forest edges, roads and rivers between NW Amazonian countries" by Dolors Armenteras et al. **Biogeosciences Discussions,** 2017. Disponível em: https://doi.org/10.5194/bg-2016-532-RC4.

FEARNSIDE, A.M.Y. Nascimento et al. Influência da fragmentação florestal na expansão do fogo no sudoeste da Amazônia brasileira – Boca do Acre, Brasil. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 20., 2023, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2023. v. 20, p. 672-675, art. 155668. Eds. D.F.M. Gherardi, I. Del'Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. ISBN: 978-65-89159-04-9. Disponível em: https://proceedings.science/p/164242?lang=pt-br.

LAPOLA, D.M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. **Science**, v. 379, art. eabp8622, 2022. DOI: 10.1126/science.abp8622.

SATO, L. et al. Post-fire changes in forest biomass retrieved by airborne LiDAR in Amazonia. **Remote Sensing**, v. 8, p. 839, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/rs8100839.

SILVA JUNIOR, C.H.L. et al. Amazonian forest degradation must be incorporated into the COP26 agenda. **Nature Geoscience**, v. 14, p. 634–635, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41561-021-00823-z.

VASCONCELOS, S.S. et al. Suscetibilidade ao fogo da vegetação do sul Amazonas sob condições meteorológicas atípicas durante a seca de 2005. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 2, p. 134-144, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-778620140070.

ZICCARDI, L.G. et al. Forest fires facilitate growth of herbaceous bamboos in central Amazonia. **Biotropica,** v. 53, n. 4, p. 1021-1030, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/btp.12915.

ZICCARDI, L.G. et al. Community composition of tree and palm species following disturbance in a forest with bamboo in southwestern Amazonia, Brazil. **Biotropica,** v. 53, n. 5, p. 1328-1341, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/btp.12979.

Trabalhos sobre "Fertilização por CO_2"

LAURANCE, W.F. et al. Apparent environmental synergism drives the dynamics of Amazonian forest fragments. **Ecology,** v. 95, n. 11, p. 3018-3026, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1890/14-0330.1.

LAURANCE, W.F. et al. Long-term changes in liana abundance and forest dynamics in undisturbed Amazonian forests. **Ecology**, v. 95, n. 6, p. 1604-1611, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1890/13-1571.1.

LAURANCE, W.F. et al. An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change. **Biological Reviews**, v. 93, n. 1, p. 223–247, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1111/brv.12343 [open access].

Trabalhos sobre "REDD+, Unidades de Conservação e Terras Indígenas"

ANDERSON, L.O. et al. Utilização de dados orbitais de focos de calor para caracterização de riscos de incêndios florestais e priorização de áreas para a tomada de decisão. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, p. 163-177, 2017.

CHÁVEZ MICHAELSEN, A. et al. Effects of drought on deforestation estimates from different classification methodologies: Implications for REDD+ and other payments for environmental services programs. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 5, p. 36-44, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.01.003.

COELHO-JUNIOR, M.G. et al. Brazil's policies threaten Quilombola communities and their lands amid the COVID-19 pandemic. **Ecosystems and People**, v. 16, n. 1, p. 384-386, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1845804 [open access] [letter].

FEARNSIDE, P.M. et al. Maintaining carbon stocks in extractive reserves in Brazilian Amazonia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 48, p. 446-476, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.5380/dma.v48i0.58780 [open access].

FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P.M. Indigenous lands protect Brazil's agribusiness. **Science**, v. 376, p. 810, 2022. [letter]. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abq7243.

FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P.M. Mining and Brazil's Indigenous peoples. **Science**, v. 375, p. 276, 2022. [letter]. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abn6753.

FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P.M. Brazil threatens indigenous lands. **Science**, v. 368, p. 481-482, 2020. [letter]. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abb6327.

FERRANTE, L. et al. Amazonian indigenous peoples are threatened by Brazil's Highway BR-319. **Land Use Policy**, v. 94, art. 104548, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104548.

FONSECA, F.O.R.; GRAÇA, P.M.L.A. & FEARNSIDE, P.M. Estado de conservação das áreas de preservação permanente às margens dos rios em Apuí-AM. In: C. LINGNAU; DE ARAGÃO, L.E.O.C.; DOS SANTOS, J.R. & DA SILVA LOPES, E. (Eds.). Anais do XI Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal-**SENGEF 2014**, 14 a 16 de outubro de 2014. Instituto de Engenharia do Paraná (IEP), Curitiba, Paraná, p. 357-360, 2014. Disponível em: http://www.11sengef.com.br/arquivos/documentos/anaisonline/SENGEF2014.pdf.

KOGA, D.M.; BROWN, I.F.; FEARNSIDE, P.M. SALISBURY, D.S. & DA SILVA, S.S. Serra do Divisor National Park: A protected area under threat in the southwestern Brazilian Amazon. **Environ-**

mental Conservation 49(2): 74-82, 2022. https://doi.org/10.1017/S0376892922000091 [open access].

NOGUEIRA, E.M. et al. Brazil's Amazonian protected areas as a bulwark against regional climate change. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 2, p. 573-579, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10113-017-1209-2.

NOGUEIRA, E.M. et al. Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 1, p. 261-270, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10113-017-1198-1.

QIN, Y. et al. Forest conservation in Indigenous territories and protected areas in the Brazilian Amazon. **Nature Sustainability**, v. 6, p. 295-305, 2023. DOI: 10.1038/s41893-022-01018-z [open access].

VILLÉN-PÉREZ, S. et al. Mining threatens isolated indigenous peoples in the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, v. 72, art. 102398, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102398 [open access].

VITEL, C.; LEROY, M.; FEARNSIDE, P.M. La mobilisation des communautés locales et indigènes dans REDD+. L'expérience du projet Suruí en Terre indigène d'Amazonie Brésilienne. In: CoP21 - **Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques Side Event « REDD+ : à l'interface de la biodiversité, des changements climatiques et des droits de l'homme** ». Paris, France, 2015. Disponível em: http://www.agropolis.fr/pdf/csfd/REDDCOP21programme.pdf.

Trabalhos sobre "Biomassa" e "Estoques de carbono"

ALMEIDA, A.Q. et al. Modelos de estimativa de biomassa aérea utilizando dados RapidEye para a Floresta Nacional do Tapajós-PA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2017. p. 6445-6452.

BARBOSA, R.I. et al. Decomposition rates of coarse woody debris in undisturbed Amazonian seasonally flooded and unflooded forests in the Rio Negro-Rio Branco Basin in Roraima, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 397, p. 1-9, 2017. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.026 [open access].

BARBOSA, R.I. et al. Allometric models to estimate tree height in northern Amazonian ecotone forests. **Acta Amazonica**, v. 49, n. 2, p. 81-90, 2019. https://doi.org/10.1590/1809-4392201801642

BARNI, P.E. et al. Spatial distribution of forest biomass in Brazil's state of Roraima, northern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 377, p. 170-181, 2016. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.010

BISPO, P.C. et al. Predictive models of primary tropical forest structure from geomorphometric variables based on SRTM in the Tapajós region, Brazilian Amazon. **PLoS One**, v. 11, art. e0152009, 2016.

CHAVE, J. et al. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, v. 20, n. 10, p. 3177-3190, 2014. https://doi.org/10.1111/gcb.12629

FADINI, S.R.M.C. et al. Above-ground biomass estimation for a shrubby mistletoe in an Amazonian savanna. **Journal of Tropical Ecology**, v. 36, n. 1, p. 6-12, 2019. https://doi.org/10.1017/S0266467419000294

FARIAS, H.L.S. et al. Amazon forest biomass: Intra- and interspecific variability in wood density drive divergences in Brazil's far north. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, v. 16, n. 2, p. 95-104, 2023. DOI: 10.3832/ifor4137-016 [open access].

FEARNSIDE, P.M. Brazil's Amazonian forest carbon: The key to Southern Amazonia's significance for global climate. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 1, p. 47-61, 2018. https://doi.org/10.1007/s10113-016-1007-2

FIGUEIREDO, E.O. et al. Modelos para estimativa de volume de árvores individuais pela morfometria da copa obtida com LIDAR. **Cerne**, v. 20, n. 4, p. 621-628, 2014. https://doi.org/10.1590/01047760201420041693

GONÇALVES, F. et al. Estimating aboveground biomass in tropical forests: Field methods and error analysis for the calibration of remote sensing observations. **Remote Sensing**, v. 9, art. 47, 2017.

JATI, S.R. et al. Influência dos fatores edáficos e da altimetria na densidade da madeira no componente arbóreo-arbustivo de áreas de savana aberta de Roraima, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 13, n. 1, p. 29-39, 2019. https://revista.ufrr.br/rga/article/view/5369/2637 [open access]

JATI, S.R. et al. Densidade da madeira de árvores em savanas do norte da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 1, p. 79-86, 2014. https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000100008

NASCIMENTO, M.T. et al. Variation in floristic composition, demography and above-ground biomass over a 20-year period in an Amazonian monodominant forest. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, p. 293-303, 2014.

NOGUEIRA, E.M. et al. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. **Global Change Biology**, v. 21, p. 1271-1292, 2015. https://doi.org/10.1111/gcb.12798

OLIVEIRA, R. et al. Structure and tree species composition in different habitats of savanna used by indigenous people in the Northern Brazilian Amazon. **Biodiversity Data Journal,** v. 5, art. e20044, 2017.

ROMERO, F.M.B. et al. Aboveground biomass allometric models for large trees in southwestern Amazonia. **Trees, Forests & People**, v. 9, art. 100317, 2022. DOI: 10.1016/j.tfp.2022.100317.

SELAYA, N.G. et al. Economically important species dominate aboveground carbon storage in forests of southwestern Amazonia. **Ecology and Society**, v. 22, art. 1, 2017. https://doi.org/10.5751/ES-09297-220240

SILIPRANDI, N.C. et al. Inter-site variation in allometry and wood density of Goupia glabra Aubl. in Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 1, p. 268-276, 2016. https://doi.org/10.1590/1519-6984.22514 [open access]

SILVA, L.F.S.G. et al. Production and stock of coarse woody debris across a hydro-edaphic gradient of oligotrophic forests in the northern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 364, p. 1-9, 2016. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.12.045

SOUZA, J.P. et al. Silvicultural interventions and agroforestry systems increase the economic and ecological value of Bertholletia excelsa plantations in the Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 97, p. 197-207, 2022. DOI: 10.1007/s10457-022-00798-9.

TREUHAFT, R. et al. Tropical-forest biomass estimation at X-band from the spaceborne TanDEM-X interferometer. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 12, p. 239-243, 2015.

Trabalhos sobre “Solos”

BARROS, H.S.; FEARNSIDE, P.M. Pedo-transfer functions for estimating soil bulk density in central Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 397-407, 2015. https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140358

BARROS, H.S.; FEARNSIDE, P.M. Soil carbon stock changes due to edge effects in central Amazon forest fragments. **Forest Ecology and Management**, v. 379, p. 30-36, 2016. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.08.002. [open access]

BARROS, H.S.; FEARNSIDE, P.M. Soil carbon is decreasing under “undisturbed” Amazonian forest. **Soil Science Society of America Journal**, v. 83, n. 6, p. 1779-1785, 2019. http://doi.org/10.2136/sssaj2018.12.0489

CARVALHO, L.C.S.; FEARNSIDE, P.M.; NASCIMENTO, M.T.; BARBOSA, R.I. Amazon soil charcoal: Pyrogenic carbon stock depends on ignition source distance and forest type in Roraima, Brazil. **Global Change Biology**, v. 24, n. 9, p. 4122-4130, 2018. https://doi.org/10.1111/gcb.14277

MARQUES, J. D. O. et al. Soil carbon stocks under Amazonian forest: Distribution in the soil fractions and vulnerability to emission. Open Journal of Forestry, v. 7, p. 121-142, 2017. https://doi.org/10.4236/ojf.2017.72008 [open access]

NASCIMENTO, M.T. et al. Is the Peltogyne gracilipes monodominant forest characterized by distinct soils? **Acta Oecologica - International Journal of Ecology**, v. 85, p. 104-107, 2017.

TURCIOS, M. M. et al. Soil charcoal as long-term pyrogenic carbon storage in Amazonian seasonal forests. **Global Change Biology**, v. 22, p. 190-197, 2016. https://doi.org/10.1111/gcb.13049.

Trabalhos sobre “Florestas secundárias”

MAIA, R.S; VASCONCELOS, S.S.; DE CARVALHO, C.J.R. Frações de fósforo e simbiose micorrízica em floresta secundária em resposta a disponibilidade de água e nutrientes na Amazônia oriental. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 255-264, 2015.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; ZARIN, DANIEL J.; VASCONCELOS, S. S.; DE CARVALHO, C. J. R.; OLIVEIRA, FRANCISCO DE ASSIS; SANTOS, MARIA M. DE L. S. The effect of water availability on soil microbial biomass in a secondary forest in eastern Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 377-384, 2015.

WANDELLI, E.V.; FEARNSIDE, P.M. Secondary vegetation in central Amazonia: Land-use history effects on aboveground biomass. **Forest Ecology and Management**, v. 347, p. 140-148, 2015. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.020

Trabalhos sobre “Emissões de mudanças do uso da terra”

COVEY, K. et al. Carbon and beyond: The biogeochemistry of climate in a rapidly changing Amazon. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 4, art. 618401, 2021. https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.618401 [open access]

FEARNSIDE, P.M. Natural riches of Amazonia, deforestation and its consequences. **Global Land Project News**, v. 12, p. 22-25, 2015. http://elib.dlr.de/99895/1/GLPNews_Nov2015.pdf

FEARNSIDE, P.M. The impact of land use on carbon stocks and fluxes: Implications for policy. In: NAGY, L.; FORSBERG, B.; ARTAXO, P. (Eds.) **Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin.** Springer (Ecological Studies No. 227), Berlin, Germany, p. 385-405, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49902-3_16

Trabalhos sobre “Secas”

ARAGÃO, L.E.O.C. et al. Assessing the influence of climate extreme on ecosystems and human health in southwestern Amazon supported by the PULSE-Brazil platform. **American Journal of Climate Change**, v. 5, p. 399-416, 2016. http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2016.53030

LOPES, A.P. et al. Leaf flush drives dry season green-up of the Central Amazon. Remote Sensing of Environment, v. 182, p. 90-98, 2016.

PINHO, P.F. et al. Projections of Brazilian biomes resilience and socio-environmental risks to climate change. **Sustentabilidade em Debate**, v. 11, p. 225-259, 2020. https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33918 [open access]

ROWLAND, L. et al. After more than a decade of soil moisture deficit, tropical rainforest trees maintain photosynthetic capacity, despite increased leaf respiration. **Global Change Biology**, v. 21, p. 4662–4672, 2015. https://doi.org/10.1111/gcb.13035

WAGNER, F.H. et al. Climate seasonality limits leaf carbon assimilation and wood productivity in tropical forests. **Biogeosciences**, v. 13, p. 2537-2562, 2016. http://dx.doi.org/10.5194/bg-13-2537-2016

Trabalhos sobre “Ciclo hidrológico”

DA SILVA, H.J.F.; LUCIO, P.S.; BROWN, I.F. Análise mensal, sazonal e interanual da evapotranspiração potencial para o leste do estado do Acre, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 38, p. 326-340, 2015.

DA SILVA, H.F.; LUCIO, P.S.; BROWN, I.F. Trend analysis of the reference evapotranspiration for the southwestern Amazon, Brazil. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing,** v. 6, p. 270-282, 2016. http://dx.doi.org/10.5935/2237-2202.20160027

FEARNSIDE, P.M. A seca e o desmatamento. **Ciência Hoje**, v. 54, n. 322, p. 52, 2015.

FEARNSIDE, P.M. Changing climate in Brazil’s “breadbasket”. **Frontiers in Ecology and the Environment,** v. 18, p. 486-488, 2020. https://doi.org/10.1002/fee.2263

Trabalhos sobre “Áreas úmidas”

GRASEL, D.; FEARNSIDE, P.M.; ROVAI, A.S.; VITULE, J.R.S.; RODRIGUES, R.R.; MORMUL, R.P.; SAMPAIO, F.D.F.; JARENKOW, J.A. Brazil’s Native Vegetation Protection Law jeopardizes wetland conservation: A comment on Maltchik et al. **Environmental Conservation,** v. 46, n. 2, p. 121-123, 2019. https://doi.org/10.1017/S0376892918000474

GRASEL, D.; FEARNSIDE, P.M.; VITULE, J.R.S.; BOZELLI, R.L.; MORMUL, R.P.; RODRIGUES, R.R.; WITTMANN, F.; AGOSTINHO, A.A.; JARENKOW, J.A. Brazilian wetlands on the brink. **Biodiversity and Conservation**, v. 28, n. 1, p. 255-257, 2019. https://doi.org/10.1007/s10531-018-1666-z

Trabalhos sobre “Ecossistemas aquáticos”

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; DAGA, V.S.; FEARNSIDE, P.M. Roads to pollution: Brazil’s aquatic biodiversity affected by truck leaks. **Oecologia Australis**, v. 26, n. 3, p. 483-493, 2022. DOI: 10.4257/oeco.2022.2603.07.

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; GARCIA-AYALA, J.R.; FEARNSIDE, P.M.; ESTEVES, F.A.; PELICICE, F.M.; LAURANCE, W.F.; BENINE, R.C. Amazon aquatic biodiversity imperiled by oil spills. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, n. 13, p. 2831–2834, 2016. https://doi.org/10.1007/s10531-016-1192-9.

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; FREDERICO, R.G.; FAGUNDES, C.K.; POMPEU, P.S.; PELICICE, F.M.; PADIAL, A.A.; NOGUEIRA, M.G.; FEARNSIDE, P.M.; LIMA, L.B.; DAGA, V.S.; OLIVEIRA, F.J.M.; VITULE, J.R.S.; CALLISTO, M.; AGOSTINHO, A.A.; ESTEVES, F.A.; LIMA-JUNIOR, D.P.; MAGALHÃES, A.L.B.; SABINO, J.; MORMUL, R.P.; GRASEL, D.; ZUANON, J.; VILELLA, F.S.; HENRY, R. Protected areas: A focus on Brazilian freshwater biodiversity. **Diversity and Distributions**, v. 25, p. 442-448, 2019. https://doi.org/10.1111/ddi.12871.

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; RODRIGUES FILHO, J.L.; FEARNSIDE, P.M.; LOVEJOY, T.E.; BRITO, M.F.G. Conservation of Brazilian freshwater biodiversity: Thinking about the next 10 years and beyond. **Biodiversity and Conservation**, v. 30, p. 235–241, 2021. https://doi.org/10.1007/s10531-020-02076-5.

ESTERHUYSE, S.; REDELINGHUYS, N.; CHARVET, P.; FEARNSIDE, P.; DAGA, V.; BRAGA, R.; OKELLO, W.; VITULE, J.; VERHEYEN, E.; VAN STEENBERGE, M. Effects of hydrocarbon extraction on freshwaters. In: **Encyclopedia of Inland Waters**, 2nd Edition. Amsterdam: Elsevier, 2022. Vol. 4, p. 189-209. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819166-8.00164-X.

FEARNSIDE, P.M.; BERENGUER, E.; ARMENTERAS, D.; DUPONCHELLE, F.; GUERRA, F.M.; JENKINS, C.N.; BYNOE, P.; GARCÍA-VILLACORTA, R.; MACEDO, M.; VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; NASCIMENTO, N. Drivers and impacts of changes in aquatic ecosystems. In: NOBRE, C.; ENCALADA, A. et al. (Eds.) **Amazon Assessment Report 2021**. Science Panel for the Amazon (SPA). New York: United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. Chapter 20. https://doi.org/10.55161/IDMB5770.

FERRAZI, R. et al. Unregulated sales of fishing nets: Consequences and possible solutions in Brazil. **Environmental Conservation**, v. 49, n. 4, p. 199-202, 2022. DOI: 10.1017/S0376892922000273.

PELICICE, F.M.; AGOSTINHO, A.A.; AKAMA, A.; ANDRADE FILHO, J.D.; AZEVEDO-SANTOS, V.M.; BARBOSA, M.V.M.; BINI, L.M.; BRITO, M.F.G.; CANDEIRO, C.R.A.; CARAMASCHI, E.P.; CARVALHO, P.; DE CARVALHO, R.A.; CASTELLO, L.; DAS CHAGAS, D.B.; CHAMON, C.C.; COLLI, G.R.; DAGA, V.S.; DIAS, M.S.; DINIZ FILHO, J.A.F.; FEARNSIDE, P.; FERREIRA, W.M.; Z. GARCIA, Z.; KROLOW, T.K.; KRUGER, R.F.; LATRUBESSE, E.M.; LIMA JUNIOR, D.P.; LÓLIS, S.F.; LOPES, F.A.C.; LOYOLA, R.D.; MAGALHÃES, A.L.B.; MALVÁSIO, A.; DE MARCO JUNIOR, P.; MARTINS, P.R.; MAZZONI, R.; NABOUT, J.C.; ORSI, M.L.; PADIAL, A.A.; PEREIRA, H.R.; PEREIRA, T.N.A.; PERÔNICO, P.B.; PETRERE JR, M.; PINHEIRO, R.T.; PIRES, E.F.; POMPEU, P.S.; PORTELINHA, T.C.G.; SANO, E.E.; DOS SANTOS, V.L.M.; SHIMABUKURO, P.H.F.; DA SILVA, I.G.; BARBOSA E SOUZA, L.; GARRO, F.L.T.; TELLES, M.P.C.; TERESA, F.B.; THOMAZ, S.M.; TONELLA, L.H.; VIEIRA, L.C.G.; VITULE, J.R.S.; ZUANON, J. Large-scale degradation of the Tocantins-Araguaia River Basin. **Environmental Management**, v. 68, p. 445–452, 2021. https://doi.org/10.1007/s00267-021-01513-7.

SANTOS, J.P. et al. Fisheries monitoring in Brazil: How can the 2030 agenda be met without fisheries statistics? **Biota Neotropica**, v. 23, n. 2, art. e20221439, 2023. DOI: 10.1590/1676-0611-BN-2022-1439 [open access].

VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; FEARNSIDE, P.M.; DOS SANTOS, G.M.; PIEDADE, M.T.F.; JUNK, W.; NOZAWA, S.R.; DA SILVA, S.T.; DANTAS, F.A.C. Amazonia: Water resources and sustainability. In: BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. (Eds.) **Waters of Brazil: Strategic Analyses.** Cham: Springer International Switzerland, 2017. p. 73-88. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41372-3_6.

VAL, A.L.; FEARNSIDE, P.M.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. Environmental disturbances and fish in the Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 192–193, 2016. https://doi.org/10.1111/jfb.12896.

Trabalhos sobre “Barragens”

ATHAYDE, S. et al. Mapping research on hydropower and sustainability in the Brazilian Amazon: Advances, gaps in knowledge and future directions. **Current Opinion in Environmental Sustainability,** v. 37, p. 50-69, 2019. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.004.

FEARNSIDE, P.M. As barragens amazônicas do Brasil: Impactos e tomada de decisão. In: LAUFE, J. et al. (eds.). **Rios, Terras e Culturas: Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2020. p. 480-490. ISBN: 978-65-87340-19-7. Disponível em: https://amazondams.network/e-book-rios-terras-e-culturas-aprendendo-com-o-sistema-socioecologico-do-tocantins. DOI: 10.22350/9786587340197.

FEARNSIDE, P.M. Análisis de los Principales Proyectos Hidro-Energéticos en la Región Amazónica. **Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR)**, Centro Latinoamericano de Ecología Social (CLAES), & Panel Internacional de Ambiente y Energia en la Amazonia, Lima, Peru, 55 pp, 2014. https://bityl.co/6qIG

FEARNSIDE, P.M. Brazil’s Madeira River dams: A setback for environmental policy in Amazonian development. **Water Alternatives**, v. 7, n. 1, p. 156-169, 2014. http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol7/v7issue1/244-a7-1-15/file

FEARNSIDE, P.M. Justicia ambiental y represas en la Amazonía del Brasil. In: ROBINS, N.A.; FRASER, B. (eds.). **Paisajes de Inequidad**. Lima, Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), (no prelo), 2023. [Tradução de Fearnside, 2020. Environmental justice and Brazil’s Amazonian dams].

FEARNSIDE, P.M. What role for short-lived climate pollutants in mitigation policy? [Online comment on J.K. Shoemaker et al., **Science** 342: 1323-1324 (2013).] Science. Retrieved from http://comments.sciencemag.org/content/10.1126/science.1240162 in 2014.

FEARNSIDE, P.M. Impacts of Brazil’s Madeira River dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Science & Policy**, v. 38, p. 164-172, 2014. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004

FEARNSIDE, P.M. Amazon dams and waterways: Brazil’s Tapajós Basin plans. **Ambio,** v. 44, p. 426-439, 2015. https://doi.org/10.1007/s13280-015-0642-z

FEARNSIDE, P.M. Brazil’s São Luiz do Tapajós Dam: The art of cosmetic environmental impact assessments. **Water Alternatives**, v. 8, n. 3, p. 373-396, 2015. http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol8/v8issue3/297-a8-3-5/file

FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests. In: LEHR, J. & KEELEY, J. (Eds.). **Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia.** John Wiley & Sons Publishers, New York, U.S.A., 2016, p. 428-438.

FEARNSIDE, P.M. Hidrelétricas na Amazônia brasileira: Questões ambientais e sociais. In: FLORIANI, D. & HEVIA, A.E. (Eds.). **América Latina Sociedade e Meio Ambiente: Teorias, Retóricas e Conflitos em Desenvolvimento**. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2016, p. 289-315.

FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gas emissions from Brazil’s Amazonian hydroelectric dams. **Environmental Research Letters**, v. 11, art. 011002, 2016. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/1/011002

FEARNSIDE, P.M. Environmental and social impacts of hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Implications for the aluminum industry. **World Development**, v. 77, p. 48-65, 2016. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.08.015

FEARNSIDE, P.M. Interactive comment on “Organic carbon burial efficiency in a large tropical hydroelectric reservoir” by Mendonça et al. **Biogeosciences Discussions,** v. 12, p. C9548–C9548, 2015. https://doi.org/10.5194/bgd-12-18513-2015

FEARNSIDE, P.M. Tropical dams: To build or not to build? **Science**, v. 351, p. 456-457, 2016. https://doi.org/10.1126/science.351.6272.456-b

FEARNSIDE, P.M. Belo Monte: Actors and arguments in the struggle over Brazil’s most controversial Amazonian dam. **Die Erde**, v. 148, n. 1, p. 14-26, 2017. https://doi.org/10.12854/erde-148-27

FEARNSIDE, P.M. Brazil’s Belo Monte Dam: Lessons of an Amazonian resource struggle. **Die Erde**, v. 148, n. 2-3, p. 167-184, 2017. https://doi.org/10.12854/erde-148-46.

FEARNSIDE, P.M. As barragens do rio Madeira: Uma espada de Dâmocles pairando sobre Porto Velho. In: CAVALCANTE, M.M.A. & HERRERA, J.A. (Eds.). **Hidrelétricas na Amazônia: Interpretações geográficas sobre as usinas no Madeira e no Xingu.** Universidade Federal do Pará, Grupo Acadêmico Produção do Território e Meio Ambiente na Amazônia (GAPTA), Belém, Pará, 2017, p. 31-40.

FEARNSIDE, P.M. Planned disinformation: The example of the Belo Monte Dam as a source of greenhouse gases. In: ISSBERNER, L.R.; LENA, P. (Eds.). **Brazil in the Anthropocene: Conflicts between Predatory Development and Environmental Policies.** Routledge, Taylor & Francis Group, New York, U.S.A., 2017, p. 125-142.

FEARNSIDE, P.M. Represas hidroeléctricas en la Amazonía brasileña: Impactos ambientales y sociales. **Revista de Estudios Brasileños**, v. 6, n. 11, p. 123-138, 2019. https://doi.org/10.14201/reb2019611123138

FEARNSIDE, P.M. Os impactos socioambientais das barragens amazônicas brasileiras. In: WEISS, J.S. (Ed.). **Movimentos Socioambientais: Lutas - Avanços - Conquistas - Retrocessos - Esperanças.** Xapuri Socioambiental, Formosa, Goiás, 2019, p. 259-289. https://doi.org/10.37682/xapbk.msoc-ed1-008

FEARNSIDE, P.M. Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão. **Novos Cadernos** NAEA, v. 22, n. 3, p. 69-96, 2019. https://doi.org/10.5801/ncn.v22i3.7711 [open access]

FEARNSIDE, P.M. Dams: rotting plants soil climate claims (Online headline: Hydropower: don’t waste climate money on more dams). **Nature**, v. 568, p. 33, 2019. [correspondence]. https://doi.org/10.1038/d41586-019-01057-1

FEARNSIDE, P.M. Environmental justice and Brazil’s Amazonian dams. In: ROBINS, N.A.; FRASER, B. (Eds.). **Landscapes of Inequity: The Quest for Environmental Justice in the Andes/Amazon Region**. University of Nebraska Press, Lincoln, NE, U.S.A., 2020, p. 85-126. https://www.nebraskapress.unl.edu/university-of-nebraska-press/9781496208026/

GERLAK, A.K. et al. Dams, Chinese investments, and EIAs: A race to the bottom in South America? **Ambio**, v. 49, n. 1, p. 156-164, 2020. https://doi.org/10.1007/s13280-018-01145-y

LEES, A.C. et al. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 25, n. 3, p. 451-466, 2016. doi 10.1007/s10531-016-1072-3.

NICKERSON, S.; Chen, G.; Fearnside, P.M.; Allan, C.J.; Hu, T.; DE CARVALHO, L.M.T.; & Zhao, K. Forest loss is significantly higher near clustered small dams than single large dams per megawatt of hydroelectricity installed in the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters** 17: art. 084026, 2022. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac8236 [open access]

PEZZUTI, J.C.B. et al. Belo Monte through the food-water-energy nexus: The disruption of a unique socioecological system on the Xingu River. In: MOREIRA, F.A. et al. (Eds.). **The Water-Energy-Food Nexus: What the Brazilian Research Has to Say**. School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil, 2022, p. 22-40. DOI [livro inteiro] https://doi.org/10.11606/9786588304075

Trabalhos sobre “Biodiversidade”

AGUIAR, A. et al. Invasion of Acacia mangium in Amazonian savannas following planting for forestry. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, p. 359-369, 2014.

ANDRADE, A. et al. Evolutionary diversity is associated with wood productivity in Amazonian forests. **Nature Ecology & Evolution**, v. 3, p. 1754–1761, 2019. https://doi.org/10.1038/s41559-019-1007-y

ARAÚJO, M.A. et al. Hydro-edaphic conditions defining richness and species composition in savanna areas of the northern Brazilian Amazonia. Biodiversity **Data Journal**, v. 5, art. e13829, 2017.

BUSTAMANTE, M.M.C. et al. Capítulo 3: Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. In: JOLY, C.A. et al. (Eds.). **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.** Editora Cubo, São Carlos, SP, 2019, p. 93-213. https://www.bpbes.net.br/produto/diagnostico-brasileiro/

CAVALCANTE, C.O.; FLORES, A.S. & BARBOSA, R.I. Fatores edáficos determinando a ocorrência de leguminosas herbáceas em savanas amazônicas. **Acta Amazonica**, v. 44, p. 379-386, 2014.

DAGA, V.S. et al. Water diversion in Brazil threatens biodiversity: Potential problems and alternatives. **Ambio,** v. 49, n. 1, p. 165–172, 2020. https://doi.org/10.1007/s13280-019-01189-8

ELLWANGER, J.H. et al. Synthesizing the connections between environmental disturbances and zoonotic spillover. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences** 94(3): art. e20211530 3. 2022. https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211530 [open access]

ELLWANGER, J.H. et al. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 92, n. 1, art. e20191375, 2020. https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375 [open access]

FEARNSIDE, P.M. Tropical hydropower in the Clean Development Mechanism: Brazil’s Santo Antônio Dam as an example of the need for change. **Climatic Change,** v. 131, n. 4, p. 575-589, 2015. https://doi.org/10.1007/s10584-015-1393-3

FEARNSIDE, P.M. Conservation research in Brazilian Amazonia and its contribution to biodiversity maintenance and sustainable use of tropical forests. In: **1st Conference on Biodiversity in the Congo Basin**, 6-10 June 2014, Kisangani, Democratic Republic of Congo. Consortium Congo 2010, Université de Kisangani, Kisangani, República Democrática do Congo, 2014. p. 12-27. Disponível em: http://congo-biodiversityconference2014.africamuseum.be/themes/bartik/files/abstracts_resumes.pdf.

FEARNSIDE, P.M. Emissions from tropical hydropower and the IPCC. **Environmental Science & Policy**, v. 50, p. 225-239, 2015. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.002

FEARNSIDE, P.M. South American natural ecosystems, status of. In: **Reference Module in Life Sciences**, Elsevier, Amsterdam, Paises Baixos, 2023. [atualização da versão de 2017]. DOI: 10.1016/B978-0-12-822562-2.00134-1.

FEARNSIDE, P.M. The intrinsic value of Amazon biodiversity. **Biodiversity and Conservation,** v. 30, p. 1199–1202, 2021. https://doi.org/10.1007/s10531-021-02133-7

FERRANTE, L. et al. Brazil's planned exploitation of Amazonian indigenous lands for commercial agriculture increases risk of new pandemics. **Regional Environmental Change,** v. 21, art. 81, 2021. https://doi.org/10.1007/s10113-021-01819-6 [open access]

FERRANTE, L. et al. Effects of Amazonian flying rivers on frog biodiversity and populations in the Atlantic Rainforest. **Conservation Biology**, v. 37, n. 3, art. e14033, 2022. DOI: 10.1111/cobi.14033.

JOLY, C.A. et al. Capítulo 1: Apresentando o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. In: JOLY, C.A. et al. (Eds.) **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.** Editora Cubo, São Carlos, SP, 2019, p. 6-33. https://www.bpbes.net.br/produto/diagnostico-brasileiro/

MORAES, T.N.M.; FEARNSIDE, P.M.; FERRANTE, L. A resposta dos anfíbios às mudanças climáticas na Amazônia Central. In: **Anais do VIII Congresso de Iniciação Científica do INPA** – CONIC, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, 2019. p. 93-96. ISSN 2178 9665. [publicado em outubro de 2020]. Disponível em: http://portal.inpa.gov.br/arquivos/Anais_VIII_CONIC_INPA_2019.pdf.

MUSTIN, K. et al. Biodiversity, threats and conservation challenges in the "Cerrado of Amapá", an Amazonian savanna. **Nature Conservation**, v. 22, p. 107-127, 2017. https://doi.org/10.3897/natureconservation.22.13823 [open access]

RITTER, C.D. et al. Environmental Impact Assessments in Brazilian Amazonia: Challenges and prospects to assess biodiversity. **Biological Conservation**, v. 206, p. 161–168, 2017. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.031 [Open access]

SILVA, W. et al. Floristic composition in ecotone forests in northern Brazilian Amazonia: preliminary data. **Biodiversity Data Journal**, v. 7, art. e47025, 2019.

SOUZA, ARLENE OLIVEIRA; CHAVES, MARIA DO PERPÉTUO SOCORRO RODRIGUES; BARBOSA, REINALDO IMBRÓZIO; CLEMENT, CHARLES ROLAND. Spatial distribution and abundance of Acacia mangium on indigenous lands in the Serra da Lua Region, Roraima State, Brazil. **Human Ecology**, v. 47, p. 303-310. 2019.

PINTO, F.S.; BARBOSA, R.I.; KEIZER, E.H.; CAMPOS, C.; LAMBERTS, A.H., FERREIRA, S.R.B.; SOUZA, B.C.; BOCORNY, R.; BORGES, O.B.; MARINHO, S.B.; CARDOSO, G.C.; MACEDO & L.S. DA MOTA. Análise multicritério para a seleção de uma área de conservação na maior savana da Amazônia. **Acta Geográfica** (UFRR), v. 8, p. 5070, 2014.

SANTOS JUNIOR, M.A.; GRAÇA, P.M.L.A.; EMILIO, T.; MARCIENTE, R.; BOBROWIEC, P. E D. VENTICINQUE, E.M.; ANTUNES, A.P.; BASTOS, A.N.; ARASATO, L.S.; AMARAL, S. & ROHE, F. Relações biodiversidade vs. clima em larga escala: importância relativa do clima atual para distribuição potencial de espécies na Amazônia. In: EMÍLIO, T. & LUIZÃO. F. (Org.). **Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra**. 1 ed. Manaus: Editora INPA, p. 31-42, 2014.

SOUZA, ARLENE OLIVEIRA; CHAVES, MARIA DO PERPÉTUO SOCORRO RODRIGUES; BARBOSA, REINALDO IMBRÓZIO; CLEMENT, CHARLES ROLAND. Spatial distribution and abundance of Acacia mangium on indigenous lands in the Serra da Lua Region, Roraima State, Brazil. **Human Ecology**, v. 47, p. 303-310, 2019.

PINTO, F.S.; BARBOSA, R.I.; KEIZER, E.H.; CAMPOS, C.; LAMBERTS, A.H., FERREIRA, S.R.B.; SOUZA, B.C.; BOCORNY, R.; BORGES, O.B.; MARINHO, S.B.; CARDOSO, G.C.; MACEDO & L.S. DA MOTA. Análise multicritério para a seleção de uma área de conservação na maior savana da Amazônia. **Acta Geográfica** (UFRR), v. 8, p. 5070, 2014.

SANTOS JUNIOR, M.A. et al. Relações biodiversidade vs. clima em larga escala: importância relativa do clima atual para distribuição potencial de espécies na Amazônia. In: EMÍLIO, T. & LUIZÃO, F. (Org.). **Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra**. 1 ed. Manaus: Editora INPA, p. 31-42, 2014.

Trabalhos sobre "Inundações"

ALEMÁN, L.A.B. et al. Edaphic factors and flooding periodicity determining forest types in a topographic gradient in the northern Brazilian Amazonia. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 28, n. 6, p. 1-11, 2019. Available at: https://doi.org/10.9734/ijpss/2019/v28i630127.

DOLMAN, D.I. et al. Re-thinking socio-economic impact assessments of disasters: The 2015 flood in Rio Branco, Brazilian Amazon. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 212-219, 2018. Available at: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.04.024.

DOS SANTOS JUNIOR, U.M. et al. Flooding of tropical forests in central Amazonia: What do the effects on the photosynthetic apparatus of trees tell us about species suitability for reforestation in extreme environments created by hydroelectric dams? **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 37, art. 166, p. 1-17, 2015. Available at: https://doi.org/10.1007/s11738-015-1915-7.

FEARNSIDE, P.M. As barragens e as inundações no rio Madeira. **Ciência Hoje**, v. 53, n. 314, p. 56-57, 2014.

FEARNSIDE, P.M. As barragens do rio Madeira: Uma espada de Dâmocles pairando sobre Porto Velho. In: CAVALCANTE, M.M.A.; HERRERA, J.A. (Eds.) **Hidrelétricas na Amazônia: Interpretações geográficas sobre as usinas no Madeira e no Xingu.** Belém, Pará: Universidade Federal do Pará, Grupo Acadêmico Produção do Território e Meio Ambiente na Amazônia (GAPTA), Distribuição: Clube de Autores Publicações, Joinville, SC, p. 31-40, 2017.

HERRAIZ, A.D.; FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A. Amazonian flood impacts on managed Brazil-nut stands in natural forests along Brazil's Madeira River: A sustainable economy threatened by climate change. **Forest Ecology and Management,** v. 406, p. 46-52, 2017. Available at: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.053.

Trabalhos sobre "Outros biomas"

COELHO-JUNIOR, M.G. et al. Pantanal port license would threaten the world's largest tropical wetland. **Nature Ecology and Evolution**, v. 6, p. 484–485, 2022. Available at: https://doi.org/10.1038/s41559-022-01724-z.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P.M. Brazil's Pantanal threatened by livestock. **Science**, v. 377, p. 720-721, 2022. DOI: 10.1126/science.ade0656.

PRASNIEWSKI, V.M. et al. Brazil's Iguaçu National Park threatened by illegal activities: Predicting consequences of proposed downgrading and road construction. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 2, art 024024, 2022. Available at: https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4e39 [open access].

PRASNIEWSKI, V.M. et al. Parks under attack: Brazil's Iguaçu National Park illustrates a global threat to biodiversity. **Ambio,** v. 49, p. 2061–2067, 2020. Available at: https://doi.org/10.1007/s13280-020-01353-5.

SILVA, R. et al. Operationalizing payments for ecosystem services in Brazil's sugarcane belt: How do stakeholder opinions match with successful cases in Latin America? **Ecosystem Services**, v. 22, p. 128-138, 2016. Available at: https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.013.

ZICCARDI, L.G. et al. Forest-fire risk indices and zoning of hazardous areas in Sorocaba, São Paulo state, Brazil. **Journal of Forestry Research**, v. 31, n. 2, p. 581-590, 2020. Available at: https://doi.org/10.1007/s11676-019-00889-x.

Trabalhos sobre "Políticas públicas"

ANDRADE, M. B. T.; FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Brazil's Highway BR-319 demonstrates a crucial lack of environmental governance in Amazonia. **Environmental Conservation**, v. 48, n. 3, p. 161-164, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1017/S0376892921000084.

AZEVEDO-SANTOS, V. M. et al. Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p. 1745–1752, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10531-017-1316-x.

BERGAMO, D. et al. The Amazon bioeconomy: Beyond the use of forest products. **Ecological Economics**, v. 199, art. 107448, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107448.

CAMILOTTI, V. L. et al. The importance of forest extractive resources for income generation and subsistence among caboclos and colonists in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 48, p. 17–31, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10745-020-00127-7.

CANOVA, M. A. et al. Different ecosystem services, same (dis)satisfaction with compensation: A critical comparison between farmers' perception in Scotland and Brazil. **Ecosystem Services**, v. 35, p. 164-172, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.10.005.

CARVALHO, W. D. et al. Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, p. 122-130, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.06.002 [acesso aberto].

FEARNSIDE, P. M. Environmental policy in Brazilian Amazonia: Lessons from recent history. **Novos Cadernos NAEA**, v. 19, n. 1, p. 27-46, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.5801/ncn.v19i1.1379.

FEARNSIDE, P. M. Brazilian politics threaten environmental policies. **Science**, v. 353, p. 746-748, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.aag0254.

FEARNSIDE, P. M. Retrocessos sob o Presidente Bolsonaro: Um desafio à sustentabilidade na Amazônia / Setbacks under President Bolsonaro: A Challenge to Sustainability in the Amazon / Retrocesos bajo el Presidente Bolsonaro: Un Desafío a la Sostenibilidad en la Amazonía. **Sustentabilidade International Science Journal**, v. 1, n. 1, p. 38-52, 2019. Disponível em: http://cca.ufam.edu.br/pdf/Revista_Sustentabilidade_28-06-2019%20(1%C2%AA%20Edicao).pdf.

FEARNSIDE, P. M. Desmonte da legislação ambiental brasileira. In: WEISS, J. S. (Ed.). **Movimentos Socioambientais: Lutas - Avanços - Conquistas - Retrocessos - Esperanças.** Xapuri Socioambiental, Formosa, Goiás, p. 317-381, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.37682/xapbk.msoced1-010 [acesso aberto].

FEARNSIDE, P.M. The outlook for Brazil's new presidential administration. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 38, n. 5, p. 387-388, 2023. DOI: 10.1016/j.tree.2023.01.002.

FEARNSIDE, P.M. Lula and Amazonia. In: BOURNE, R. (ed.). **Brazil after Bolsonaro: The Comeback of Lula da Silva**. New York: Routledge, (no prelo), 2023.

FERNANDES, G.W. et al. Brazil's democracy and sustainable agendas: A nexus in urgent need of strengthening. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 2023. DOI: 10.1016/j.pecon.2023.06.001 [open access].

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Brazil's new president and "ruralists" threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. **Environmental Conservation**, v. 46, n. 4, p. 261-263, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1017/S0376892919000213.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Brazil's political upset threatens Amazonia. **Science,** v. 371, p. 898-899, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abg9786.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Brazil's deception threatens climate goals. **Science**, v. 374, p. 1569, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1126/science.abn0693 [letter].

FELDMEYER, D. et al. Global vulnerability hotspots: Differences and agreement between international indicator-based assessments. **Climatic Change**, v. 169, art. 12, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10584-021-03203-z [acesso aberto].

FISHER, J. A. et al. Understanding the relationships between ecosystem services and poverty alleviation: A conceptual framework. **Ecosystem Services**, v. 7, p. 34-45, 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.08.002.

HILÁRIO, R. R. et al. The fate of an Amazonian savanna: Government land-use planning endangers sustainable development in Amapá, the most conserved Brazilian state. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1-8, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1940082917735416 [acesso aberto].

LAPOLA, D. M. et al. Limiting the high impacts of Amazon forest dieback with no-regrets science and policy action. **Proceedings of the National Academy of Science USA,** v. 115, n. 46, p. 11671-11679, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1073/pnas.1721770115 [acesso aberto].

LEAL FILHO, W. et al. Whose voices, whose choices? Pursuing climate resilient trajectories for the poor. **Environmental Science & Policy**, v. 121, p. 18-23, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.02.018.

MARU, Y. T. et al. A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 337-350, 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.007.

MECHLER, R. et al. Loss and damage and limits to adaptation: Recent IPCC insights and implications for climate science and policy. **Sustainability Science**, v. 15, p. 1245-1251, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11625-020-00807-9.

PINHO, P. F. et al. Complex socio-ecological dynamics driven by extreme events in the Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 15, p. 643-655, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s10113-014-0659-z.

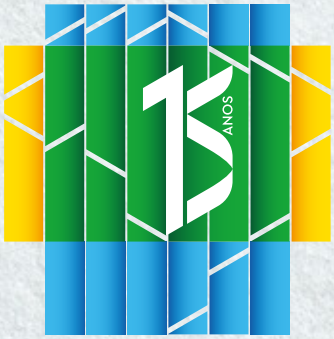
PINHO, P. F. et al. Ecosystem protection and poverty alleviation in the tropics: Perspective from a historical evolution of policy making in the Brazilian Amazon. **Ecosystem Services**, v. 8, p. 97-109, 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.03.002.

RUARO, R. et al. Loosening of environmental licensing threatens Brazilian biodiversity and sustainability. **Die Erde**, v. 153, n. 1, p. 60-64, 2022. DOI: 10.12854/erde-2022-614.

SILVA, M.D.; FEARNSIDE, P.M. Brazil: Environment under attack. **Environmental Conservation**, v. 49, n. 4, p. 203-205, 2022. DOI: 10.1017/S0376892922000364 [open access].

VILANI, R.M.; FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P.M. Amazonia threatened by Brazilian President Bolsonaro's mining agenda. **Die Erde**, v. 153, n. 4, p. 254-258, 2022. DOI: 10.12854/erde-2022-622 [open access].

VILANI, R.; FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P.M. The first acts of Brazil's new president: Lula's new Amazon institutionality. **Environmental Conservation**, 2023. DOI: 10.1017/S0376892923000139 [open access]. [Published online by Cambridge University Press: 22 May 2023].



Rede Clima
Mudanças Ambientais
Globais no Brasil

Cemaden
Centro Nacional de Monitoramento
e Alertas de Desastres Naturais

INPE

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

Finep
INOVAÇÃO E PESQUISA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO