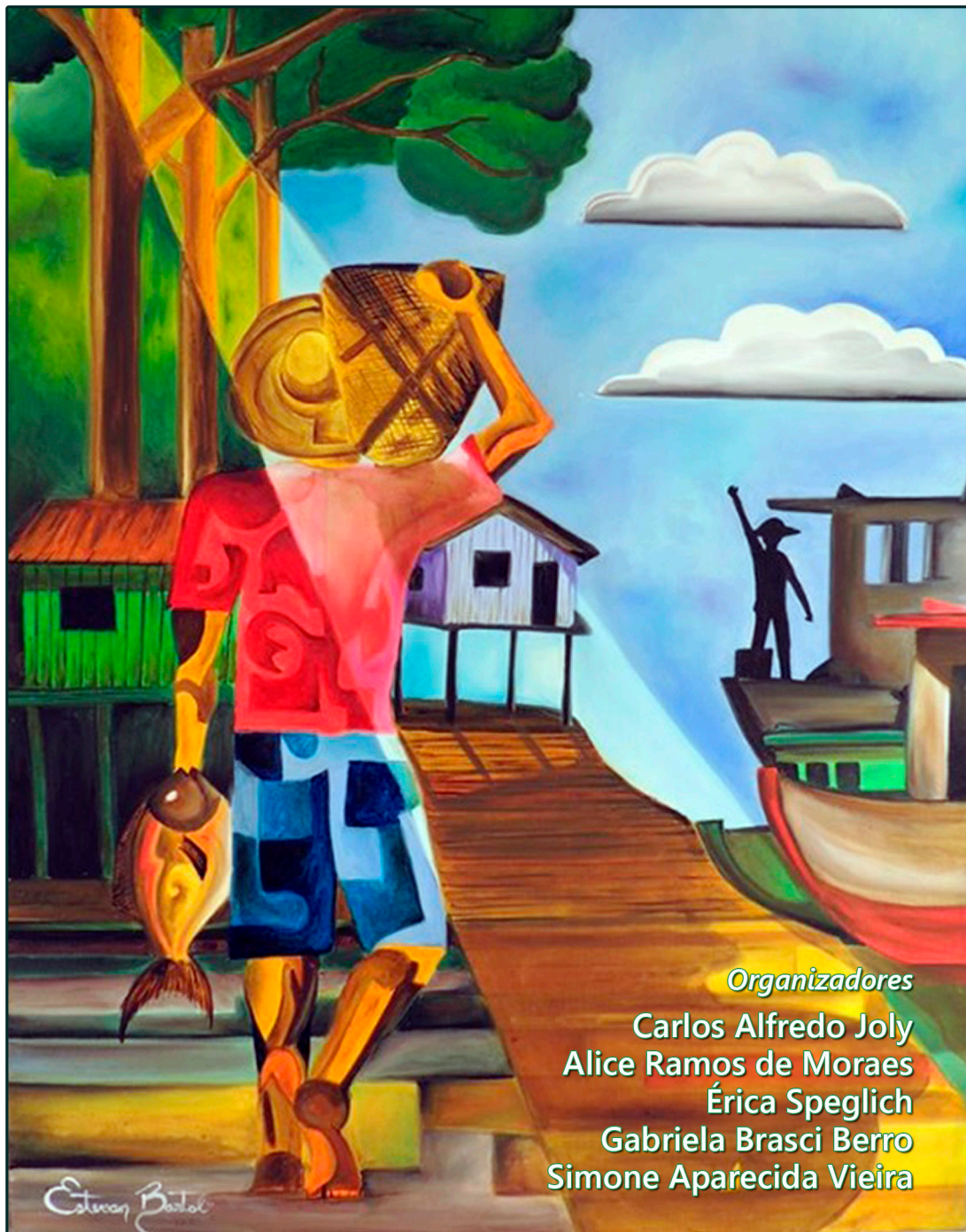




DIÁLOGOS AMAZÔNICOS

CONTRIBUIÇÕES PARA O DEBATE SOBRE SUSTENTABILIDADE E INCLUSÃO



Organizadores

Carlos Alfredo Joly
Alice Ramos de Moraes
Érica Speglich
Gabriela Brasci Berro
Simone Aparecida Vieira



Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão

Organizadores

Carlos Alfredo Joly
Alice Ramos de Moraes

Érica Speglich

Gabriela Brasci Berro
Simone Aparecida Vieira

RiMa



2023

Copyright © 2023 dos autores

Direitos reservados desta edição:
RiMa Editorial

Ilustração da capa: Estevan Bartoli
Fotos das aberturas de seção: Estevan Bartoli

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3

Diálogos Amazônicos: contribuições para o debate sobre sustentabilidade e inclusão / organizado por Carlos Alfredo Joly... [et al]. – São Carlos, SP : RiMa Editorial, 2023.
345 p.

Formato: eBook
ISBN: 978-65-84811-39-3

1. Degradação ambiental e ecológica. 2. Vetores de degradação. 3. Diversidade cultural. 4. Governança local. 5. Transdisciplinaridade. I. Joly, Carlos Alfredo (org.). II. Moraes, Alice Ramos de (org.). III. Speglich, Érica (org.). IV. Berro, Gabriela Brasci (org.). V. Vieira, Simone Aparecida. (org.)

CDD 577.2

Elaborado por Natalia Gallo Cerrao – CRB 8/10169

Índice para catálogo sistemático:

1. Fatores que afetam a ecologia e ambiente 577.2

COMISSÃO EDITORIAL

Dirlene Ribeiro Martins

Paulo de Tarso Martins

Carlos Eduardo M. Bicudo (Instituto de Botânica - SP)

Evaldo L. G. Espíndola (USP - SP)

João Batista Martins (UEL - PR)

Norma Valencio (UFSCar - SP)

Pedro Roberto Jacobi (USP - SP)

RiMa

Rua Virgílio Pozzi, 81 – Jardim Santa Paula

CEP 13564-040 – São Carlos-SP

Fone: (16) 988064652



Sumário

Da destruição garantida à transição sustentável

A Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma
Amazônia Sustentável e Inclusiva

Vetores de degradação e impactos de larga escala na Bacia Amazônica

Desafios e oportunidades para zerar o desmatamento
na Amazônia Brasileira

Por que não continuar construindo hidrelétricas na
Amazônia brasileira? Contribuições para uma matriz
elétrica renovável e efetivamente sustentável

Impacto dos agrotóxicos na bacia amazônica:
uma revisão multidisciplinar

Poluição por mercúrio em comunidades indígenas
pan-amazônicas: um retrato da realidade

Inclusão e diversidade cultural na Bacia Amazônica, do nível local ao transnacional

Inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas na
universidade: reflexões sobre potenciais aprimoramentos
para a Universidade do Estado do Amazonas

A diversidade urbana na Amazônia e as agendas globais
para a sustentabilidade urbana: propostas e desafios para a
mesorregião Ilha do Marajó – Pará

Direitos territoriais e conservação da diversidade biocultural na Amazônia: um estudo comparativo sobre demarcação e titulação de territórios indígenas e quilombolas no Brasil, Equador e Suriname

Diálogos para sustentabilidade e inclusão na Bacia Amazônica: governança local, participação e transdisciplinaridade

Adaptação às secas na Amazônia: abordagens participativas para o fortalecimento da perspectiva das comunidades ribeirinhas

Governança local, mudanças climáticas e manejo de recursos naturais na Amazônia

A transdisciplinaridade é imprescindível para reformular um futuro sustentável para a Amazônia

Novos relatos para a Amazônia



Da destruição garantida à transição sustentável

Luiz Eugenio Araújo de Moraes Mello¹

¹Universidade Federal de São Paulo & Instituto D'Or de
Pesquisa e Ensino – luizemello57@gmail.com

Ao longo dos séculos, houve a substituição do machado, pás, enxadas e de queimadas por instrumentos cada vez mais refinados, seletivos e destrutivos. O avanço da tecnologia trouxe consigo o avanço desse poder de destruição. O potencial de transformação associado ao melhor conhecimento das leis que regem o universo levou, entre outras coisas, na década de 1950, ao desenvolvimento do conceito de aniquilação mútua garantida (da sigla em inglês MAD, *mutual assured destruction*).

Desde então, nossa espécie confrontou, de forma variada, múltiplas ameaças, incluindo o desaparecimento acelerado de espécies animais (e vegetais), e teve sucesso na reinserção de algumas poucas espécies na natureza. Em maior escala, o banimento de clorofluorocarbonetos (CFC), no que é até hoje “possivelmente o mais bem-sucedido acordo de cooperação internacional de todos os tempos” (Kofi Annan), e a conseqüente recuperação da camada de ozônio é um elemento auspicioso.

Os problemas que continuamos a enfrentar nos dias de hoje são múltiplos e desafiadores. Para um leigo é difícil entender como um garimpo a céu aberto possa prosperar em um mundo onde a vigilância por satélites e o monitoramento por equipamentos eletrônicos alcançam os níveis atuais. Para pessoas racionais é difícil entender como, depois de Minamata, o uso do mercúrio continua a ocorrer na escala das centenas de toneladas e de forma selvagem como ação deliberada.

A FAPESP desenvolveu, com sucesso, diversos programas que buscaram estimular e organizar a produção de conhecimento sobre a biodiversidade, a bioenergia, as mudanças climáticas e a ciência de dados. O desenvolvimento do BIOTA, BIOEN, PFMCG e eScience, no entanto, era feito com pouca ou nenhuma sinergia entre esses notáveis programas. Já a Iniciativa Amazônia trabalha a integração entre esses programas, criando um metaprograma.

Primeiro passo da Iniciativa Amazônia, a Escola São Paulo de Ciência Avançada, brilhantemente liderada pelo Prof. Carlos Joly, não apenas resultou neste livro, mas atraiu a atenção de jovens e promissores estudantes para esta temática. A transição sustentável que buscamos para a Amazônia não será alcançada sem ciência de qualidade, sem a participação de lideranças experientes e de jovens engajados, sem uma visão multifacetada e sem a participação da sociedade como um todo. Os diferentes temas abordados neste livro são um teste-munho da complexidade do desafio à frente. A ciência e os cientistas devem ser protagonistas nesta transformação.



A Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma Amazônia Sustentável e Inclusiva

Joly, C.A.¹, Moraes, A.R.^{2,3}, Speglich, E.⁴, Berro, G.B.⁵ & Vieira, S.A.⁶

¹ Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP &
Plataforma Brasileira de Biodiversidade e
Serviços Ecosistêmicos – cjoly@unicamp.br

² Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

³ Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, Universidade Estadual de Campinas/
UNICAMP & Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços
Ecosistêmicos – moraes.alice@gmail.com

⁴ Maritaca Divulgação Científica Ltda. – speglich@gmail.com

⁵ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual
de Campinas/UNICAMP – gabi.berro@gmail.com

⁶ Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, Universidade Estadual de Campinas/
UNICAMP – sivieira@unicamp.br

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_001



RESUMO

Entre 21 de novembro e 5 de dezembro de 2022 foi realizada em, São Pedro-SP, a Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma Amazônia Sustentável e Inclusiva (ESPCA Amazônia), como parte da Iniciativa Amazônia da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). O objetivo da ESPCA Amazônia foi contribuir para a formação e capacitação de estudantes, pesquisadores e profissionais da área de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos que futuramente estarão liderando centros acadêmicos e de pesquisa, agências de governo, empresas, indústrias, organismos internacionais e diversos outros setores e instituições. O conteúdo da Escola foi organizado em três eixos: *O território Amazônico e sua sustentabilidade; Amazônidas como protagonistas da Conservação da Biodiversidade e da Mitigação das Mudanças Climáticas; e A Amazônia e seus habitantes em harmonia com seu meio ambiente e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)*. O resultado das experiências e aprendizados adquiridos nesse processo está consolidado nos trabalhos que compõem este e-book.

Palavras-chave: interdisciplinaridade, networking, serviços ecossistêmicos, conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, participação social.

Contextualização

Em meados de 2021, por iniciativa do então Diretor Científico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Prof. Luiz Eugênio Mello, os quatro Programas Estratégicos da FAPESP¹ começaram a discutir a possibilidade de uma grande iniciativa de pesquisa na Amazônia. À época, a FAPESP tinha, em seu histórico, em torno de meio bilhão de reais em pesquisas de excelência financiadas na temática Amazônia. No entanto, era evidente a falta de integração entre elas e a desconexão com a dimensão social e humana da região.

Essas discussões internas resultaram em duas reuniões de trabalho nas quais o principal objetivo foi o de unir esforços e ampliar a discussão dos Programas Estratégicos com especialistas na área, principalmente atores locais. Além disso, o propósito era o de delinear o que seria e como implementar uma agenda de pesquisa inovadora, interdisciplinar e com foco na sociobiodiversidade.

As reuniões aconteceram virtualmente, nos dias 27 e 29 de abril de 2022, e reuniram 64 participantes de diferentes estados e setores (academia, indústria e terceiro setor). A pergunta: “Qual a pesquisa científica necessária para uma transição sustentável na região Amazônica?” orientou as discussões no primeiro dia, com o principal objetivo de delimitar os problemas prioritários que seriam foco da primeira chamada de projetos de pesquisa. O resultado dessa discussão foi publicado como uma Tabela central no item 3 da Chamada de Propostas lançada em junho de 2022, que resume os principais eixos prioritários de pesquisa para a região.

Essas discussões foram usadas como subsídio para o debate do segundo dia, sobre arranjos que facilitariam a pesquisa em inovação para avanços na solução dos problemas da região. O produto da discussão foi um portfólio de possibilidades para que cada Fundação de Amparo à Pesquisa Estadual pudesse avaliar os arranjos mais adequados para uso em chamadas futuras com o foco em inovação.

Em paralelo, respondendo a uma provocação do Diretor Presidente da FAPESP, o Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Confap) avançou na discussão de uma agenda para identificar um rol amplo de desafios concretos de pesquisa que tragam soluções para problemas reais da

1. Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Restauração e Uso Sustentável da Biodiversidade (BIOTA), Programa de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN), Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais e Programa de Pesquisa em eScience e Data Science.

Amazônia Legal. O amadurecimento dessas discussões resultou na criação da Iniciativa Amazônia +10, que, ainda em 2022, fez sua 1ª Chamada de Pesquisas, com a participação de 20 Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais. Esta chamada envolveu mais de 500 pesquisadores de 18 estados mais o Distrito Federal e resultou na aprovação de 39 projetos de pesquisa em três grandes eixos temáticos: Território, Povos da Amazônia e Fortalecimento de Cadeias Produtivas Sustentáveis.

Outra ação paralela relevante foi o evento *"How can research and research councils contribute to sustainable development of the Amazon region?"*, realizado em 2022, durante a reunião anual do Global Research Council. O evento, organizado pela FAPESP e o NWO (Dutch Research Council), contou com o engajamento do Inter-American Institute for Global Change Research/IAI e resultou na decisão de provocar o Belmont Forum sobre a possibilidade de uma chamada internacional focada em Florestas Tropicais, particularmente a Amazônia. Essas discussões evoluíram e, em breve, o Belmont Forum deve lançar uma chamada para uma Collaborative Research Action (CRA) com esse objetivo.

Voltando às discussões promovidas pela Diretoria Científica da FAPESP, ainda no final de 2021, debateu-se muito a necessidade de capacitação de pesquisadores interessados em desenvolver pesquisas na Região Amazônica, especialmente para pesquisas transdisciplinares. Esta constatação resultou no amadurecimento da proposta de uma Escola São Paulo de Ciência Avançada (ESPCA) com foco na capacitação de jovens pesquisadores da Amazônia, sempre considerada como um bioma que se expande para países vizinhos. A estruturação da **Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma Amazônia Sustentável e Inclusiva** nasceu da intersecção de todas as discussões aqui relatadas, que procuraram construir uma agenda de pesquisa para a região.

Estrutura da ESPCA Amazônia

Sempre em colaboração com pesquisadores e instituições da região Amazônica, o primeiro passo foi a constituição da Comissão Organizadora² para a montagem do programa. Desde o início, a Comissão definiu que "O objetivo da

2. Composição da Comissão Organizadora: Carlos Alfredo Joly, Simone Aparecida Vieira (BIOTA), Paulo Artaxo (Mudanças Climáticas), Gláucia Souza (BIOEN), Eduardo Cesar Leão Marques (eScience), Marie-Anne Van Sluys (DC FAPESP), Adalberto Val (INPA), MarluCIA Bonifacio Martins (MPEG), Helder Lima de Queiroz (MAMIRAUJA), Ane Alencar (IPAM), Gustavo F. V. Silveira (OPAN), Altigran Soares da Silva (UFAM), Marcella Ohira (Inter-American Institute for Global Change Research/IAI).

ESPCA Amazônia Sustentável e Inclusiva é proporcionar aos jovens pós-doutorandos (e em fase final do doutorado) uma visão multi e interdisciplinar, baseada na ciência e valorizando os conhecimentos indígenas e tradicionais, dos principais problemas que historicamente impediram o desenvolvimento sustentável, a conservação e a inclusão social no Bioma Amazônia. Visa ainda discutir as alternativas existentes para essas frentes e construir conjuntamente com esses jovens cientistas novas propostas para as soluções desses problemas”.

Além dos pesquisadores, a organização contou com o inestimável apoio de um grupo de jovens pesquisadores que se dispuseram não só a colaborar com a montagem como a acompanhar todas as atividades da ESPCA como monitores, além de organizarem as imprescindíveis atividades de integração dos participantes³. Nas discussões para a organização da Escola, foi muito reforçada a importância de incorporar o aspecto inclusivo tanto na sua estrutura quanto em relação à seleção de participantes e aos temas a serem trabalhados ao longo do curso.

Assim, para a seleção dos participantes, foram discutidos e implantados critérios de diversidade e inclusão, com especial atenção para candidatos e candidatas com relação direta com a Amazônia e de parentesco com povos tradicionais amazônicos. Foram selecionados 88 dos 121 candidatos inscritos, privilegiando participantes vinculados à Região Amazônica como um todo, isto é, de todos os países que compartilham esse bioma. Ao final do processo, 60% dos participantes eram brasileiros e 40% de países amazônicos, como Bolívia, Colômbia, Equador, Peru, Suriname e Venezuela, e extra-amazônicos, como Guatemala, México, Estados Unidos, Itália e Países Baixos.

A atenção ao aspecto inclusivo da ESPCA levou à contratação de serviços de tradução simultânea para as palestras realizadas ao longo de todo o período.

3. São eles: Alice Ramos de Moraes (Pós-doutoranda no Centro de Síntese em Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos/SinBiose à época, atualmente pós-doutoranda no Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade Estadual de Campinas/NEPAM-UNICAMP e jovem pesquisadora da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos/BPBES); Gabriela Brasci Berro (Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP); Laura Barbon de Abreu (Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP); Henrique Simões de Carvalho Costa (Doutorando do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade Estadual de Campinas/NEPAM-UNICAMP); Rafael Flora Ramos (Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP); Luis Carlos Quimbayo Guzmán (Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP); e Victor Campos Khuriyeh (Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, vinculado ao Laboratório de Ecologia e Manejo de Ecossistemas/LEME, do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais / NEPAM-UNICAMP).

do. Isto permitiu acomodar apresentações e contribuições dos participantes em três idiomas – inglês, espanhol e português. Desta forma, todos ficaram mais à vontade para apreender os conteúdos e fazer suas contribuições no idioma de sua preferência. Nas atividades em que não era possível haver serviços de tradução simultânea, como, por exemplo, na visita técnica ou nas dinâmicas de integração realizadas em outros espaços, os próprios participantes auxiliavam uns aos outros, contribuindo, assim, para um ambiente de colaboração, atenção e respeito.

Considerando-se, ainda, o cenário da pandemia de Covid-19 e o fato de a ESPCA ser um evento com um grande número de participantes vindos de diversas partes do mundo, houve a preocupação em relação aos protocolos sanitários a serem seguidos. Foi solicitado o apoio da Secretaria de Saúde da cidade de São Pedro/SP (onde a ESPCA foi realizada) e todos os envolvidos foram testados logo no primeiro dia. Além disso, o uso de máscaras nos espaços fechados foi constante e testes rápidos estavam disponíveis caso algum participante apresentasse sintomas.

Em relação à estrutura do curso, o foco em sustentabilidade e inclusão levou à definição dos três módulos da ESPCA Amazônia: 1) O território Amazônico e sua sustentabilidade; 2) Amazônidas como protagonistas da Conservação da Biodiversidade e da Mitigação das Mudanças Climáticas; e 3) A Amazônia e seus habitantes em harmonia com seu meio ambiente e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em um segundo momento, foram discutidos os temas a serem tratados em cada módulo e os palestrantes convidados para abordá-los.

O primeiro módulo foi composto pelas seguintes temáticas:

- ◆ *Visão sobre pesquisa inter e transdisciplinar – descolonizando métodos*, por Anita Hardon (Dutch Research Council – NWO)
- ◆ *Caracterização da evolução geológica dos ecossistemas amazônicos*, por Paulo Eduardo de Oliveira (USP);
- ◆ *O sistema hidroclimático da Amazônia, a reciclagem da água e a regulação climática na Amazônia*, por Marcos H. Costa (UFV);
- ◆ *O ciclo do carbono na Amazônia*, por Luiz Eduardo O. C. Aragão (INPE);
- ◆ *Mata Atlântica uma floresta inesperada*, por Simone A. Vieira (UNICAMP);
- ◆ *Uma Amazonia em mudança no contexto do nosso novo clima*, por Paulo Artaxo (USP);
- ◆ *Evolução da biota amazônica*, por Alexandre Aleixo (Museu de História Natural da Finlândia);

- ◆ *Impactos das mudanças climáticas nos peixes da Amazonia*, por Adalberto Val (INPA);
- ◆ *A evolução da flora amazônica e os efeitos da domesticação humana*, por Mônica Moraes (Herbario Nacional de Bolivia-UMSA);
- ◆ *A história antiga da Amazônia e suas conexões com a diversidade cultural e biológica*, por Eduardo G. Neves (USP);
- ◆ *O esvaziamento histórico da bioculturalidade amazônica*, por Nicolás Cuvi (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales/FLACSO Ecuador);
- ◆ *Caracterização dos principais vetores de mudanças climáticas e perda de biodiversidade e sociodiversidade*, por Philip Fearnside (INPA);
- ◆ *As políticas de conservação das áreas protegidas e dos territórios indígenas na Amazônia do passado ao presente*, por Thiago Mota Cardoso (UFAM);
- ◆ *Impactos do desmatamento sobre doenças infecciosas e saúde pública da Amazônia*, por Marcus V. G. Lacerda (FIOCRUZ Manaus);
- ◆ *O Museu Paraense Emílio Goeldi: um museu de resistência*, por Marlúcia Bonifácio Martins (MPEG);
- ◆ *Iniciativa Amazônia + 10*, por Luiz Eugênio Mello (DC FAPESP).

No segundo módulo, as apresentações foram:

- ◆ *Bioeconomia: um futuro para a Amazônia*, por Lauro Barata (Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA);
- ◆ *De outras perspectivas: o manejo pesqueiro do povo indígena Paumari*, por Gustavo F. V. Silveira (Operação Amazônia Nativa – OPAN);
- ◆ *Diversidade biocultural e governança na Amazônia: diálogo de saberes e justiça socioambiental*, por Simone Athayde (Florida International University);
- ◆ *A contribuição das populações amazônicas para os serviços ecossistêmicos*, por Helder L. Queiroz (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá);
- ◆ *O Instituto Amazônico de Pesquisas Científicas - SINCHI Colômbia*, por Juan Felipe Guhl Samudio (SINCHI);
- ◆ *Medidas de conservação para lidar com as principais ameaças para a biodiversidade, serviços ecossistêmicos e estoques de carbono na Amazônia*, por Ane Alencar (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM);
- ◆ *Bancos de dados geoespaciais da Amazônia*, por Carlos M. de Souza Junior (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON);
- ◆ *O que a IA pode fazer pela pesquisa socioambiental?* por Thiago Santos Gouvea (Centro de Pesquisa em Inteligência Artificial da Alemanha – DFKI);

- ◆ *Iniciativas para sintetizar o conhecimento existente visando avançar nas questões de governança para a sustentabilidade*, por Andrea Carolina Encalada Romero (Universidad San Francisco de Quito).

Já no terceiro módulo, a programação incluiu:

- ◆ *As contribuições e o papel do 3º setor para conservação e uso sustentável da biodiversidade e na mudança climática na Amazônia*, por Paulo Moutinho (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM);
- ◆ *Modelos e opções de restauração ecológica das formações Amazônicas*, por Ricardo Ribeiro Rodrigues (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ-USP);
- ◆ *Urbanização contemporânea na Amazônia: sistemas territoriais e a microrregião de Parintins*, por Estevan Bartoli (Universidade do Estado do Amazonas – campus Parintins).

No terceiro módulo, ainda estavam previstas as palestras *Processos organizacionais e tecnologias sociais que impulsionam o desenvolvimento sustentável, incluindo o desenvolvimento cultural e o turismo na Amazônia* (por Nelissa Peralta, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UFPA); e *Conectando e compartilhando diversos conhecimentos para apoiar caminhos sustentáveis na Amazônia* (por Francisca Arara, Comitê Regional para Parcerias com Povos Indígenas e Outras Populações Tradicionais). Infelizmente, as palestrantes não puderam comparecer.

Além dessas apresentações, a ESPCA contou com uma palestra de abertura intitulada *A Amazônia próxima de um ponto de não-retorno: a urgente necessidade de uma nova bioeconomia de floresta em pé*, por Carlos A. Nobre (IEA/USP), e a palestra de encerramento *Descolonizando Futuros: Amazônia além da sustentabilidade*, por Fábio Scarano (Cátedra Unesco de Alfabetização de Futuros & UFRJ).

Dinâmica da ESPCA

Ao final dos módulos 1 e 2, foram promovidos momentos de discussão envolvendo todos os palestrantes, em que inicialmente falavam de forma breve das respectivas instituições para depois, em conjunto (inclusive com os participantes), focarem em questões específicas. Alguns assuntos abordados foram: a fixação de recursos humanos para pesquisa na região; a necessidade de capacitação para pesquisas transdisciplinares; as dificuldades para a organização de

cadeias produtivas, principalmente para produtos sazonais; a falta de integração entre múltiplas ações e os respectivos bancos de dados gerados; os novos problemas trazidos pela rápida expansão do crime organizado e seu impacto em comunidades tradicionais e áreas indígenas.

Atividades de integração

O cronograma da ESPCA Amazônia incluiu atividades de integração entre os participantes, que foram cuidadosamente pensadas e executadas de forma a incorporar as palestras e demais atividades intelectuais. As primeiras atividades de integração focaram primordialmente em “quebrar o gelo” e estimular conexões – afinal, a ESPCA reuniu uma constelação diversa de participantes, de 12 nacionalidades diferentes, com afinidades profissionais e pessoais, e que iriam conviver e trabalhar juntos pelas duas semanas seguintes. As atividades posteriores foram desenvolvidas de forma a permear questões abordadas durante as palestras e, desta maneira, criar oportunidades para que os assuntos fossem revisitados e aprofundados em um contexto alternativo às apresentações e discussões acadêmicas convencionais.

Em suma, as atividades de integração procuraram fomentar condições para a criação de um ambiente acolhedor e descontraído que estimulasse os participantes a se conhecerem e se conectarem uns com os outros, para além de nomes, instituições de origem e formações acadêmicas. Com este espírito, foram acomodadas, na programação, as transmissões dos jogos da seleção brasileira masculina na Copa do Mundo de Futebol, como momentos de integração entre os presentes. As sessões de pôsteres também foram desenhadas para contribuir para o estabelecimento de conexões entre os participantes.

Sessão de pôsteres

Na programação da ESPCA, dois momentos foram destinados à apresentação de pôsteres logo no início do primeiro módulo, contando com 40 participantes a cada sessão. Cada participante trouxe uma breve introdução sobre seus interesses e linhas de pesquisa recentes, assim como quais seriam as principais motivações, questões e desafios que identificavam em relação à Amazônia sustentável e inclusiva. Os participantes também foram instigados a compartilhar suas expectativas para a ESPCA, possíveis sugestões de trabalho cooperativo e como isso poderia trazer contribuições para suas próprias agendas de pesquisa.

Os participantes cujos temas atuais de investigação eram semelhantes ou complementares foram colocados na mesma sessão, contribuindo para a troca de informações e experiências. Todos os presentes visitaram as apresentações,

sendo este um dos primeiros momentos de integração e *networking*, que se intensificaram ao longo dos dias.

Visita técnica à Natura Cosméticos

No decorrer do módulo 2, aconteceu também uma visita à fábrica da Natura Cosméticos, no município de Cajamar/SP. O objetivo dessa visita foi o de mostrar, *in loco*, a efetiva viabilidade de ter uma indústria baseada nos princípios ativos da biodiversidade amazônica de forma sustentável. Já como preparação para essa visita, desde o início do módulo 2, a bióloga Camila Brás Costa, Gerente Científica de bioprospecção de espécies vegetais com potencial cosmético, passou a acompanhar a ESPCA Amazônia para se inteirar do enfoque que estava sendo dado ao desenvolvimento sustentável da Amazônia e também para se entrosar com a turma, respondendo a diversos questionamentos dos participantes sobre a atuação da Natura.

Durante a visita, profissionais da Natura discorreram a respeito da atuação da empresa em relação especificamente ao uso de bioingredientes amazônicos extraídos em parceria com comunidades tradicionais, pelo Programa Natura Amazônia, e como isto atualmente se reflete na conservação de dois milhões de hectares de floresta em pé. De forma optativa, a Natura ainda ofereceu a oportunidade de participação em um workshop com o objetivo de estimular potenciais propostas de projetos em conjunto com a empresa, através do Natura Campus Hard Life Science.

Trabalho em grupos

Além das palestras, pôsteres, atividades de integração e visita à Natura, ao longo dos primeiros dez dias da ESPCA Amazônia, os participantes se envolveram em várias atividades em grupo, como parte das dinâmicas utilizadas em cada módulo. Ao final do módulo 2, com a orientação da equipe de docentes e monitores, os participantes se organizaram em grupos de até dez pessoas. Cada grupo contava com participantes de formação tanto das áreas de ciências naturais como das ciências sociais e humanas, e de diferentes países.

Esta dinâmica resultou na formação de dez grupos que trabalharam intensamente, ao longo da segunda metade da ESPCA, na definição de seus respectivos temas de trabalho. Nesse processo, puderam contar com o apoio dos monitores e palestrantes presentes para a lapidação das ideias, definição e refinamento do escopo, além de momentos de trocas e *feedback* dos demais participantes. Os trabalhos produzidos foram compilados e organizados neste e-book – eles são o resultado da combinação entre as experiências e conheci-

mentos prévios e os aprendizados e vivências individuais e coletivos catalisados pela ESPCA.

Considerações finais

A ESPCA Amazônia foi uma experiência única que reuniu palestrantes e participantes de vários países amazônicos, com formação tanto em ciências naturais quanto em ciências sociais e humanas, com múltiplas experiências anteriores muito diferentes, que se propuseram e alcançaram o objetivo de trabalhar de forma interdisciplinar. Embora as escolhas dos temas pelos grupos não tenham sido unânimes, o que naturalmente gerou tensões no início dos trabalhos, todos se comprometeram a produzir uma contribuição rica e sem precedentes que pudesse servir de referência no futuro. Os trabalhos produzidos, que foram compilados e organizados neste e-book, são o resultado da combinação de experiências anteriores, conhecimentos e lições aprendidas – individual e coletivamente. Refletem, portanto, o aprendizado e o amadurecimento dos participantes.

Agradecimentos – Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio à “Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma Amazônia Sustentável e Inclusiva (Processo 2022/06028-3)”, às instituições que apoiaram a iniciativa, à equipe de apoio e a todos os professores e colegas que participaram do ESPCA Amazônia e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos também à Estevan Bartoli, que graciosamente cedeu as fotos que ilustram a capa e a separação dos blocos.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Sobre os autores

Alice Ramos de Moraes é Bióloga especializada em Estudos do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, com mestrado e doutorado em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Concluiu recentemente pós-doutorado no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado no Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM), da UNICAMP, e jovem pesquisadora da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES). <https://orcid.org/0000-0002-5096-0873>

Carlos Alfredo Joly é Biólogo formado na Universidade de São Paulo (USP), com mestrado em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e ph.D. em Botânica pela University of Saint Andrews/Escócia. Atualmente é Professor Emérito da UNICAMP, Coordenador da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES) e Editor-Chefe do periódico *Biota Neotropica*. <https://orcid.org/0000-0002-7945-2805>

Érica Speglich possui graduação em Ciências Biológicas, mestrado e doutorado em Educação e especialização em jornalismo científico, todos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). É sócia-fundadora da Maritaca Divulgação Científica, empresa que atua na interface da comunicação pública da ciência. <https://orcid.org/0009-0007-3390-7775>

Gabriela Brasci Berro é Bióloga e possui mestrado em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UNICAMP. <https://orcid.org/0000-0002-9339-0188>

Simone Aparecida Vieira é Engenheira Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), tem mestrado em Ciências Florestais pela ESALQ/USP e doutorado em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP). Atualmente é pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM), membro da coordenação do Programa BIOTA-FAPESP e coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). <https://orcid.org/0000-0002-0129-4181>



Vetores de degradação e impactos de larga escala na Bacia Amazônica

- ◆ Desafios e oportunidades para zerar o desmatamento na Amazônia Brasileira
- ◆ Por que *não* continuar construindo hidrelétricas na Amazônia brasileira? Contribuições para uma matriz elétrica renovável e efetivamente sustentável
- ◆ Impacto dos agrotóxicos na bacia Amazônica: Uma revisão multidisciplinar
- ◆ Poluição por mercúrio em comunidades indígenas pan-amazônicas: um retrato da realidade





Desafios e oportunidades para zerar o desmatamento na Amazônia Brasileira

Lucas F. Lima¹; Mario M. Tagliari²; Kamila T. Yuyama³; Heloisa C. Tozato; Natalia S. da Silveira⁵; Denis S. Nogueira⁶; Amintas Brandão Jr.⁷

¹ Núcleo de Economia Aplicada, Agrícola e do Meio Ambiente (NEA+), Instituto de Economia, Universidade de Campinas, UNICAMP, Brasil – lucaslima.eco@gmail.com

² Faculdade Municipal de Educação e Meio Ambiente (FAMA), Clevelândia, PR, Brasil – mario.tagliari@famapr.edu.br

³ Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - USP, Departamento de Ciências Farmacêuticas, Ribeirão Preto, SP, Brasil; kamilatomoko@usp.br.

⁴ Grupo de Pesquisa Políticas Públicas, Territorialidade e Sociedade, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo (IEA-USP), São Paulo, SP, Brasil – htozato@usp.br

⁵ Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação (LEEC), Departamento de Biodiversidade, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, Brasil – nat.stefanini@gmail.com

⁶ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Primavera do Leste, MT, Brasil – denis.nogueira@ifmt.edu.br

⁷ Center for Sustainability and the Global Environment (SAGE), University of Wisconsin-Madison, 1710 University Avenue, Madison, WI 53726, USA – abrandao@wisc.edu

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_002

RESUMO

O crescente desmatamento na Amazônia Brasileira representa um alto risco à biodiversidade, ao clima, aos ecossistemas e aos povos da região e internacionais. Este artigo aborda o tema do combate ao desmatamento na Amazônia Brasileira nas últimas décadas e propõe estratégias para zerrar a destruição da floresta. Embora o Brasil já tenha alcançado progressos significativos nessa empreitada, ainda há desafios a serem superados para erradicar por completo a prática do desmatamento na região. O objetivo do estudo é analisar as principais ações bem-sucedidas na redução do desmatamento e identificar oportunidades para zera-lo até os anos de 2030, 2040 e 2050. Os resultados obtidos sugerem que as ações de combate ao desmatamento devem ser realizadas de acordo com as características fundiárias das áreas desmatadas, priorizando principalmente a destinação de terras públicas, que atualmente abrigam 51% das taxas de desmatamento. Ainda, indica-se que o desmatamento em assentamentos e em propriedades rurais deve continuar a ser controlado, principalmente, por meio de estratégias de comando e controle (*top-down*), aliadas a incentivos ao reflorestamento agroflorestal e desenvolvimento de cadeias bioeconômicas locais.

Palavras-chave: Desmatamento, Amazônia, PPCDAm, Gestão orçamentária, Gestão pública ambiental.

Introdução

O Brasil apresenta sólido conhecimento no desenvolvimento e na implementação de políticas antidesmatamento. Este conhecimento emergiu em resposta às três décadas de expansão do desmatamento, em boa medida, patrocinada pelo Estado na Amazônia e alinhada à agenda pública e geopolítica cumprindo a máxima “Integrar para não Entregar”. Este processo de ocupação da região culminou na integração do Norte às demais regiões do país. O custo, contudo, foi a perda e a degradação de grandes quantidades de *habitat* natural, conflitos fundiários e hostilidade aos povos originários. A rápida conversão das florestas da Amazônia Brasileira também levou à emergência de ações de conservação florestal no setor privado e por grupos da sociedade civil, muitos dos quais resultaram em iniciativas de parceria público-privada e outros mecanismos de governança (Greenpeace 2006, 2009).

Dentre essas políticas está a criação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm), no início da década de 2000, cuja implementação iniciou-se em 2004, e a revisão do Código Florestal Federal (CFF) em 2012. O PPCDAm impulsionou a criação de mais de 30 milhões de hectares de áreas protegidas na Amazônia e novos sistemas de monitoramento de desmatamento; criou o embargo de municípios líderes de desmatamento; e contribuiu para o desenvolvimento do Programa de Agricultura de Baixo Carbono (ABC), a fim de incentivar a restauração de pastos e a integração lavoura-pecuária na Amazônia Legal (Nepstad *et al.* 2014a). O novo CFF, apesar das baixas taxas de conformidade, definiu as restrições à remoção de vegetação nativa em propriedades privadas e instituiu legalmente o Cadastro Ambiental Rural (CAR), o qual inclui mais de 4,6 milhões de propriedades e cujos limites foram declarados e disponibilizados para monitoramento ambiental (SFB 2022).

Políticas privadas de desmatamento zero surgiram também nos setores de soja e carne no Brasil. A soja é a principal monocultura produzida na Amazônia Brasileira, e a maior parte é exportada, obrigando os produtores brasileiros a seguir tanto a legislação do país quanto as exigências dos compradores internacionais. Quando pressionadas pela sociedade civil, em 2006, a não comprar soja relacionada ao desmatamento da Amazônia, as empresas internacionais processadoras de soja assinaram a Moratória da Soja (MSoja), comprometendo-se com o fim da compra do produto em propriedades em que houve desmatamento. Essas empresas formaram um grupo de assessoria para auxiliar o governo e fornecer monitoramento das propriedades de soja. Desde a MSoja, a soja da Amazônia é virtualmente livre de desmatamento (Gibbs *et al.* 2015; Kastens

et al. 2017), resultado da implementação paralela de políticas públicas antidesmatamento e do colapso do mercado de *commodities* na região (Macedo *et al.* 2012). Semelhante à MSoja, o setor de carne assinou o *Acordos de Gado* com os procuradores federais e o Greenpeace em 2009, também prometendo não comercializar gado de propriedades com desmatamento na Amazônia. No entanto, diferentemente do que ocorreu com a MSoja, pouco do desmatamento foi reduzido devido ao *Acordos de Gado*, em função da complexidade da cadeia de suprimentos (Massoca *et al.* 2017) e da falta de transparência das informações necessárias para monitorar os acordos, o que poderia levar a vazamentos e lavagem de gado (Gibbs *et al.* 2016; Alix-Garcia & Gibbs 2017; Klingler *et al.* 2017).

Recentemente, o presidente Lula se comprometeu, em seu programa de governo iniciado em 2023, a zerar o desmatamento da Amazônia Brasileira até 2030 (Agência Brasil 2023).

Neste *relatório* apresentamos uma *estratégia* inovadora a fim de avaliar os desafios e as oportunidades para zerar o desmatamento na Amazônia Brasileira até 2030. Com esse intuito, consideramos as lições aprendidas com a implementação do PPCDAm que ajudaram a reduzir o desmatamento e o orçamento previsto para a agenda ambiental nos próximos anos. Para tanto, analisamos o orçamento (realizado e orçado) das ações de combate ao desmatamento realizadas até 2014 a fim de esclarecer as seguintes questões: (i) Qual é o valor estimado do orçamento necessário para as ações de combate ao desmatamento em diferentes cenários até os anos de 2030, 2040 e 2050? (ii) O Brasil dispõe de recursos financeiros suficientes para custear essas medidas de combate ao desmatamento? (iii) Quais recomendações são prioritárias para zerar o desmatamento, considerando os orçamentos previstos? (iv) Quais são as principais estratégias que permitirão alcançar o desmatamento zero até 2030?

O PPCDAm e o Orçamento Público Federal

O PPCDAm é composto por quatro eixos fundamentais: Ordenamento Territorial e Fundiário; Monitoramento e Controle Ambiental; Fomento às Atividades Sustentáveis; e Instrumentos Normativos e Econômicos. Sua implementação se deu por meio de uma estratégia integrada entre diversos ministérios e autarquias do governo federal e contou com orçamento dessas variadas fontes. Em decorrência disso, as cifras orçamentárias são de difícil estimativa. Verdum (2017) fez um trabalho hercúleo para estimar os gastos federais com o combate ao desmatamento, e os resultados impressionam. O total orçado (previsto) nos três primeiros eixos de atuação foi de R\$ 13,8 bilhões entre 2007 e 2014, porém

o orçamento efetivamente realizado (utilizado) atingiu R\$ 8,2 bilhões (Figura 1), com uma ineficiência orçamentária de aproximadamente 41%.

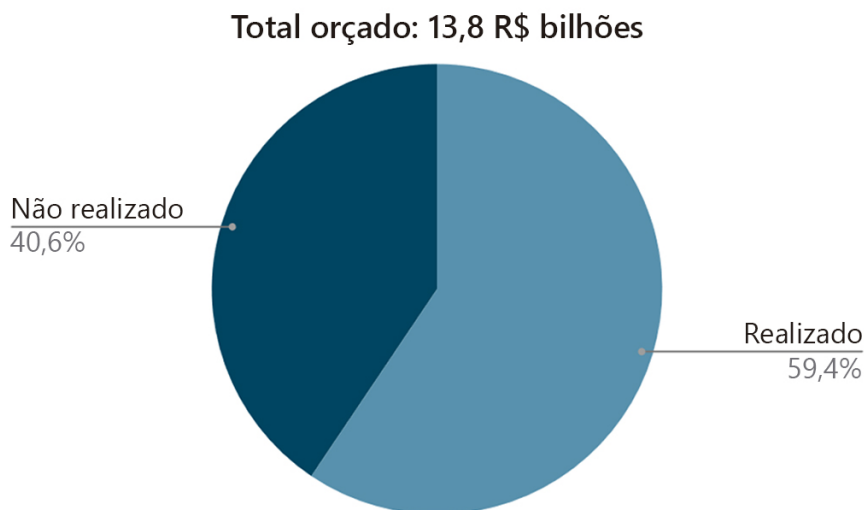


Figura 1 Orçamento previsto vs. realizado (em R\$ bilhões). Fonte: Adaptado de Verdum (2017).

O orçamento realizado para o eixo Ordenamento Territorial e Fundiário foi de R\$ 1,25 bilhão entre 2007 e 2014. Já no eixo Monitoramento e Controle Ambiental, o orçamento despendido foi de R\$ 1,66 bilhão. No eixo Fomento às Atividades Sustentáveis, o orçamento realizado foi de R\$ 5,22 bilhões (Tabela 1).

Tabela 1 O PPCDAm e o Orçamento Público Federal (em R\$ milhões).

Eixo Ordenamento (2007-2014)			Eixo Monitoramento (2007-2014)			Eixo Fomento (2007-2014)		
Ano	Orçado (R\$ milhões)	Realizado (R\$ milhões)	Ano	Orçado (R\$ milhões)	Realizado (R\$ milhões)	Ano	Orçado (R\$ milhões)	Realizado (R\$ milhões)
2007	221,6	163,8	2007	142,8	108,4	2007	1.440,5	1.315,5
2008	316,2	172,6	2008	261,2	223,2	2008	2.387,3	1.914,9
2009	374,1	178,7	2009	425,9	333,8	2009	970,1	708,2
2010	539,4	304,7	2010	348,2	293,1	2010	1.189,4	645,9
2011	391,8	229,8	2011	262,5	225,4	2011	617,1	468,4
2012	115,5	7,1	2012	248,8	158,9	2012	343,8	63,3
2013	299,7	42,3	2013	205,3	145,5	2013	1.055,1	88,9
2014	545,9	156,8	2014	247,4	173	2014	902,6	17,2

Fonte: Adaptado de Verdum (2017).

Em síntese, segundo levantamento de Verdum (2017), o orçamento total realizado no PPCDAm foi de aproximadamente R\$ 8,2 bilhões (Figura 2), sendo 78% do valor despendido no governo Lula (2007-2010) e 22% no governo Dilma (2011-2014). A maior parte desse investimento (até 88%) ocorreu durante o governo Lula (cerca de R\$ 819,8 milhões entre 2007 e 2010) e começou a diminuir durante o governo Dilma (2011-2014).

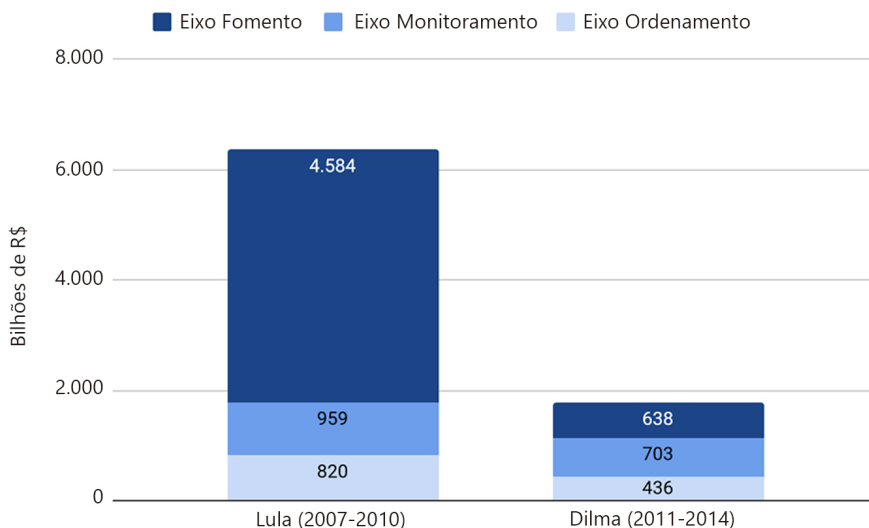


Figura 2 Orçamento do PPCDAm realizado nos governos Lula e Dilma. *Fonte:* Adaptado de Verdum (2017).

Previsão de cenário orçamentário para 2030, 2040 e 2050

O PPCDAm foi implementado em quatro fases distintas, destacadas em diferentes cores na Figura 3. A primeira fase compreendeu os anos entre 2005 e 2008 (cor verde-escuro), seguida pela segunda fase, entre 2009 e 2011 (cor verde-claro), pela terceira, entre 2012 e 2015 (cor azul-claro), e pela última, entre 2016 e 2020 (cor laranja). De acordo com o PRODES (Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), o maior declínio anual do desmatamento ocorreu durante as primeiras duas fases do PPCDAm, entre 2005 e 2012, com uma média anual de redução de 19%. Desta forma, esse momento foi considerado como o período de calibração para este estudo. Considerando a ausência de informações sobre o orçamento realizado em 2005 e 2006,

para estimar os custos para a redução do desmatamento foram consideradas, neste estudo, as informações orçamentárias disponíveis entre 2007 e 2014.

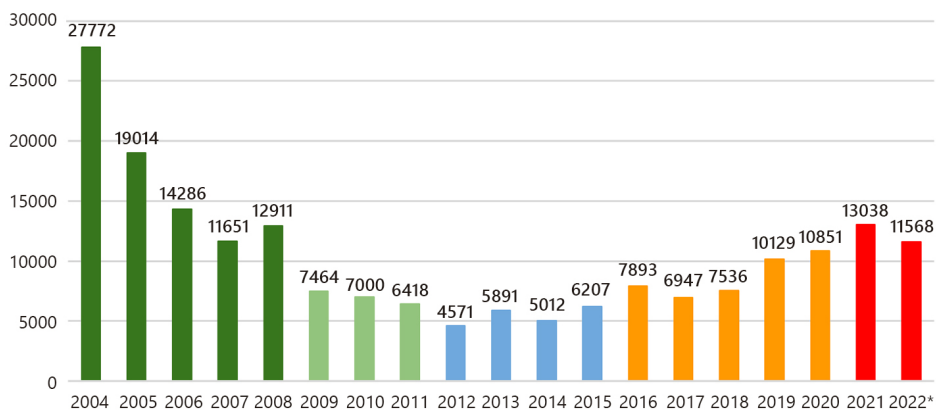


Figura 3 Desmatamento, em km², entre 2004 e 2022. Fonte: INPE (2022)¹.

Os autores deste estudo propõem um modelo de redução do desmatamento, sintetizado na Tabela 2, baseado nas seguintes premissas: 1) para o período 2023-2030 foi proposta uma taxa média anual de 19%, similar ao período de calibração – período de maior redução da taxa de desmatamento observada entre 2005 e 2012; 2) entre 2031 e 2040 foi proposta uma taxa média anual de redução do desmatamento de 9%, aproximadamente metade da taxa do período de calibração; 3) para o último período, entre 2041 e 2050, o modelo considerou uma taxa média de 5% ao ano, que corresponde a aproximadamente metade da taxa do período anterior.

Tabela 2 Modelo de redução do desmatamento em diferentes cenários (2030, 2040 e 2050).

Cenários	Período	Taxa de redução anual de desmatamento (%)
Calibração	2005-2012	– 19%
A (Redução histórica)	2023-2030	– 19%
B (~ 50% de A)	2031-2040	– 9%
C (~ 50% de B)	2041-2050	– 5%

Fonte: Elaboração própria.

1. O PRODES-Amazônia divulgou os dados de desmatamento até 30/11/2022. Portanto, os dados de dezembro de 2022 não estão computados nas informações acima.

O orçamento efetivamente realizado para reduzir o desmatamento de 11.651 km², em 2007, para 5.012 km², em 2014 – uma redução de 6,6 milhões de km² –, foi de R\$ 8,2 bilhões. Isso representou um investimento público de cerca de R\$ 1,23 milhão por km² por ano e, portanto, foi considerado como parâmetro neste estudo (Figura 4).

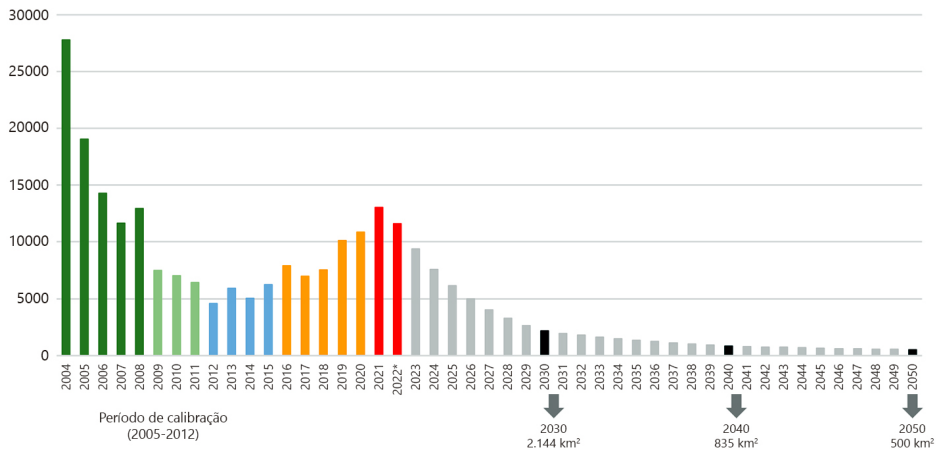


Figura 4 Redução do desmatamento em 2030, 2040 e 2050.

De acordo com o modelo apresentado na Tabela 1, o cenário para a redução do desmatamento entre 2023 e 2030 prevê uma taxa média anual de 19% de redução, semelhante ao período de calibração. Isso resultaria na redução do desmatamento de 11.568 km², no final de 2022, para 2.144 km², em 2030, totalizando uma redução de 9.424 km². O orçamento necessário para alcançar essa meta é estimado em aproximadamente R\$ 11,63 bilhões². É importante lembrar que essa taxa de redução do desmatamento (19%) foi alcançada no período em que a governança do PPCDAm tinha como liderança principal a Casa Civil, de forma que o trabalho de integração ministerial era coordenado pelo órgão do governo diretamente ligado à Presidência da República (chefe do Poder Executivo), o que conferia elevada força institucional para a implementação dos planos operacionais. Neste sentido, de acordo com o presente estudo, pressupõe-se que a governança atual contra o desmatamento considere a relevância desse desenho ao menos até 2030.

Com relação ao cenário entre 2031 e 2040, a taxa média anual de redução do desmatamento é estimada em 9%, resultando na redução do desmatamento

2. Os orçamentos (2023-2030; 2031-2040; e 2041-2050) foram estimados em valores nominais. Para mais detalhes, ver a sessão "Limitações do estudo".

de 1.951 km², em 2031, para 835 km², em 2040, totalizando 1.116 km². O orçamento adicional necessário para alcançar essa meta é estimado em cerca de R\$ 1,32 bilhão. Por fim, o cenário entre 2041 e 2050 prevê uma taxa média anual de 5% de redução do desmatamento, resultando na redução de 793 km² para 500 km², totalizando 293 km². O custo adicional estimado para alcançar essa meta é de R\$ 0,36 bilhão.

Tabela 3 Desmatamento entre 2004 e 2022, e estimativa para 2030, 2040 e 2050.

Ano	Desmatamento (km ²)	Ano	Desmatamento (km ²)	Ano	Desmatamento (km ²)
2004	27772	2020	10851	2036	1217
2005	19014	2021	13038	2037	1108
2006	14286	2022*	11568	2038	1008
2007	11651	2023	9370	2039	917
2008	12911	2024	7590	2040	835
2009	7464	2025	6148	2041	793
2010	7000	2026	4980	2042	753
2011	6418	2027	4034	2043	716
2012	4571	2028	3267	2044	680
2013	5891	2029	2646	2045	646
2014	5012	2030	2144	2046	614
2015	6207	2031	1951	2047	583
2016	7893	2032	1775	2048	554
2017	6947	2033	1615	2049	526
2018	7536	2034	1470	2050	500
2019	10129	2035	1338		

Fonte: Até 2022, as informações foram extraídas de INPE (2022). A partir de 2023, foi elaboração própria.

Em síntese, o custo total estimado para a realização da política de redução do desmatamento, conforme modelo proposto, é de R\$ 13,28 bilhões. No entanto, levando-se em consideração a mesma taxa de ineficiência apresentada no Gráfico 1, de aproximadamente 41%, o orçamento previsto (orçado) deveria superar os R\$ 21 bilhões até 2050.

A discussão sobre a disponibilidade de recursos financeiros para a empreitada de redução do desmatamento constitui uma questão relevante. O orçamento previsto para o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMAMC) em 2023 é de cerca de R\$ 3 bilhões, segundo o Projeto de Lei Orçamentária de 2023. No entanto, apenas parte desse valor, aproximadamente R\$ 340 milhões, está destinada ao Programa de Prevenção e Controle do Desmatamento e Incêndios nos Biomas. Fontes financeiras adicionais podem ser

destinadas para iniciativas ambientais por meio de secretarias e subsecretarias do governo federal, tais como a Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, e as Subsecretarias de Desenvolvimento Econômico Sustentável e Financiamento ao Desenvolvimento Sustentável, ambas vinculadas ao Ministério da Fazenda.

Tabela 4 Custo estimado (em R\$ bilhões).

Período	Custo estimado (R\$ bilhões)	Tipo de orçamento
2023-2030	11,63	Realizado
2023-2030	18,55	Orçado
2031-2040	1,32	Realizado
2031-2040	2,19	Orçado
2041-2050	0,36	Realizado
2041-2050	0,57	Orçado
Custo total	13,28	Realizado
Custo Total	21,17	Orçado

Outra ação importante para combater o desmatamento na Amazônia é o imediato cancelamento da anistia das multas ambientais realizada durante o governo Bolsonaro (2018-2022), que somaram aproximadamente R\$ 18 bilhões, e o restabelecimento do sistema de multas e taxações das autoridades ambientais. Além disso, há a previsão de retomada dos recursos estrangeiros do Fundo Amazônia, com valores disponíveis para destinação a novos projetos previstos em R\$ 3,6 bilhões (Bastos 2023).

Estratégias vinculadas a ações potenciais no tempo e no espaço para alcançar o desmatamento zero na Amazônia Legal até 2030

Embora compreender e mensurar os valores financeiros disponíveis seja um importante processo para a operacionalização de uma política pública, ainda é preciso incorporar diferentes estratégias a fim de alcançar o objetivo de Desmatamento Zero na Amazônia, priorizando ações, mantendo ou criando medidas já bem estabelecidas e sugerindo mecanismos inéditos de combate ao desmatamento. Neste estudo, consequentemente, a partir do modelo teórico-econômico, foi proposto um segundo modelo – teórico – baseado nos eixos

Taxa de desmatamento → *Tempo* (Figura 5). A complexidade (eixo z) no modelo teórico é vista como vetor subjetivo, ou seja, a difícil mensuração da ‘complexidade’ impossibilita afirmar que uma ação prioritária seja “mais” ou “menos” complexa que outra. Contudo, reiteramos a importância de mantê-la, pois as ações propostas envolvem n fatores para que ocorram efetivamente.

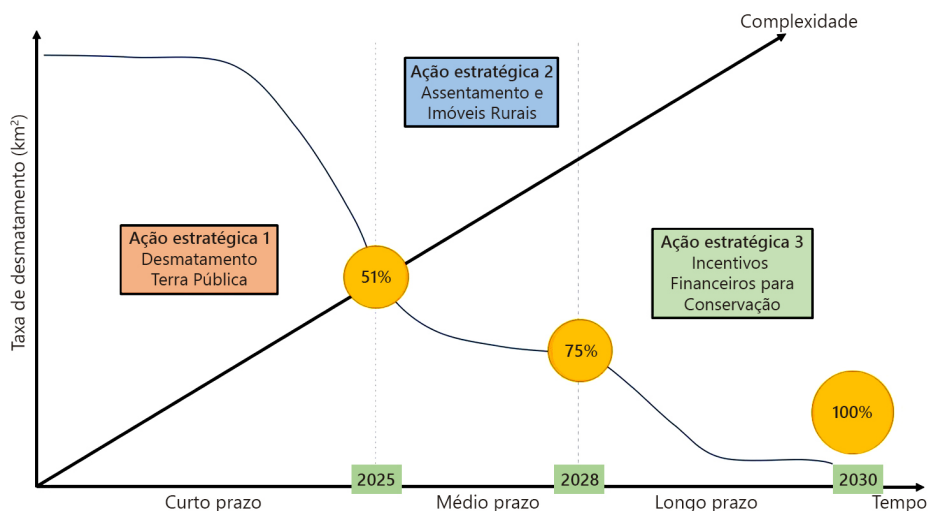


Figura 5 Representação do modelo teórico em direção ao desmatamento zero em 2030. Espera-se que o desmatamento seja reduzido até sua totalidade residual em 2030, partindo de estratégias de complexidade distintas, não-antagônicas e conjuntas, começando no presente (2025) e indo até 2030. Foram definidas três estratégias distintas que atuam nos principais vetores de desmatamento na Amazônia (Estratégias 1 e 2), passando para a Estratégia 3 (longo prazo | 2028-2030), voltada para incentivos direcionados à conservação. As ações estratégicas não são mutuamente excludentes, ou seja, determinada ação pode (e deve) ser aplicada concomitantemente a outra. Por exemplo, incentivos financeiros são imprescindíveis para ações que visem ao fim do desmatamento em Terras Públicas Não-Destinadas (Ação Estratégica 1). Por outro lado, em uma perspectiva de longo prazo (2028-2030), o fortalecimento em bioeconomia e soluções baseadas na natureza serão prioridades para conferir resiliência ao bioma diante de históricos vetores de degradação, como o desmatamento.

A proposta partiu, conseqüentemente, da identificação de mecanismos prioritários de combate ao desmatamento, como identificação das Unidades de Conservação e Territórios Indígenas que concentram os maiores índices de desmatamento, assim como em Terras Públicas Não Destinadas (2023-2025) (Prioli *et al.* 2023, Qin *et al.* 2023, Moutinho & Azevedo-Ramos 2023), passando pela regularização e fiscalização do Cadastro Ambiental Rural – CAR (2025-2028) (Azevedo-Ramos *et al.* 2020, Stabile *et al.* 2022, Bergamo *et al.* 2022), até as estratégias complementares que permitam o alcance da meta do desmata-

mento zero, além de estratégias para mitigar o desmatamento legal (Stabile *et al.* 2022), assim como propostas de restauração florestal (Gastauer *et al.* 2020), uso de fundos internacionais, bioeconomia, soluções baseadas na natureza e políticas públicas de longo prazo (Bergamo *et al.* 2022, Moutinho *et al.* 2016, Moutinho & Azevedo-Ramos 2023).

Ações para combater o desmatamento

Ação estratégica 1 – Desmatamento em terra pública

O Brasil possui cerca de 56 milhões de hectares (Mha) de Florestas Públicas – áreas que devem ser destinadas à conservação e/ou uso sustentável de recursos –, das quais quase 92% estão concentradas na Amazônia (Cadastro Nacional de Florestas Públicas 2020). Porém, cerca de 21% do total de Florestas Públicas brasileiras ainda não está destinado. Essas áreas carecem de regulação, tornando-se alvos de apropriação indevida/irregular/ilegal. Mais uma vez, é na Amazônia que a imensa área de Florestas Públicas não destinadas se encontra: cerca de 50 Mha (Moutinho & Azevedo-Ramos 2023).

A não destinação dessas áreas de floresta cria oportunidades para a apropriação indevida de territórios. De acordo com o CAR, que é autodeclaratório, quase 12 Mha (23% dos 50 Mha) de Florestas Públicas não destinadas na Amazônia Legal foram inseridos irregularmente como Imóveis Rurais no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Azevedo-Ramos *et al.* 2020). Deste total, cerca de 8 Mha estão em Florestas Públicas estaduais e 3,5 Mha em Florestas Públicas federais. Uma consequência direta da autodeclaração irregular via CAR é o desmatamento e potencial degradação de uma área bem preservada (cerca de 66% das áreas declaradas irregularmente foram desmatadas). Ademais, existe pretexto legal que veda ocupação de imóveis rurais localizados em Terras Públicas federais (i.e., titulação de terras) sem finalidade determinada pelo poder público (Lei nº 11.952/2009). Entretanto, o descumprimento da lei encontra respaldo jurídico no Decreto nº 10.952/2020. O decreto pressupõe que qualquer Floresta Pública pode ser destinada à regularização fundiária quando os órgãos responsáveis por essas áreas não manifestarem explicitamente o interesse por sua destinação (Brito 2023).

Consequentemente, a primeira ação estratégica seria atuar no combate à apropriação indevida de Florestas Públicas estaduais autodeclaradas. Esta ação envolveria comando e controle de áreas autodeclaradas erroneamente, com punição legal e financeira, evitando e revogando pedidos de regularização

fundiária com sobreposição às Florestas Públicas, além de severa punição para inscrições irregulares via Cadastro Ambiental Rural. A alteração do Decreto nº 10.592/2020 também se faz necessária.

A segunda estratégia está na atuação direta nos estados que mais desmatam em Florestas Públicas não destinadas na Amazônia Legal: Pará (56,5%), Rondônia (18,75%) e Amazonas (14,1%). Restringindo as práticas ilegais nesses estados, espera-se maior redução do desmatamento como um todo. A terceira estratégia, por fim, seria a alocação urgente desses territórios não destinados como Unidades de Conservação, Territórios Indígenas homologados e/ou Áreas de Uso Sustentável. Brito (2023) sugere que tais Florestas Públicas federais não destinadas sejam rapidamente convertidas em Áreas de Limitação Administrativas Provisórias, o que aceleraria a destinação dessas áreas como Unidades de Conservação. Conforme indicado pelo modelo econômico proposto (Tabela 4), esta estratégia deve custar aos cofres pelo menos R\$ 3,5 bilhões, sendo destinados entre os anos de 2023 e 2025.

Desmatamento em Áreas Protegidas: a importância dos Territórios Indígenas e das Unidades de Conservação da Amazônia Legal

O desafio brasileiro de preservar e conservar as áreas florestadas é gigantesco. A Amazônia Legal possui mais de 5,2 milhões de km², sendo 83% de sua área coberta por florestas (Prioli *et al.* 2023). Mais da metade do território (52%) da Amazônia Legal está em alguma categoria de Área Protegida, sendo 22% da região coberta por Territórios Indígenas (TIs) e 30% por Unidades de Conservação (UCs) (Qin *et al.* 2023, Prioli *et al.* 2023) Entre as UCs, 37% são de Proteção Integral e 63% de Uso Sustentável (Pacheco *et al.* 2018).

As UCs e TIs funcionam, quando bem implementadas e geridas, como escudos contra o desmatamento. Qin *et al.* (2019) indicaram que o avanço do desmatamento dentro de Áreas de Proteção (TIs e UCs) é dez vezes menor do que em áreas não protegidas. Com relação ao desmatamento em UCs, ele representou, em média, 7,2% do desmatamento total da Amazônia Legal no período de 2008 a 2022 (Terra Brasilis/INPE 2023).

Apenas três UCs (de um total de 4.200) concentraram 71% do desmatamento entre 2008-2022 ocorrido nessas áreas: (i) Área de Proteção Ambiental (APA) Triunfo do Xingu (46%); (ii) Floresta Nacional (FLONA) do Jamaxim (13%); e (iii) Reserva Extrativista (RESEX) Jaci-Paraná (12%). Além dessas, em 2022, a APA do Tapajós também se destacou com 10% do desmatamento nas UCs amazônicas (Terra Brasilis/INPE 2023). Destaca-se que essas quatro UCs estão em

municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia (Portarias MMA 028/2008 e 361/2017), tendo sido as UCs paraenses criadas durante a primeira fase do PPCDAm justamente como estratégia para evitar o avanço do desmatamento (Tabela 5).

Tabela 5 Unidades de Conservação com taxa superior a 10% do desmatamento em UCs na Amazônia Legal durante o período de 2008 a 2022.

Unidade de Conservação	Município	Criação	Órgão gestor	Instrumentos de gestão
Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu	Altamira (PA) e <u>São Félix do Xingu</u> (PA)	2006	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (Ideflor-bio-PA)	Não apresenta plano de manejo. Conselho gestor criado em 2011
Floresta Nacional do Jamanxim	<u>Itaituba</u> (PA) e <u>Novo Progresso</u> (PA)	2006	Unidade Especial Avançada do ICMBio de Itaituba – PA	Plano de manejo elaborado em 2010 e conselho gestor criado em 2011
Reserva Extrativista Jaci-Paraná	<u>Porto Velho</u> (RO), <u>Campo Novo de Rondônia</u> (RO), <u>Nova Mamoré</u> (RO)	1996	Coordenadoria de Unidades de Conservação CUC/SEDAM-RO	Não apresenta plano de manejo. Conselho gestor criado em 2001
Área de Proteção Ambiental do Tapajós	<u>Itaituba</u> (PA), <u>Jacareacanga</u> (PA), <u>Novo Progresso</u> (PA) e <u>Trairão</u> (PA)	2006	Unidade Especial Avançada do ICMBio de Itaituba – PA	Não apresenta plano de manejo ou conselho gestor

Fonte: Elaborada pelos autores. Nota: Os municípios sublinhados integram a lista de municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento (Portarias MMA 028/2008 e 361/2017).

Dessa forma, para criar algumas estratégias de combate às atividades ilegais nas UCs, recomendamos:

- ◆ Desenvolvimento do plano de manejo das UCs (ou atualização, conforme o caso), estabelecimento (e fortalecimento) dos conselhos gestores e implementação dos seus respectivos planos de gestão (projetos que garantam o objetivo de conservação).
- ◆ Avaliação do impacto de conservação e usos dos recursos naturais nas UCs amazônicas.

- ◆ Regularização fundiária de UCs, criação de novas áreas e implementação de mecanismos de comando e controle para cessar atividades de desmatamento, caça e pesca ilegais, garimpo, dentre outras.
- ◆ Restauração ecológica de áreas degradadas.
- ◆ Fortalecimento do sentimento de pertencimento e contribuição para a melhoria do bem-estar social na UC. Envolvimento da sociedade local na gestão da UC e fomento ao apoio técnico e à capacitação social para o manejo comunitário.
- ◆ Contribuição para o estabelecimento de modelos bioeconômicos sustentáveis e justos, com acompanhamento da condição socioeconômica dos amazônidas em escala local a respeito da garantia de ofertas de emprego, remuneração justa e qualidade laboral.
- ◆ Garantia da repartição de benefícios, conforme a Política Nacional de Acesso e Repartição de Benefícios da sociobiodiversidade.

A preservação de Terras Indígenas (TIs), assim como as UCs, é imprescindível para a integridade da floresta (Sze *et al.* 2022), conservação dos estoques de carbono (Nogueira *et al.* 2018, Saatchi *et al.* 2011, Walker *et al.* 2014), manutenção da biodiversidade (Fernández-Llamazares *et al.* 2021), regulação do clima (Silvério *et al.* 2015, Baker & Spracklen 2019) e preservação da diversidade cultural dos povos indígenas (Cunha & Almeida 2000). Territórios Indígenas na Amazônia Legal fazem parte das Terras Públicas, com taxas absolutas baixas de desmatamento (3%), quando comparadas com o desmatamento acumulado em Terras Públicas não destinadas. Em torno de 58% da Amazônia Legal brasileira é ocupada por 352.000 povos indígenas, de 427 TIs, em uma área de 115.294,899 ha (Instituto Socioambiental 2023). Contudo, desde 2013, o desmatamento em TIs aumentou 129%, com o maior desmatamento (195%) no período de 2019-2021 (Silva-Junior *et al.* 2023). Comparando todas as TIs da Amazônia Legal Brasileira, as TIs Ituna/Itatá e Piripkura foram as que tiveram maior desmatamento ilegal em 2019-2021 (Fellows *et al.* 2023). Esse cenário é impulsionado principalmente pela mineração ilegal, que passou de 1% em 2016 para 19% em meados de 2022 (Silva-Junior *et al.* 2023). O discurso político do período Bolsonaro (2019-2022) e a possível regularização da mineração comercial nas TIs (PL 191/2020), juntamente com o aumento do preço do ouro, podem ser as razões para essa situação alarmante (Siqueira-Gay *et al.* 2020).

Alguns estudos demonstraram que esse projeto de lei 191/2020 poderia impactar mais de 20% da floresta, causando a perda de pelo menos US\$ 5 bilhões/ano em virtude dos benefícios que a floresta pode proporcionar (Siquei-

ra-Gay *et al.* 2020), trazendo consequências para os povos indígenas, especialmente os isolados, que correm o risco de serem dizimados (Villén-Pérez *et al.* 2022), e para os ecossistemas (fragmentação de floresta, mudanças no microclima, perda de biodiversidade, magnificação trófica, contaminação de lençóis freáticos e corpos d'água e diminuição de estoques de carbono), com a criação de rodovias e centros urbanos gerados pela mineração (Siqueira-Gay *et al.* 2020, 2022, Fellows *et al.* 2023).

De acordo com Rorato *et al.* (2022), as TIs mais vulneráveis de toda a Amazônia Legal Brasileira encontram-se justamente na região do Arco do Desmatamento, especificamente ao sul dessa região, além de TIs em Roraima e Pará (Rorato *et al.* 2022). As cinco TIs mais vulneráveis são: (i) Tuwa Apekuokawera (PA); (ii) Praia do Índio (PA); (iii) Lagoa Comprida (MA); (iv) Uruçu/Juruá (MA); e (v) Rio Pindaré (MA). Dos Santos *et al.* (2022), por outro lado, identificaram as 5 TIs que tiveram as maiores taxas de desmatamento acumulado (1988 até 2021): (i) Alto Rio Negro (AM); (ii) Andirá-Marau (AM/PA); (iii) Cachoeira Seca (PA); (iv) Apyterewa (PA); e (v) Alto Turiaçú (MA).

Outros fatores que contribuíram para o maior desmatamento nas TIs foram as queimadas florestais e a grilagem. O primeiro fator está associado principalmente à mineração e à grilagem em terras públicas (Fellows *et al.* 2021). Os Apyterewa e Kayapó (grupos isolados) foram as TIs com mais incêndios florestais no período 2018-2021, com aumento de 50% nos incêndios florestais na TI Apyterewa em três anos (Fellows *et al.* 2023). Já a grilagem se dá pela já citada e descrita estratégia da sobreposição autodeclaratória via CAR. Neste caso, proprietários não sobrepõem em Terras Públicas não destinadas, mas mantêm a estratégia ilegal em Terras Indígenas. Por exemplo, as TIs Ituna/Itatá e Tenharim do Igarapé Preto apresentaram 94% de sobreposição de sua área territorial com o CAR, enquanto as TIs Piritti e Pirikura apresentaram 56% e 22% de sobreposição, respectivamente, durante 2018-2021 (Fellows *et al.* 2023). Em 2019, a área territorial que estava sobreposta ao CAR atingiu 41% de desmatamento nas TIs (Fellows *et al.* 2021).

Teoricamente, as TIs são protegidas por lei, no entanto, a falta de registro e delimitação territorial das TIs, juntamente com a sobreposição de Unidades de Conservação e CARs, e a invasão de garimpeiros e grileiros, tornam as TIs territórios vulneráveis (Fellows *et al.* 2023). Dessa forma, para criar algumas estratégias de combate às atividades ilegais nas TIs, recomendamos:

- ◆ Fortalecimento dos Direitos Territoriais Indígenas (artigo 231) e suspensão de eventuais regulamentações que afetem os direitos dos povos indígenas (PL 191/2020);

- ◆ Registro de TIs e cancelamento de todos os CARs nas TIs;
- ◆ Políticas rígidas de controle e comando nas TIs, com afastamento de garimpeiros e grileiros, e aplicação de altas taxas para quem desrespeitar as leis;
- ◆ Fortalecer o poder representativo da FUNAI, IBAMA, Polícia Federal e Ministério Público Federal;
- ◆ Criação de projetos sociais, biotecnológicos e ecológicos que demonstrem a importância dos povos indígenas para a integridade da Floresta Amazônica, do clima, da biodiversidade e da bioeconomia dos produtos naturais amazônicos;
- ◆ Criação de projetos sustentáveis que tratem não apenas da água contaminada, mas também incluam a prática e o ensino da biorremediação em solos e plantas contaminadas;
- ◆ Criação de um Programa de Resgate Emergencial para os povos indígenas isolados que estejam em áreas de risco, tendo o apoio da Polícia Federal e da FUNAI, principalmente em brigadas;
- ◆ Investimentos anuais de cerca de R\$ 1 bilhão para manutenção e criação/destinação de Territórios Indígenas e Unidades de Conservação.

O alcance do desmatamento zero em Áreas Protegidas e TIs parte da identificação das áreas-chave que concentram as maiores taxas de desmatamento e vulnerabilidade e de investimentos e aplicação de recursos constantemente, passando de R\$ 1 bilhão anualmente entre os anos 2023 e 2025 (Tabela 4). Ao contrário das Terras Públicas não destinadas – que concentram 30% de todo o desmatamento da Amazônia Legal –, a complexidade para chegar ao desmatamento zero nessas áreas protegidas deve ser menor e com resultados positivos em uma escala de tempo mais curta. A combinação de estratégias *top-down*, como: comando e controle; fiscalização severa; fim do perdão de multas ambientais; manutenção, criação, demarcação, regularização e implementação de Áreas de Proteção/Territórios Indígenas; assim como estratégias *bottom-up*, como: suporte às alternativas socioeconômicas em TIs e Áreas de Proteção, especialmente as Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Reservas Extrativistas (Pacheco *et al.* 2018), e o fortalecimento via manejo colaborativo de comunidades tradicionais (Freitas *et al.* 2020), podem viabilizar a audaciosa redução de até 51% do desmatamento até 2025 .

Ação estratégica 2 – Assentamentos e imóveis rurais

Uma parcela importante do desmatamento ilegal da Floresta Amazônica está ligada à cadeia produtiva da carne e da soja em assentamentos rurais e propriedades privadas. Em assentamentos rurais, embora 20% do desmatamento total se dê nesses territórios, mais de 50% ocorre em apenas dez assentamentos (Alencar *et al.* 2016). Também, das áreas da Amazônia desmatadas em propriedades rurais cadastradas no CAR até 2020, 45% não cumpriram a legislação do CFB ao não preservarem adequadamente as Áreas de Proteção Permanente (APPs) e Reservas Legais, em grande parte devido ao desmatamento ilegal destinado a pastagens (Rajão *et al.* 2020). Os pesquisadores estimaram que em torno de 48% de toda carne e 22% da soja exportada para a União Europeia (UE) têm relação com o desmatamento ilegal na Amazônia, apesar do acordo da moratória da soja. Aliada à incompletude no registro de propriedades no CAR, especialmente em terras griladas ilegalmente, dificuldades na rastreabilidade dos produtos de exportação impõem sérios riscos ao monitoramento das cadeias de comércio internacional de produtos da Amazônia (Rajão *et al.* 2020). Isso sugere que os mecanismos de controle e monitoramento sobre a origem dos produtos de exportação são insuficientes para identificar e combater cadeias produtivas de áreas de desmatamento.

Esses dados impõem sérios riscos às exportações de *commodities* para a UE, considerando o potencial avanço no acordo Mercosul-UE almejado pelo terceiro mandato do governo Lula. O atual governo tem se mostrado engajado em deter o desmatamento e combater crimes ambientais, e conta com o apoio de países como a Alemanha, França, Noruega e, provavelmente, EUA, como financiadores do Fundo Amazônia, para fortalecer o compromisso do Brasil com os acordos internacionais. Uma primeira medida da ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, já no novo governo, foi restaurar e reestruturar o PPCDAm, programa bem-sucedido em reduzir o desmatamento no passado (Sousa-Junior *et al.* 2021), mas considerado insuficiente, neste novo cenário pós-Bolsonaro, para atingir a promessa eleitoral do presidente Lula de desmatamento zero na Amazônia até 2030, por conta de emissões de carbono adicionais ligadas ao aumento de secas e queimadas (Aragão *et al.* 2018).

Diante deste novo cenário, nossa proposta para o combate ao desmatamento ilegal em propriedade privadas e assentamentos rurais se concentra em medidas que possam ser implementadas no médio prazo (de 2025 a 2028) para alocação de recursos destinados a ações complementares ao PPCDAm. Portanto, recomendamos:

- ◆ Aplicar a lei e punir infratores;
- ◆ Recuperar os danos ambientais causados;
- ◆ Aumentar a transparência na cadeia de suprimento e responsabilizar as corporações que utilizam produtos com desmatamento ilegal;
- ◆ Fortalecer o PPCDAm e o CAR em propriedade privadas e assentamentos rurais, assim como promover incentivos financeiros aos proprietários que se adequam à legislação do CF, e restringir acesso ao crédito para quem descumpra o PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) devem ser consideradas iniciativas conjuntas;
- ◆ Reforçar e ampliar a capacidade de mercados internacionais de monitorar a origem de *commodities* produzidas na Amazônia e ampliar os mecanismos de embargos aos produtos do desmatamento (Golnow *et al.* 2018, Alix-Garcia & Gibbs 2017);
- ◆ Usar parte dos recursos do Fundo Amazônia para implementar tecnologias de identificação da origem da carne e soja exportadas por meio do monitoramento genético;
- ◆ Investimento de, ao menos, R\$ 3,5 bilhões de reais, a partir de 2023 e até 2028, especialmente para alcançar o objetivo de redução projetada de até 75% do desmatamento (Figura 5).

Ação estratégica 3 – Incentivos financeiros para conservação

O modelo de desenvolvimento econômico na Amazônia é baseado em extração e exploração de recursos, o que se reflete historicamente em problemas socioeconômicos e ambientais. Em resumo, a estratégia de bioeconomia voltada para a Amazônia deve ir além de seus produtos/recursos florestais. Contudo, conforme apontado por nosso modelo teórico (Figura 5 e 6), a complexidade para conciliar o avanço da bioeconomia e o desmatamento zero na Amazônia será elevada.

A Amazônia representa um imenso território com baixa densidade de instituições de ensino, pesquisa e centros tecnológicos de aprimoramento das cadeias produtivas já existentes, de tal forma que esse gargalo de assistência técnica poderá ser usado para a criação de novos postos de trabalho e fixação de pessoal qualificado na região, fomentando a criação de empresas e instituições governamentais. Iniciativas tais como o *Amazon Institute of Technology* (AmIT) parecem sugerir um caminho promissor neste sentido. O desmatamento líquido zero das APPs e Reservas Legais em propriedades privadas e assentamentos dependerá do fortalecimento das estratégias de comando e controle, ordena-

mento territorial e regularização fundiária, como nas três primeiras fases do PPCDAm. Simultaneamente, será preciso investir em prospecção de derivados biotecnológicos da imensa biodiversidade da Amazônia, financiamento para a transição bioeconômica, intensificação sustentável da agricultura, promoção de agricultura de baixa emissão de carbono e sistemas agroflorestais, incluindo a possibilidade de reflorestamento com espécies de alto valor econômico e demais soluções baseadas na natureza (i.e. *nature based solutions*).

Nesta etapa (2028-2030), o foco das ações estratégicas será o avanço da transição para uma bioeconomia, que será facilitada com a redução líquida do desmatamento em até 70% do previsto para o presente (2023). Com a redução drástica do desmatamento, consequentemente, é imperativo que a estratégia de bioeconomia se baseie na exploração de recursos florestais não-madeireiros, como açaí, castanha, andiroba, até o manejo sustentável do pirarucu (Freitas *et al.* 2020). A bioeconomia da Amazônia deverá incorporar seus principais atores no uso e manejo desses recursos: comunidades tradicionais, como ribeirinhos e/ou castanheiros, além dos povos originários. De acordo com Nobre *et al.* (2021), a cidadania amazônica pode ser um elemento-chave para o desenvolvimento da bioeconomia amazônica, combinando conhecimento tradicional e pesquisa científica. Apesar de avaliarmos esta etapa como a final dentre as ações estratégicas (Figura 5), reconhecemos que a bioeconomia deve ser fortalecida por políticas públicas, pela pluralidade cultural e pela diversificação de bioprodutos, e que os investimentos devem ser constantes. O caminho para o desmatamento residual zero a partir de 2030 parte, portanto, de investimentos de cerca de R\$ 10 bilhões. Tal montante deve ser visto como custo de oportunidade diante dos inúmeros impactos projetados caso o desmatamento alcance um ponto de não retorno (Nobre *et al.* 2016), especialmente se for rompida a barreira de 40% da área total da Amazônia para o desmatamento.

Por fim, recomendamos e justificamos a alta complexidade desta etapa final, uma vez que a essência dos incentivos financeiros na Amazônia, por meio da bioeconomia, deverá ser concebida por intermédio do fortalecimento de políticas públicas, envolvimento da pluralidade cultural amazônica, diversificação de produtos, especialmente não-madeireiros, e que o arcabouço de políticas públicas favoreça igualmente os diferentes atores desta política/estratégia rumo ao desmatamento zero.

Considerações finais

Apesar dos enormes desafios para conseguir alcançar o desmatamento zero até 2030, o modelo proposto (Figuras 5 e 6) apresenta um viés inédito ao combinar o orçamento governamental projetado e realizado alinhado às estratégias *top-down* e *bottom-up*. As três diferentes estratégias foram elaboradas com o intuito de orientação e sugestão para que agentes públicos identifiquem pontualmente os principais vetores de desmatamento e políticas públicas a serem combatidos e/ou implementados para o alcance das metas propostas para 2025, 2028 e 2030. Convém ressaltar, contudo, que as estratégias não são mutuamente excludentes, ou seja, é possível (e até recomendável), sob uma proposta de governança/política eficaz, que elas sejam aplicadas concomitantemente.

Destaca-se que, para que os modelos propostos sejam plenamente efetivos (i.e. modelo econômico-teórico), vários desafios governamentais, como mudanças principalmente na legislação ambiental e social, na demarcação de terras e na adoção de medidas rigorosas contra ações ilegais, se fazem necessárias. Além dessas medidas, novas estratégias complementares, como maiores incentivos financeiros para a conservação da Amazônia Legal, a restauração ecológica massiva e o mapeamento para a suspensão do crédito, no sistema financeiro nacional, a proprietários com ilegalidades ambientais e sociais, por exemplo, deverão ser implementadas. Ao apontar o ganho de complexidade nas decisões com múltiplas estratégias ao longo do tempo, o modelo do presente estudo apresenta-se como uma ferramenta de compreensão analítica capaz de contribuir com ações concretas em diferentes escalas, urgências e intensidades de intervenção para o alcance do audacioso objetivo de Desmatamento Zero até 2030.

Limitações do estudo

A primeira limitação do presente estudo se refere à elaboração do trabalho. Este ensaio foi fruto de um exercício teórico-prático proposto na Escola São Paulo de Ciência Avançada (ESPCA) durante duas semanas, entre novembro e dezembro de 2022. Os autores não objetivam propor um modelo no limiar do estado da arte da temática, mas apresentar argumentos e propostas para que o debate seja ampliado e levado a vários setores da sociedade brasileira.

Há uma dificuldade evidente quanto ao acesso a informações sobre custos despendidos no PPCDam entre 2005 e 2022, afetando a capacidade de se estimar o valor futuro, até 2050. Para fazer uma valoração do futuro, isto é,

estimar o Valor Presente Líquido (VPL), a economia convencional (*mainstream economics*) defende a utilização de uma Taxa de Desconto Intertemporal como uma ferramenta de análise custo-benefício. Os pesquisadores da Economia Ecológica (*Ecological Economics*), contrários à visão ambiental dos economistas convencionais, questionam se uma taxa de desconto mais alta ou mais baixa poderia *favorecer* o meio ambiente (Daly & Farley 2016). Em termos de avaliação de projetos futuros, uma taxa de desconto elevada favorece os projetos cujos custos se situam principalmente no futuro e cujos lucros estão no presente, ao mesmo tempo em que penaliza aqueles cujos custos são atuais com lucros no futuro, como é o presente modelo de redução de desmatamento.

Com o intuito de não incorrer em uma discussão sobre o fato de a taxa de desconto ter sido subestimada ou superestimada, os autores deste estudo optaram por estimar os custos em valores nominais, isto é, sem utilizar uma taxa de desconto intertemporal preestabelecida.

Agradecimentos – Agradecemos ao Dr. Emiliano Cabrera Rocha pelas contribuições científicas no conceito e no desenho do presente estudo, durante a *São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA* (SPSAS Amazônia). Agradecemos aos palestrantes da SPSAS Amazônia, em especial a Anne Alencar (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM), Paulo Moutinho (IPAM), Adalberto Luis Val (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA) e Carlos Souza Jr. (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon). Também agradecemos à FAPESP APESP (Yuyama, K.T.; 2019/09067-7), CAPES, CNPq e ao Programa Biota pelo apoio financeiro. Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio ao projeto "*São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA* (Processo 2022/06028-3)" e a todos os professores e colegas que participaram do SPSAS Amazônia e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

- ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, I.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; NOVAES, R. 2016. **Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: Histórico, Tendências e Oportunidades**. IPAM, Brasília, DF, 93p.
- ALIX-GARCIA, J.; GIBBS, H. K. Forest conservation effects of Brazil's zero deforestation cattle agreements undermined by leakage. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 47, p. 201-217, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.08.009>.
- ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L. O.; FONSECA, M. G.; ROSAN, T. M.; VEDOVATO, L. B.; WAGNER, F. H.; SILVA, C. V. J.; SILVA JUNIOR, C. H. L.; ARAI, E.; AGUIAR, A.P. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-12, 13 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>.
- AGÊNCIA BRASIL. **Mensagem do governo é de esperança e reconstrução, diz Lula**. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2023-01/mensagem-do-governo-e-de-esperanca-e-reconstrucao-diz-lula>. Acesso em: 23. maio 2023.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; MOUTINHO, P. No man's land in the Brazilian Amazon: could undesignated public forests slow amazon deforestation?. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 73, p. 125-127, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.005>.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; MOUTINHO, P.; ARRUDA, V. L. S.; STABILE, M. C. C.; ALENCAR, A.; CASTRO, I.; RIBEIRO, J. P. Lawless land in no man's land: the undesignated public forests in the brazilian amazon. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 99, p. 104863, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104863>.
- BAKER, J. C. A.; SPRACKLEN, D. V. Climate Benefits of Intact Amazon Forests and the Biophysical Consequences of Disturbance. **Frontiers In Forests And Global Change**, [S.L.], v. 2, p. 1-13, 30 ago. 2019. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2019.00047>.
- BARLOW, J.; ANDERSON, L.; BERENGUER, E.; BRANCALION, P.; CARVALHO, N.; FERREIRA, J.; GARRETT, R.; JAKOVAC, C.; NASCIMENTO, N.; PEÑA-CLAROS, M.; RODRIGUES, R.; VALENTIM, J. **Transforming the Amazon through "arcs of restoration"**. 2022. Disponível em: <<https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2022/11/PB-restoration-en.pdf>>. Acesso em: 15. Feb. 2023.
- BASTOS, P. P. Z. **Fundo Amazônia e desenvolvimento socioambiental inclusivo: problemas e recomendações**. 2023. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/nota-cecon/nota-do-cecon-20.pdf>>. Acesso em: 27. jan. 2023.
- BERGAMO, D.; ZERBINI, O.; PINHO, P.; MOUTINHO, P. The Amazon bioeconomy: beyond the use of forest products. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 199, p. 107448, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107448>.
- BLANCO, G. D.; FERNÁNDEZ-LLAMAZARES, Á.; BLANCO, G. D.; BAKER, J.; TAGLIARI, M. S. M.; HAYATA, M. A.; CAMPOS, M. L.; HANAZAKI, N. The impacts of mining on the food sovereignty and security of Indigenous Peoples and local communities: a global review. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 855, p. 158803, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158803>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planaveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa**. 2017.
- BRASIL. Decreto do Governo do Estado de Rondônia 7335/1996. Criação da Reserva Extrativista Jaci Paraná.
- BRASIL. Decreto nº. 11.367, de 1º de Janeiro de 2023. Institui a Comissão Interministerial Permanente de Prevenção e Controle do Desmatamento, restabelece o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm e dispõe sobre os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado, na Mata Atlântica, na Caatinga, no Pampa e no Pantanal. **Diário Oficial da União**: seção 1 – edição extra, Brasília, DF, p.2, 2 janeiro 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11367.htm>. Acesso em: 27 jan. 2023.

BRASIL. Decreto nº. 10.952, de 24 de Dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº11.952, para dispor sobre a regularização fundiária das áreas rurais situadas em terras da União, no âmbito da Amazônia Legal, e em terras do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, por meio de alienação e concessão de direito real do uso de imóveis. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.6, 28 Dezembro 2020 Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10592.htm>. Acesso em: 15 maio 2023.

BRASIL. Lei 11.952, de 25 de Junho de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal; altera as Leis nº8.666/1993 e 6.015/1973; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11952.htm>. Acesso em: 15 maio 2023.

BRASIL. Decreto S/N de Criação da APA do Tapajós, 2006c.

BRASIL. Decreto S/N de Criação da FLONA do Jamanxim, 2006b.

BRASIL. Portaria 583/2011 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará. Criação da APA Triunfo do Xingu, 2006a.

BRITO, B. 2023. **Como impedir a grilagem nas Florestas Públicas Federais? Nota de Políticas Públicas**. 2030. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2023/04/Notasdepoliticaspublicas01_Como-impedir-a-grilagem-nas-florestas-publicas.pdf>. Acesso em: maio de 2023.

Controladoria Geral da União. **Relatório de avaliação da governança do Fundo Amazônia exercida pelo Ministério Do Meio Ambiente: Exercícios 2019, 2020 e 2021**. 2022. Disponível em: <<https://eaud.cgu.gov.br/relatorios/download/1042162>>. Acesso em: 27 Jan. 2023.

Cunha, Manuela Carneiro da, and Mauro W. B. de Almeida. Indigenous People, Traditional People, and Conservation in the Amazon. **Daedalus**, [S.L], vol. 129, no. 2, 2000, p. 315–338. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/20027639>.

DALY, H., FARLEY, J. **Economia Ecológica**. São Paulo: Annablume Cidadania e Meio Ambiente, 2016.

DE ALMEIDA, A.L.O.. **The colonization of the Amazon**. [S.L]: The University of Texas Press, 2010.

SANTOS, Alex Mota dos; SILVA, Carlos Fabricio Assunção da; MELO, Silas Nogueira de; ALMEIDA JUNIOR, Pedro Monteiro de; BUENO, Luis Fernando. Influence of deforestation inside and outside indigenous lands in the Brazilian Amazon Biome. **Regional Environmental Change**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 1-7, jun. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-022-01937-9>.

FELLOWS, M.; ALENCAR, A.; BANDEIRA, M.; CASTRO, I.; GUYOT, C. Nota Técnica - Amazônia em chamus: desmatamento e fogo nas terras indígenas. **IPAM Amazônia**, [S.L], n.6, p. 1-15, mar. 2021.

FELLOWS, M., COELHO, M.E., SILVESTRINI, R., MENEZES, T. de S., PINHO, P., AMORIM, F.F., POHL, L., GUYOT, C., NETO, L.F. de O. & ALENCAR, A.. Nota Técnica - Isolados por um fio riscos impostos aos povos indígenas isolados. **IPAM Amazônia**, [S.L], n. 10, p. 1-23. 2023.

FERNÁNDEZ-L., Á.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; VELAZCO, P. M.; GYAWALI, A.; ROCHA, R.; TERRAUBE, J.; CABEZA, M. The importance of Indigenous Territories for conserving bat diversity across the Amazon biome. **Perspectives In Ecology And Conservation**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 10-20, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecon.2020.11.001>.

FREITAS, C. T.; LOPES, P. F. M.; CAMPOS-SILVA, J. V.; NOBLE, M. M.; DYBALL, R.; PERES, C. A. Co-management of culturally important species: a tool to promote biodiversity conservation and human well-being. **People And Nature**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 61-81, 13 dez. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/pan3.10064>.

GASTAUER, M.; CAVALCANTE, R. B. L.; CALDEIRA, C. F.; NUNES, S. S. Structural Hurdles to Large-Scale Forest Restoration in the Brazilian Amazon. **Frontiers In Ecology And Evolution**, [S.L.], v. 8, p. 1-6, 29 out. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2020.593557>.

GIBBS, H. K.; MUNGER, J.; L'ROE, J.; BARRETO, P.; PEREIRA, R.; CHRISTIE, M.; AMARAL, T.; WALKER, N.F. Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian

- Amazon? **Conservation Letters**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 32-42, 12 maio 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/conl.12175>.
- GIBBS, H. K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D. C.; NOOJIPADY, P.; SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N. F.. Brazil's Soy Moratorium. **Science**, [S.L.], v. 347, n. 6220, p. 377-378, 23 jan. 2015. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa0181>.
- GOLLNOW, F.; HISSA, L. B. V.; RUFIN, P.; LAKES, T. Property-level direct and indirect deforestation for soybean production in the Amazon region of Mato Grosso, Brazil. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 78, p. 377-385, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.010>.
- GREENPEACE. **Eating up the Amazon**. 2006. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/usa/research/eating-up-the-amazon/>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- GREENPEACE. **Slaughtering the Amazon**. 2009. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/usa/research/slaughtering-the-amazon/>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo da floresta nacional do Jamanxim, localizada no estado do Pará**. Volume I – Informações Gerais. 2010, 254p.
- INPE. **Projeto PRODES** – Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia. Taxas anuais do Desmatamento de 1988 até 2022. 2022. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Consulta de Autuações Ambientais e Embargos**. Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php> Acesso em: 10 fev. 2023.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/brasil>. Acesso em: 01 fev. 2023.
- KASTENS, J. H.; BROWN, J. C.; COUTINHO, A. C.; BISHOP, C. R.; ESQUERDO, J. C. D. M. Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. **Plos One**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. e0176168, 28 abr. 2017. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0176168>.
- KLINGLER, M.; RICHARDS, P. D.; OSSNER, R. Cattle vaccination records question the impact of recent zero-deforestation agreements in the Amazon. **Regional Environmental Change**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 33-46, 6 nov. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-017-1234-1>.
- MACEDO, M. N.; DEFRIES, R. S.; MORTON, D. C.; STICKLER, C. M.; GALFORD, G. L.; SHIMABUKURO, Y. E. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 109, n. 4, p. 1341-1346, 9 jan. 2012. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1111374109>.
- MASSOCA, P. E. D. S., DELAROCHE, M. and LUI, G.. **4.6 lessons from the soy and beef moratoria in Brazil. Zero deforestation: A commitment to change**, p.151 - 159. 2017.
- MOUTINHO, Paulo; AZEVEDO-RAMOS, Claudia. Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. **Nature Communications**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 2021-2024, 1 mar. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-023-36427-x>.
- MOUTINHO, Paulo; GUERRA, Raissa; AZEVEDO-RAMOS, Claudia. Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: what is missing?. **Elementa: Science of the Anthropocene**, [S.L.], v. 4, p. 1-11, 1 jan. 2016. University of California Press. <http://dx.doi.org/10.12952/journal.elementa.000125>.
- NEPSTAD, Daniel; MCGRATH, David; STICKLER, Claudia; ALENCAR, Ane; AZEVEDO, Andrea; SWETTE, Briana; BEZERRA, Tathiana; DIGIANO, Maria; SHIMADA, João; MOTTA, Ronaldo Seroa da. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, [S.L.], v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 6 jun. 2014. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1248525>.
- NOBRE, Carlos A.; SAMPAIO, Gilvan; BORMA, Laura S.; CASTILLA-RUBIO, Juan Carlos; SILVA, José S.; CARDOSO, Manoel. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel

sustainable development paradigm. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, [S.L.], v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 16 set. 2016. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1605516113>.

NOBRE, C., ENCALADA, A., et al. Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network. 2021. Disponível em: <https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2021/09/SPA-Executive-Summary-11Mb.pdf>. Acesso em: fev. 2023.

NOGUEIRA, Euler Melo; YANAI, Aurora Miho; VASCONCELOS, Sumaia Saldanha de; GRAÇA, Paulo Maurício Lima de Alencastro; FEARNESIDE, Philip Martin. Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia. *Regional Environmental Change*, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 261-270, 21 jul. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-017-1198-1>.

PACHECO, André A.; NEVES, Ana Carolina O.; FERNANDES, G. Wilson. Uneven conservation efforts compromise Brazil to meet the Target 11 of Convention on Biological Diversity. *Perspectives In Ecology And Conservation*, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 43-48, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecon.2017.12.001>.

DUARTE, Daniela Prioli; PERES, Carlos A.; PERDOMO, Edgar Fernando Cifuentes; GUIZAR-COUTIÑO, Alejandro; NELSON, Bruce Walker. Reducing natural vegetation loss in Amazonia critically depends on the formal recognition of indigenous lands. *Biological Conservation*, [S.L.], v. 279, p. 109936, mar. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109936>.

QIN, Yuanwei; XIAO, Xiangming; LIU, Fang; SILVA, Fabio de Sa e; SHIMABUKURO, Yosio; ARAI, Egidio; FEARNESIDE, Philip Martin. Forest conservation in Indigenous territories and protected areas in the Brazilian Amazon. *Nature Sustainability*, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 295-305, 2 jan. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-022-01018-z>.

QIN, Yuanwei; XIAO, Xiangming; DONG, Jinwei; ZHANG, Yao; WU, Xiaocui; SHIMABUKURO, Yosio; ARAI, Egidio; BIRADAR, Chandrashekhar; WANG, Jie; ZOU, Zhenhua. Improved estimates of forest cover and loss in the Brazilian Amazon in 2000–2017. *Nature Sustainability*, [S.L.], v. 2, n. 8, p. 764-772, 29 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-019-0336-9>.

RAJÃO, Raoni; SOARES-FILHO, Britaldo; NUNES, Felipe; BÖRNER, Jan; MACHADO, Lilian; ASSIS, Débora; OLIVEIRA, Amanda; PINTO, Luis; RIBEIRO, Vivian; RAUSCH, Lisa. The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*, [S.L.], v. 369, n. 6501, p. 246-248, 17 jul. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.aba6646>.

RORATO, Ana C.; ESCADA, Maria Isabel S.; CAMARA, Gilberto; PICOLI, Michelle C.A.; VERSTEGEN, Judith A. Environmental vulnerability assessment of Brazilian Amazon Indigenous Lands. *Environmental Science & Policy*, [S.L.], v. 129, p. 19-36, mar. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.005>.

SAATCHI, Sassan S.; HARRIS, Nancy L.; BROWN, Sandra; LEFSKY, Michael; MITCHARD, Edward T. A.; SALAS, William; ZUTTA, Brian R.; BUERMANN, Wolfgang; LEWIS, Simon L.; HAGEN, Stephen. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, [S.L.], v. 108, n. 24, p. 9899-9904, 31 maio 2011. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1019576108>.

Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão – SAMGE. *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*. Disponível em: <http://samge.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2023.

SER. *The Primer on ecological restoration*. 2004. Disponível em: www.ser.org.

SFB. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - Sicar. In: *Cadastro Ambient. Rural*. 2022. Disponível em: <http://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: 27 jan.2023.

SILVA-JUNIOR, C. H. L.; SILVA, F. B.; ARISI, B. M.; MATAVELI, Guilherme; PESSÔA, Ana C. M.; CARVALHO, Nathália S.; REIS, João B. C.; SILVA JÚNIOR, Admo R.; MOTTA, Nathalia A. C. S.; SILVA, Paulo Vinícius Moreira e. Brazilian Amazon indigenous territories under deforestation pressure. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-9, 10 abr. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-023-32746-7>.

- SIQUEIRA-GAY, Juliana; SOARES-FILHO, Britaldo; SANCHEZ, Luis E.; OVIEDO, Antonio; SONTER, Laura J.. Proposed Legislation to Mine Brazil's Indigenous Lands Will Threaten Amazon Forests and Their Valuable Ecosystem Services. **One Earth**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 356-362, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.008>.
- SIQUEIRA-GAY, Juliana; METZGER, Jean Paul; SÁNCHEZ, Luis E.; SONTER, Laura J.. Strategic planning to mitigate mining impacts on protected areas in the Brazilian Amazon. **Nature Sustainability**, [S.L.], v. 5, n. 10, p. 853-860, 28 jul. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-022-00921-9>.
- STABILE, Marcelo C. C.; GARCIA, Andrea S.; SALOMÃO, Caroline S. C.; BUSH, Glenn; GUIMARÃES, André L.; MOUTINHO, Paulo. Slowing Deforestation in the Brazilian Amazon: avoiding legal deforestation by compensating farmers and ranchers. **Frontiers In Forests And Global Change**, [S.L.], v. 4, p. 1-7, 9 fev. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2021.635638>.
- SZE, Jocelyne S.; CHILDS, Dylan Z.; CARRASCO, L. Roman; EDWARDS, David P.. Indigenous lands in protected areas have high forest integrity across the tropics. **Current Biology**, [S.L.], v. 32, n. 22, p. 4949-4956, nov. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2022.09.040>.
- TERRABRASILIS. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Acesso em: 02 fev. 2023.
- VERDUM, R. **A Política do desmatamento**. 2017. Disponível em: <https://desmatamento.infoamazonia.org/>. Acesso em: 25 jan. 2023.
- VILLÉN-PÉREZ, Sara; ANAYA-VALENZUELA, Luisa; CRUZ, Denis Conrado da; FEARNSIDE, Philip M.. Mining threatens isolated indigenous peoples in the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 72, p. 102398, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102398>.
- WALKER, Wayne; BACCINI, Alessandro; SCHWARTZMAN, Stephan; RÍOS, Sandra; OLIVEIRA-MIRANDA, María A.; AUGUSTO, Cicero; RUIZ, Milton Romero; ARRASCO, Carla Soria; RICARDO, Beto; SMITH, Richard. Forest carbon in Amazonia: the unrecognized contribution of indigenous territories and protected natural areas. **Carbon Management**, [S.L.], v. 5, n. 5-6, p. 479-485, 2 nov. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17583004.2014.990680>.

Sobre os autores

Amintas de Oliveira Brandão Júnior é Engenheiro Ambiental, graduado pela Universidade do Estado do Pará/UEPA, com especialização pela Universidade Federal do Pará/UFGPA, mestrado na Clark University e doutorado na University of Wisconsin-Madison, ambos nos Estados Unidos. Atualmente realiza Pós-doutorado na University of Wisconsin-Madison. <https://orcid.org/0000-0002-4044-8366>

Denis Silva Nogueira é Biólogo, formado pela Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT, com mestrado em Ecologia e Conservação na UNEMAT, doutorado em Ecologia e Evolução pela Universidade Federal de Goiás/UFG, e pós-doutorado Universidade de Leeds & UNEMAT. Atualmente é docente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UNEMAT e do Instituto Federal de Mato Grosso/IFMT, Campus de Primavera do Leste. <https://orcid.org/0000-0001-8893-7903>

Heloisa C. Tozato é Bióloga formada pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. É PhD em Geografia pela Université de Rennes 2 (Rennes, França) e Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade de São Paulo/USP. Atualmente realiza sua pesquisa pós doutoral no Instituto de Estudos Avançados/USP. <https://orcid.org/0000-0002-5417-8985>

Kamila Tomoko Yuyama é Bióloga, formada na Universidade Federal do Amazonas/UFAM, com mestrado na Universidade Federal de Viçosa/UFV e doutorado pleno na Technische Universität Braunschweig (DE). Atualmente é pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo – FCFRP/USP. <https://orcid.org/0000-0002-8080-7984>

Lucas Ferreira Lima é Economista, formado na Universidade Federal de Uberlândia/UFU, com mestrado e doutorado na Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP. Atualmente é Pesquisador de Pós-doutorado no Instituto de Economia da UNICAMP. <https://orcid.org/0000-0001-5839-2834>

Mário S. M. Tagliari é Biólogo, formado na Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, com mestrado na Univ. de Montpellier (França) e doutorado na UFSC. Atualmente é Professor na Faculdade Municipal de Educação e Meio Ambiente – FAMA, Clevelândia - PR. <https://orcid.org/0000-0002-8746-3598>

Natália Stefanini da Silveira é Bióloga, formada pela Universidade Estadual Paulista/UNESP- Bauru, com mestrado na Universidade Estadual Paulista UNESP – Rio Claro e doutorado pela UNESP - Rio Claro. Atualmente é pesquisadora convidada no Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação, na UNESP – Rio Claro. <https://orcid.org/0000-0001-7683-8211>



Por que *não* continuar construindo hidrelétricas na Amazônia brasileira? Contribuições para uma matriz elétrica renovável e efetivamente sustentável

Angélica Faria de Resende^{1*}; Erika Ferreira Rodrigues²; Flora Magdaline Benitez Romero³; Gabriel Costa Borba^{4*}; Igor Cavallini Johansen⁵; Luiza Santos Reis²; Marina Ghirotto Santos²; Songila Maria da Silva Rocha Doi⁶

¹ Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Piracicaba, Brasil – gel.florestal@gmail.com

² Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil – erikarodrigues123rodrigues@gmail.com, luiza_sreis@yahoo.com.br, marina.ghirotto@gmail.com

³ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil – benitezmagdaline@gmail.com

⁴ Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech), Blacksburg, Virginia, EUA – gabrielborba@vt.edu

⁵ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil – igorcav@unicamp.br

⁶ Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Brasil – songila35@gmail.com

* Angélica Faria de Resende – gel.florestal@gmail.com

* Gabriel Costa Borba – gabrielcostaborba@gmail.com

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_003

RESUMO

A geração de energia elétrica por meio de grandes empreendimentos hidrelétricos é frequentemente apontada como uma fonte renovável, porém sua sustentabilidade é questionável. Na Amazônia, esses empreendimentos acarretam sérias ameaças aos modos de vida de comunidades indígenas e tradicionais, além de causarem danos significativos à fauna e à flora da região onde são instalados. Paradoxalmente, enquanto populações locais sofrem com a falta de acesso à energia elétrica, a produção gerada na Amazônia é majoritariamente direcionada para outras regiões do Brasil. O presente artigo propõe uma análise crítica sobre a construção de hidrelétricas na Amazônia brasileira, partindo da indagação fundamental: **Por que não continuar construindo grandes hidrelétricas na Amazônia brasileira?** Com base nisso, detalhamos o cenário ideal – inalcançável, portanto –, em que haveria tal possibilidade. Os elementos deste cenário seriam: (1) Garantir desmatamento zero, (2) Oferecer compensações efetivas às populações humanas direta ou indiretamente impactadas, (3) Realizar restauração ecológica, (4) Considerar cenários climáticos futuros, (5) Manter o pulso de inundação natural do rio (regime de vazão), (6) Assegurar a autonomia da população direta ou indiretamente impactada para optar pela construção ou não de uma hidrelétrica, e (7) Manter o grau de endemismo da fauna e da flora locais. Contudo, uma análise dos projetos já em andamento, em construção ou planejados revela que esses critérios não são respeitados integralmente, tampouco são passíveis de serem cumpridos. Isso torna a construção de hidrelétricas na Amazônia brasileira absolutamente inviável. Para garantir o acesso à energia elétrica em áreas isoladas da Amazônia, recomendamos direcionar investimentos para fontes energéticas mais sustentáveis, caracterizadas por menores impactos sociais e ambientais, por meio de produção em pequena escala.

Palavras-chave: Amazônia, hidrelétricas, eletricidade, justiça social, impactos ambientais.

Introdução

A crescente expansão das hidrelétricas representa uma das principais ameaças à biodiversidade e aos modos de vida das populações que vivem na região amazônica, seja em áreas urbanas ou rurais (Couto *et al.* 2021). A expansão global de empreendimentos hidrelétricos é impulsionada tanto por ser tida como alternativa aos combustíveis fósseis (Almeida *et al.* 2022) quanto por consistir em fonte renovável de energia, o que supostamente contribuiria no enfrentamento às mudanças climáticas (Fearnside 2019a). Esta expansão ocorre, principalmente, em países com economias emergentes, e a justificativa é a demanda energética para garantir seu desenvolvimento econômico e social (Zarfl *et al.* 2015). Na América do Sul, o enorme potencial hídrico da maior floresta tropical do mundo faz da bacia amazônica um palco teoricamente ideal para a expansão de novas hidrelétricas (Almeida *et al.* 2019). Embora os números exatos variem (Fearnside 2019b), pelo menos 158 barragens com capacidades instaladas individuais superiores a 1 MW estão operando e/ou em construção nas cinco nações que constituem cerca de 90% da bacia amazônica, e outras 351 novas barragens estão em fase de estudos de viabilidade (Flecker *et al.* 2022) (Figura 1).

A construção de grandes hidrelétricas na Amazônia brasileira tem importância para as políticas transnacionais na América do Sul, uma vez que grandes áreas são impactadas, não se restringindo apenas ao Brasil, mas afetando, inclusive, países vizinhos (Fearnside 2019a). Governos de todo o mundo fazem promessas de descarbonização, com metas ambiciosas de redução de emissões e captação de carbono (Mountford *et al.* 2021). Nesse cenário, o Brasil continua alegando ter como trunfo uma matriz elétrica “limpa”, uma vez que produz cerca de 62% da sua energia elétrica a partir de hidrelétricas (ANEEL 2023). Esse discurso alimenta a crença de que hidrelétricas são a melhor solução de fonte renovável, escamoteando a gravidade dos impactos socioambientais negativos causados por megaempreendimentos hidrelétricos (Fearnside 2013, 2017). Na Amazônia brasileira, grandes obras como as usinas de Santo Antônio e Jirau, em Rondônia, e Belo Monte, no Pará, são exemplos emblemáticos dos significativos danos sociais e ambientais causados na região das bacias dos rios Madeira e Xingu, respectivamente (Couto *et al.* 2021).

Os impactos das hidrelétricas sobre a biodiversidade de fauna e flora, assim como sobre populações locais, são subestimados nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), realizados no processo de licenciamento das obras (Fearnside 2019c). Durante a construção, povos tradicionais são deslocados, populações locais desestabilizam-se e florestas são cortadas ou inundadas vivas para a for-

mação de reservatórios, prejudicando a fauna aquática em virtude do aumento da decomposição, liberação de metano e redução da disponibilidade de oxigênio e alimentos (Souza Jr. *et al.* 2019). Depois de alguns anos da instalação da hidrelétrica, os impactos continuam ocorrendo e se ampliando, causando desmatamento nos arredores, mortalidade massiva de florestas alagáveis a jusante (devido aos distúrbios no ciclo hidrológico) e, conseqüentemente, aumento de emissões de gases de efeito estufa. Além disso, resulta em agravos à saúde dos ribeirinhos residentes às margens dos grandes rios, levando à escassez de fonte de recursos (Fearnside 2014; Lees *et al.* 2016; Resende *et al.* 2019; Schöngart *et al.* 2021; Silvano *et al.* 2005).

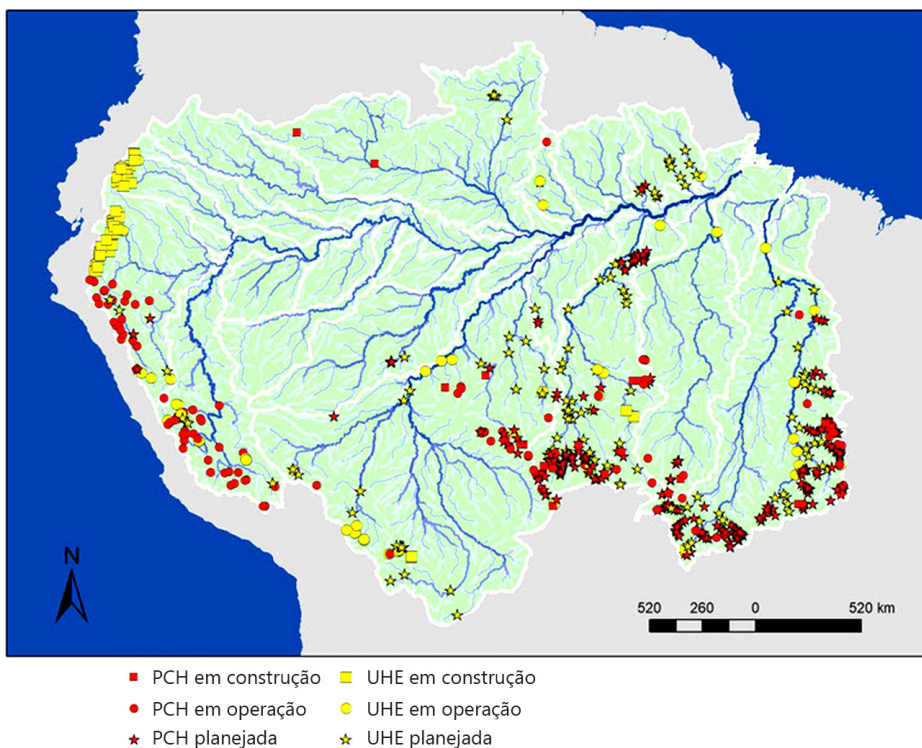


Figura 1 Mapa ilustrativo indicando empreendimentos hidrelétricos na bacia amazônica. Mapa elaborado por Thiago Couto. Disponível em: <https://amazoniacienciaciudadana.org/pt/impactos-pequenas-hidreletricas/>

A energia hidrelétrica produzida pelo método padrão no Brasil pode ser renovável, mas está distante de ser sustentável. Para gerar energia por meio de usinas hidrelétricas convencionais, é necessária a conversão da energia mecânica, gerada pela passagem da água pelas turbinas, em energia elétrica, sendo

mandatário que haja diferença no nível da água para ativar o movimento das turbinas (Bagher *et al.* 2015). Modelos menos impactantes, como o do tipo “fio d’água” instalado nas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau e em Belo Monte, utilizam a correnteza do rio para geração de energia, porém, justamente por não possuírem grandes reservatórios, a produção de eletricidade é reduzida durante períodos com baixa precipitação (Roberts, 1995), que na Amazônia podem durar até sete meses por ano (Carvalho *et al.* 2021; Sombroek 2001). Outro ponto relevante é o fato de que parte significativa da produção das grandes hidrelétricas na Amazônia é direcionada para outras regiões do país.

A energia produzida na Amazônia, e exportada para outras localidades do país, tem altos custos econômicos, sociais e ambientais, que são relegados às populações, fauna e flora locais (Randell & Klein 2021). Ao mesmo tempo, levantamento recente apontou que, na Amazônia, 990 mil pessoas não têm acesso à eletricidade, sendo o Pará o estado com maior número de pessoas sem acesso à energia elétrica (mais de 409 mil residentes) e o Acre aquele com maior proporção de vítimas da exclusão elétrica, que atinge cerca de 10% da sua população (IEMA 2020). Esses excluídos carecem de energia para poder realizar suas atividades cotidianas, como congelar peixes ou polpa de frutas para consumo próprio ou venda, estudar e ter acesso a informações via TV e/ou internet.

Este *white paper*, fruto do grupo de trabalho “Águas livres” da Escola São Paulo de Ciência Avançada AMAZÔNIA Sustentável e Inclusiva (São Pedro-SP, Brasil – 21 de novembro a 05 de dezembro de 2022), faz uma análise dos impactos dos empreendimentos hidrelétricos na Amazônia e elabora um cenário ideal, nunca cumprido e impossível de sê-lo, para a construção de novos empreendimentos, evidenciando, na prática, a razão pela qual *não* se deve seguir construindo hidrelétricas na Amazônia brasileira. O artigo é complementado por uma peça de comunicação dirigida à população brasileira, com dados e informações-chave a respeito dos impactos e custos envolvidos na manutenção e construção de novas hidrelétricas de grande porte na Amazônia brasileira.

Impactos econômicos, ecológicos e sociais de grandes hidrelétricas na Amazônia brasileira

Atualmente, a energia hidrelétrica é considerada a maior fonte de energia renovável em todo o mundo, desempenhando papel importante para o desenvolvimento limpo de baixo carbono (Li & He 2022) e impulsionando o desenvolvimento da indústria de energia elétrica mundial (Edwards 2005). Essa afirma-

ção, contudo, não abrange toda a verdade, uma vez que as hidrelétricas emitem grandes quantidades de carbono (Bertassoli Jr *et al.* 2021; Fearnside 2009), enquanto a eficiência de produção energética pode ser relativamente baixa, como no caso da hidrelétrica de Balbina (Fearnside 1995). O custo de construção das hidrelétricas é elevado, e a grande maioria dos empreendimentos demora mais do que o previsto para sair do papel. Além disso, a energia hidrelétrica causa inquestionáveis impactos ambientais e sociais negativos, principalmente na Amazônia, dada a riqueza e pluralidade da fauna e flora e pelas características socioculturais da região (Moran *et al.* 2018). Esta seção apresentará de forma resumida os principais impactos econômicos, ecológicos e sociais de grandes hidrelétricas na Amazônia brasileira.

Impactos econômicos

Os custos reais de construção de hidrelétricas são difíceis de ser mensurados devido à particularidade da geologia, hidrologia e ecossistemas associados e a fatores sociais da região de instalação, porém é dado que grandes empreendimentos hidrelétricos usualmente superam os custos econômicos estimados (Ansar *et al.* 2014; Sovacool *et al.* 2014). Um estudo sobre a construção de hidrelétricas em escala global analisou 245 grandes barragens, de 1934 a 2007, em 65 países, e mostrou que uma em cada dez hidrelétricas custou mais de três vezes o valor inicialmente estimado (Ansar *et al.* 2014).

O custo de construção de grandes hidrelétricas tende a ser muito elevado, limitando o retorno positivo dos investimentos, mesmo não se levando em consideração os impactos socioambientais da obra (Scudder 2006; Sovacool *et al.* 2014). A título de exemplo, o valor inicial orçado para a hidrelétrica de Belo Monte foi de 19 milhões de reais (Machado *et al.* 2011), porém, no ano de 2019, o seu custo já era de 42 bilhões de reais, com o acionamento da 14ª turbina da casa de força principal. Belo Monte tornou-se a maior hidrelétrica nacional, disponibilizando uma capacidade de 8.788,5 MW e representando o maior projeto de investimento do governo brasileiro nas últimas duas décadas (Agência Brasil 2019). Devido às flutuações do nível do rio Xingu e ao sistema instalado do tipo "fio d'água", o fator de capacidade (garantia física ou capacidade garantida) é de cerca de 43% da capacidade instalada para a produção energética (Almeida Prado *et al.* 2016). Desse modo, a produção média real é de 4.571 MW e não 11.223,1 MW (Norte Energia 2021, 2022). Apenas em 2019, após quatro anos do início da operação de Belo Monte, a UHE passou a operar com todas as turbinas, tendo produzido, nos anos de 2020 e 2021, uma média de 3445,8 MW, que correspondem a cerca de 75% da capacidade garantida (Norte Energia 2021, 2022). Com a sazonalidade do rio

Xingu, a produção é consideravelmente reduzida nos meses mais secos: no mês de setembro de 2021, a UHE Belo Monte produziu, em média, 431 MW, o que perfaz menos de 11% da capacidade garantida (Norte Energia 2022).

Argumentos a favor da construção de hidrelétricas têm geralmente por base a demanda crescente por eletricidade no país. A demanda nacional por eletricidade teve crescimento projetado em 2,2% ao ano até 2050 (PNE 2050). Contudo, dada a atual situação econômica do país, essa estimativa está superestimada e não acompanha o crescimento projetado. A atual demanda energética pode ser atingida com 48% da capacidade de produção de energia (Tolmasquim *et al.* 2021). Desse modo, é equivocada a construção de novas hidrelétricas na Amazônia tendo como principal justificativa a demanda por energia. A construção de hidrelétricas e sua viabilidade econômica precisam ser reavaliadas, principalmente levando-se em consideração os impactos socioambientais negativos.

Impactos ecológicos

A interrupção do fluxo natural dos rios prejudica a conectividade hidrológica (Vannote *et al.* 1980), resultando na mudança da dinâmica e composição das comunidades aquáticas e terrestres tanto em nível local quanto regional (Fearnside 2013). Além disso, essa interrupção dos rios resulta em mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do meio aquático e de ecossistemas na interface terrestre-aquática nas áreas adjacentes às hidrelétricas (Fearnside 2019a). O represamento do rio afeta as condições ambientais a montante (i.e., novo *habitat* dentro do reservatório) e a jusante (i.e., regime de vazão de água alterado) da barragem, fragmentando a conectividade de inundação longitudinal e lateral (Arantes *et al.* 2019). A alteração da hidrodinâmica ocorre juntamente com a mudança na química da água dos lagos de represamento, com excesso de sedimentação dos rios, que não só impacta a produção de energia hidrelétrica – devido à perda de armazenamento do reservatório e/ou danos aos componentes mecânicos da instalação –, mas também o ambiente (Fearnside 2013). O aumento da sedimentação a montante dos barramentos das hidrelétricas acarreta efeitos ambientais que podem persistir por décadas (Junk & Mello 1990). A sedimentação pode culminar em águas turvas, com menor transparência da água, resultando na diminuição da produtividade das plantas e impactando negativamente as espécies de peixes e aves (Melo *et al.* 2021).

Além das alterações no balanço químico, hidrológico e nutricional do sistema aquático e interface terrestre-aquática, a instalação de hidrelétricas gera emissões de gases de efeito estufa (GEEs). Os GEEs são produzidos durante a construção e funcionamento de hidrelétricas (Fearnside 2015). Tais emissões

variam significativamente a depender do tamanho do reservatório e da natureza da terra inundada. As inundações causam o aumento da decomposição da vegetação e a liberação tanto de dióxido de carbono quanto de metano. A quantidade precisa de emissões é altamente dependente das características específicas do local. Entretanto, estima-se que as emissões de GEE das superfícies das águas dos reservatórios do mundo sejam de 0,8 (0,5-1,2) Pg CO₂ equivalentes por ano, sendo o metano (CH₄) responsável pela maior parte dessa emissão (Deemer *et al.* 2016).

As barragens hidrelétricas também são responsáveis por alterações na fenologia e no ciclo de vida de espécies arbóreas de florestas alagáveis, causando a mortalidade massiva ou a realocação de comunidades a jusante da barragem (Resende *et al.* 2019, 2020; Schöngart *et al.* 2021). Este impacto é ocasionado pelo fluxo irregular de água que elimina a previsibilidade e altera a amplitude do efeito de transbordamento do rio para as margens (pulso de inundação), deixando a vegetação exposta a uma nova condição hídrica. Além disso, as populações locais de animais aquáticos e terrestres ao longo do rio podem sofrer com a redução da qualidade dos habitats disponíveis, levando à extinção de espécies endêmicas e a alterações na composição da fauna (Fearnside *et al.* 2021).

Para os peixes, a mudança abrupta de ambientes lóticos (rio) para ambientes lênticos (lago), com a construção dos reservatórios de hidrelétricas, resulta em efeitos negativos na abundância e riqueza taxonômica e funcional (Keppeler *et al.* 2022). A construção de hidrelétricas eleva o risco de extinção de espécies endêmicas que dependem da manutenção da dinâmica hidrológica local (Fitzgerald *et al.* 2018; Latrubesse *et al.* 2020; Zuanon *et al.* 2020). Por exemplo, espécies de longa migração são severamente afetadas após a construção de hidrelétricas, dada a necessidade de conectividade ao longo do rio para completarem o ciclo de vida, sendo o represamento uma barreira que interrompe migrações reprodutivas (Duponchelle *et al.* 2021). Como consequência desses processos, a produção pesqueira tende a ser reduzida drasticamente após a construção de hidrelétricas, especialmente de espécies migratórias de alto valor comercial, o que acarreta a redução da renda obtida com a pesca (Arantes *et al.* 2022; Lima *et al.* 2020). Os impactos na pesca, portanto, levam a consequências danosas também para a dinâmica social, tema que é abordado a seguir.

Impactos sociais

Uma série de casos analisados por pesquisadores, povos tradicionais e organizações da sociedade civil ilustra os graves impactos nos modos de vida das populações nas regiões inundadas ou a jusante das barragens hidrelétricas na

região amazônica. Ainda que se considerem apenas as hidrelétricas de Tucuruí, Balbina e Belo Monte, há exemplos notáveis de remoção forçada ou deslocamento compulsório de populações, incluindo povos indígenas que tiveram territórios alagados ou indiretamente impactados pelos reservatórios, além de graves impactos à saúde, seja pela proliferação de mosquitos ou metilação de mercúrio, pela perda da segurança e soberania alimentar ou pelo aumento dos indicadores de suicídio e violência, especialmente contra as mulheres (Barroso 2019; Brum & Glock 2020; Fearnside 2019a). Associada aos impactos sociais está uma série de irregularidades tanto nos processos de licenciamento das hidrelétricas quanto no processo decisório que o antecede (Fearnside 2019c). O caso de Belo Monte é novamente emblemático: em 2022, o Supremo Tribunal Federal finalmente reconheceu que não houve consulta pública ampla, com o necessário esclarecimento de potenciais impactos socioambientais – muitos deles severos e dificilmente reversíveis –, nem o necessário debate com a sociedade, como prevê a Constituição Brasileira de 1988 e a Convenção nº 169 da OIT, da qual o Brasil é signatário. Em suma, conclui-se que projetos como a hidrelétrica de Belo Monte são causadores diretos de ecocídio e etnocídio (Observatório da Volta Grande do Xingu 2023).

A construção de hidrelétricas gera impactos diretos na qualidade de vida das populações ribeirinhas, como problemas de saúde decorrentes, inclusive, de sentimentos de frustração, medo e impotência dos afetados (Fearnside 2017, 2019a). Portanto, é preciso ampliar o discurso da saúde e abrir espaço para que intervenções sejam estruturadas a fim de que se considerem os atingidos pelas hidrelétricas como sujeitos políticos empoderados (Giongo *et al.* 2015). Há a necessidade de incorporar e identificar, dentro dos estudos de impactos associados à construção de hidrelétricas, os impactos à qualidade de vida das populações atingidas (Grisotti 2016). Poucos programas de pesquisa e avaliação acompanham longitudinalmente os processos de pré e pós-instalação de hidrelétricas, sendo raros os estudos de avaliação do estado de saúde além dos aspectos puramente médicos, o que é agravado pela falta de dados oficiais de saúde sobre as populações afetadas (Grisotti 2016). Estudos que considerem a avaliação dos impactos de empreendimentos hidrelétricos à saúde da população são fundamentais, pois auxiliam nas tomadas de decisão a respeito de propostas de projetos que integram promoção e prevenção de problemas de saúde. Tais estudos também podem contribuir para o desenvolvimento de programas e políticas públicas voltados à saúde da população afetada, tendo por base modelos que incluam aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais de forma integrada (Okochi & Marques 2019).

Atuais diretrizes governamentais e tendências de crescimento do setor elétrico

De acordo com o Plano Nacional de Energia para 2050 (PNE-2050, 2020), o Brasil baseia seu planejamento de expansão de produção energética em quatro pilares fundamentais: segurança energética, retorno adequado aos investimentos, disponibilidade de acesso à população e critérios socioambientais. Embora o quarto pilar, relacionado aos critérios socioambientais, seja mencionado, sua abordagem no plano carece de análise mais aprofundada.

Uma das metas estabelecidas no PNE é a transição do Brasil de um país importador para um país exportador de energia. No entanto, essa meta levanta preocupações, uma vez que pode agravar as disparidades em termos de acesso à energia limpa, em vez de se concentrar na garantia desse acesso para comunidades isoladas. Essa transição significaria que a energia produzida em um local seria transferida para outros países, ampliando potencialmente a injustiça energética.

O plano também prevê aumento na eficiência energética, com um interesse crescente na eletrificação da matriz energética. Além da eletrificação, o PNE estabelece diretrizes para a descarbonização e a busca por fontes de energia de baixo carbono. No Brasil, observa-se uma adesão à tendência global de adoção de fontes de energia renovável mais sustentáveis, impulsionada pelo declínio nos custos das tecnologias de geração de energia solar e eólica.

No entanto, contrariando esse discurso, o plano também prevê a expansão do setor hidrelétrico no Brasil (PNE-2050, 2020). Planeja-se um aumento de mais de 100% na produção de energia hidrelétrica, por meio da modernização e repotencialização de usinas antigas, bem como da construção de usinas já inventariadas. Essa expansão ocorre em meio a uma preocupante sobreposição de 77% das usinas hidrelétricas inventariadas com áreas protegidas na Amazônia. Já estão em andamento os projetos das usinas de Bem Querer, Castanheira e Tabajara (PNE-2050, 2020), que fazem parte desses planos de expansão na região amazônica.

Construção de hidrelétricas: um cenário ideal nunca cumprido

Com o intuito de evidenciar a razão para *não* se seguir construindo hidrelétricas na Amazônia brasileira, elaboramos uma síntese de nossa proposta, apresentada na Figura 2. Trata-se de oito diretrizes ou critérios limitadores

que evidenciam a não viabilidade da construção de novos empreendimentos hidrelétricos. Como apontado anteriormente, se, na prática, esses critérios nunca foram respeitados, não é possível seguir construindo novas hidrelétricas na Amazônia brasileira. Ademais, apontamos que a modernização e revisão de empreendimentos já em operação deveriam, na medida do possível, seguir esses mesmos critérios. Na sequência, sugerimos algumas alternativas para a geração de eletricidade no Brasil, especialmente na Amazônia.

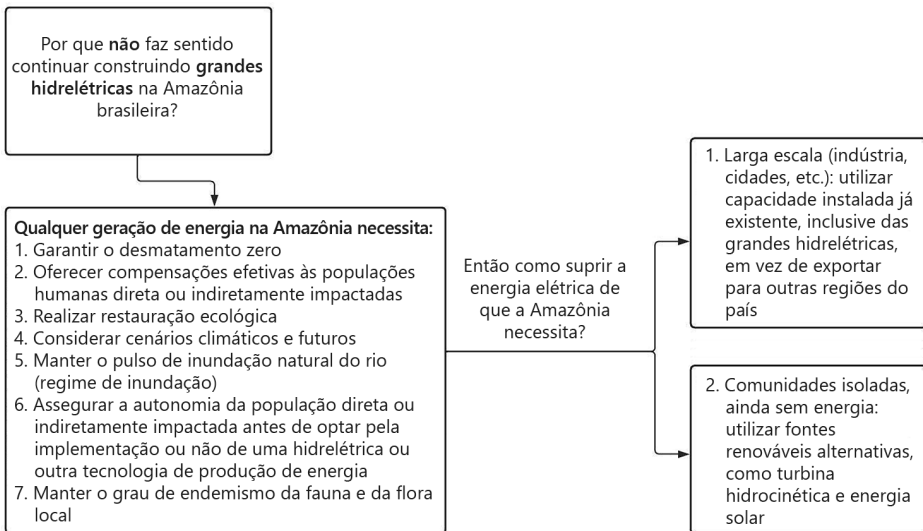


Figura 2 Por que não faz sentido continuar construindo grandes hidrelétricas na Amazônia brasileira? Justificativas e proposta de intervenção.

Garantir desmatamento zero

Todo empreendimento traz consigo impactos ambientais (Barbosa Filho *et al.* 2015). Embora diversos estudos evidenciem a associação clara entre a construção de barragens hidrelétricas e o aumento do desmatamento (Barreto *et al.* 2011; Fearnside 2014; Nickerson *et al.* 2022), estratégias que busquem mitigar ou compensar a perda de cobertura vegetal nas proximidades das hidrelétricas ainda são pouco exploradas e raramente incluídas no planejamento de novos projetos. Tendo isso em vista, propomos o critério “desmatamento zero”, que consiste na restrição de qualquer perda de cobertura vegetal nativa nas proximidades de hidrelétricas.

Como estratégia, empreendimentos hidrelétricos deveriam priorizar a criação de unidades de conservação e de terras indígenas, como forma de minimi-

zar a ocupação predatória no entorno dos reservatórios (Silva Júnior *et al.* 2018). Esse critério está em concordância com as resoluções 10/1987 e 021996 do Conselho Brasileiro do Meio Ambiente (CONAMA), nas quais fica estabelecido que o licenciamento de empreendimentos de grande impacto ambiental deve ter como requisito a implantação de uma área protegida de domínio público. Além disso, é fundamental desestimular a ocupação por meio de assentamentos e abertura de estradas, pois essas variáveis são determinantes para elevar as taxas de desmatamento por meio, por exemplo, da conversão de florestas em áreas de plantio e criação de gado (Fearnside 2005).

Sugere-se, também, que sejam estabelecidas metodologias para o monitoramento do cumprimento desse critério em empreendimentos já em operação. Uma possível metodologia poderia ser fundamentada na definição de um raio de alcance do impacto de uma hidrelétrica (e.g., 120 km de raio, ver Resende *et al.* 2019) e o estabelecimento de uma cobertura florestal de referência (e.g., MapBiomias), tendo por base o ano em que a construção do um empreendimento hidrelétrico é aprovado. Além disso, deve ser estabelecido um horizonte de tempo para a realização de monitoramento anual. Neste caso, um exemplo seria: no entorno de um empreendimento (120 km de raio) existem 30 mil km² de cobertura florestal no ano de 1989 (quando a construção é iniciada); portanto, nos próximos 30 anos, essa cobertura deverá se manter ou aumentar, sendo inadmissível a substituição de florestas maduras por florestas jovens. O monitoramento deverá ser feito por organização idônea (e.g., MapBiomias).

Oferecer compensações efetivas às populações humanas direta ou indiretamente impactadas

A retirada de populações locais ocorre para abrir espaço à construção das hidrelétricas, seja para a casa de força (onde se dá a geração de energia), seja para a construção de diques de contenção da água, ou até mesmo em decorrência da elevação do nível do rio a montante, afetando diretamente populações ribeirinhas e de áreas urbanas às margens dos rios (Mayer *et al.* 2021). O deslocamento populacional está associado a parte significativa dos impactos sociais produzidos pelas hidrelétricas na Amazônia. Isso ocorre pelo fato de que a remoção de populações de seu local original culmina no fato de tais populações perderem relações de vizinhança, com familiares e, inclusive, suas fontes de subsistência (Mayer *et al.* 2022). Tais problemas não são novos nem específicos da construção de hidrelétricas na Amazônia. Estudos ao redor do mundo já mostravam que o deslocamento populacional é danoso às populações locais, estando associado à perda de capital social na China (Tilt & Gerkey 2016), per-

da de terras agricultáveis e animais de criação no norte do Irã (Tajziehchi *et al.* 2013), empobrecimento da população na Índia (Cernea 2004) e crescimento das desigualdades sociais no Vietnã (Huu 2015). É importante notar que esses processos ocorrem em países em desenvolvimento, o que se dá pelo fato de que é nessas localidades que a construção de hidrelétricas se encontra em expansão, enquanto países desenvolvidos investiram na utilização do seu potencial hidrelétrico no passado e, hoje, voltam-se a fontes alternativas de energia, potencialmente menos danosas ao ambiente e à população (Moran *et al.* 2018).

Em um cenário ideal, nenhum projeto de infraestrutura na Amazônia poderia gerar deslocamentos populacionais compulsórios. Dessa maneira, seria extirpada a principal causa dos impactos sociais das hidrelétricas na Amazônia. Esse cenário, contudo, não encontra base na realidade. Assim, o mínimo a se garantir é que as populações locais consentam, em sua maioria, com a construção do empreendimento, por meio de processos efetivamente participativos e democráticos, além de que a elas devem ser trazidos maiores benefícios sociais e econômicos do que malefícios. Assim, populações locais devem ser devidamente compensadas pelos impactos gerados pela construção de hidrelétricas, e tais compensações precisam ocorrer antes da instalação e efetiva operação das obras, o que não foi o caso, por exemplo, de Belo Monte (Gauthier & Moran 2018).

Entretanto, raros estudos evidenciam algum sucesso no processo de realizar compensações às populações locais impactadas pela construção de hidrelétricas (Randell 2016). Programas de compensação são frequentemente não disponibilizados a todos os grupos populacionais impactados, principalmente aqueles a jusante da construção da barragem (Castro-Díaz *et al.* 2018; Richter *et al.* 2010; Zhouri & Oliveira 2007). Além disso, algumas perdas decorrentes da construção de hidrelétricas são difíceis de quantificar, como capital social, vínculos emocionais com o local e patrimônio cultural, de modo que estes raramente são incluídos em programas de compensação (Green & Baird 2016; Vanclay 2017).

Enquanto as compensações forem *pro forma*, para conquistar a garantia da licença de instalação junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) e, posteriormente, renovar as licenças de operação das hidrelétricas, tais programas continuarão ineficazes em termos de garantia de melhoria real e permanente de vida para as populações impactadas.

Realizar restauração ecológica

A restauração de florestas tem sido promovida como a solução mais eficaz para a mitigação das mudanças climáticas em função da rápida estocagem de carbono na biomassa a custos inferiores às alternativas tecnológicas disponíveis

(Bastin *et al.* 2019; Griscom *et al.* 2017; Lewis *et al.* 2019). Programas de restauração com metas ousadas têm sido estabelecidos no Brasil e no mundo, em acordo com a década da restauração proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU). A manutenção de diversos serviços ecossistêmicos essenciais ao bem-estar da população, como a proteção de mananciais e a produção de bens florestais, é de profundo interesse social e econômico, sendo a restauração uma das principais soluções para a obtenção desses serviços (Brancalion *et al.* 2019). O aumento da escala das ações de restauração florestal traz consigo desafios científicos e tecnológicos imediatos, uma vez que a restauração tem sido desenvolvida essencialmente como uma atividade de escala local, sendo em sua maioria planejada, implantada e monitorada de forma parcelada (Holl 2017).

Além de garantir o desmatamento zero, empreendimentos hidrelétricos deveriam se comprometer a restaurar áreas sob sua região de influência (e.g., 120 km de raio), incluindo áreas que foram convertidas antes ou durante o período de atuação do empreendimento. Um percentual de máximo aceitável de área passível de restauração deve ser estabelecido previamente. Por exemplo, sempre que houver uma área maior que o valor estabelecido pela lei para área de uso alternativo (e.g., 20% para Amazônia, uma vez que 80% deve constituir a Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente em áreas florestais na Amazônia Legal), exceto em zonas urbanas, dentro do raio de influência da hidrelétrica, deverá ser feita a restauração ecológica dos ecossistemas originais.

Considerar cenários climáticos futuros

Historicamente, a maioria das avaliações de risco das hidrelétricas assumiu um estado estacionário na variabilidade dos fenômenos climáticos, incluindo a frequência e magnitude dos eventos extremos (Fluixá-Sanmartín *et al.* 2018). Contudo, estudos de cenários hidroclimáticos têm sido conduzidos, identificando-se os efeitos das alterações hidrológicas, do aquecimento global e do desmatamento em mudanças de mesoescala (respectivamente, Sorribas *et al.* 2016; Commar *et al.* 2023) a macroescala (Arnell & Gosling 2016) e os seus impactos na operação de hidrelétricas (e.g., Kahaduwa & Rajapakse 2022; Men *et al.* 2019). Isto tem suscitado preocupações sobre a disponibilidade de água, e muitas investigações recaem sobre as mudanças futuras no ciclo hidrológico. Tais estudos apontam para condições climáticas mais quentes e secas, com secas prolongadas e redução na quantidade e intensidade da precipitação em diversas áreas do planeta, inclusive na bacia amazônica (IPCC 2021).

Para a Amazônia, já são identificadas alterações no regime de distribuição de chuvas e a potencialização da sazonalidade (Gloor *et al.* 2013). Tais altera-

ções são apontadas em projeções futuras, em que se observa uma estação seca mais quente e seca e uma estação de chuva mais fria e chuvosa em diferentes porções da Amazônia (Baker *et al.* 2021; Duffy *et al.* 2015). Uma das principais consequências das alterações climáticas será a perda da previsibilidade do pulso de inundação, tornando a variação de águas baixas e altas cada vez mais imponderável (Sorribas *et al.* 2016).

Portanto, as hipóteses de bases climáticas estacionárias já não são mais apropriadas para a gestão da segurança das barragens no longo prazo (Kahaduwa & Rajapakse 2022). Consequentemente, é crucial que os empreendimentos hidrelétricos considerem os cenários climáticos extremos e sejam projetados para adaptação e apoio à tomada de decisões sob uma abordagem mais resiliente, evitando-se, assim, o fracasso, em termos de geração de energia, de grandes hidrelétricas, com graves consequências econômicas, ambientais e sociais. A partir de estudos científicos, deve-se levantar as variáveis climáticas que influenciam ou podem ser influenciadas localmente por empreendimentos hidrelétricos. Horizontes de tempo similares aos fornecidos pelos modelos climáticos futuros devem ser considerados.

Manter o pulso de inundação natural do rio (regime de vazão)

A combinação de diversos fatores, como a precipitação sazonal e as grandes extensões de diversas bacias hidrográficas, faz com que o acúmulo de água seja concentrado em uma ou mais épocas do ano, caracterizando, assim, o “Pulso de Inundação” (Junk *et al.* 1989). Nos grandes rios da Amazônia Central, por exemplo, a diferença anual de nível pode ser de mais de 10 m. Este fenômeno, em grandes rios livres (*free flowing*), é geralmente anual e previsível (Junk *et al.* 2011; Grill *et al.* 2019).

Alterações no regime natural do rio ocasionam diversos prejuízos diretos para as comunidades animais e vegetais locais e para populações humanas (Schöngart *et al.* 2021). Especificamente no caso das hidrelétricas, o represamento de rios pelas usinas produz perdas de pulso de inundação e afeta negativamente os ecossistemas ribeirinhos a jusante da barragem (Neves *et al.* 2019). Além disso, no período operacional das barragens, as florestas alagáveis de igapó e várzea são fortemente impactadas por condições de inundação permanente em baixas elevações topográficas. Cerca de 12% das florestas alagáveis são afetadas ao longo de um trecho de rio a jusante de mais de 125 km (Resende *et al.* 2019; Schöngart *et al.* 2021).

Assim, com o intuito de mitigar os impactos gerados e evitar a perda socioambiental, é necessária a manutenção do pulso de inundação. É possível fazê-lo levando-se em consideração a quantidade, a duração e a qualidade dos níveis de água para a sustentação do ecossistema aquático (Arthington *et al.* 2018). Parâmetros como duração e o tempo de início da inundação podem ser mantidos em regimes naturais sem a necessidade de reduzir a produção de energia (Kuriqi *et al.* 2019). Porém, em casos que compreendem o desvio de água do canal natural, como na Volta Grande do Rio Xingu, é necessário reduzir a produção de energia devido aos impactos das mudanças no clima em tais parâmetros hidrológicos. O uso de métricas de alteração hidrológica baseadas nesses parâmetros deve auxiliar os tomadores de decisão, garantindo a operação da hidrelétrica e a estabilidade dos ecossistemas de áreas úmidas na bacia amazônica, tão fundamentais para as populações ribeirinhas e indígenas.

Assegurar a autonomia da população direta ou indiretamente impactada antes de optar pela implementação ou não de uma hidrelétrica ou outra tecnologia de produção de energia

O processo de tomada de decisão pela construção das hidrelétricas na Amazônia brasileira enfrenta graves problemas. Segundo Fearnside (2019b, p. 79):

[...] a decisão real sobre a construção ou não de uma barragem é tomada por poucas pessoas no governo muito antes da elaboração dos estudos ambientais, a realização de audiências públicas e a análise pelo órgão ambiental das informações levantadas. Por serem tomadas antes de levantar informações sobre impactos, as decisões políticas ignoram muitas das consequências sociais e ambientais, e o processo de licenciamento acaba sendo um mero passo burocrático para legalizar as decisões já tomadas.

Isso posto, é fundamental que o processo de decisão pela construção de hidrelétricas seja reformulado. A autonomia da população direta ou indiretamente impactada pelo empreendimento deve ser respeitada. Ao mesmo tempo, é necessário promover um debate mais amplo acerca dos custos socioambientais das hidrelétricas, de maneira que a população tenha acesso a informações qualificadas.

Para lidar com esse problema, trazemos duas proposições. A primeira delas diz respeito à criação de um Fórum Permanente sobre Transição Energética, integrado por representantes da sociedade civil e do poder público, com funções de debate interdepartamental e divulgação para público não especialista

a respeito das hidrelétricas e, de forma mais ampla, das fontes alternativas. Esse fórum estaria em concordância com as propostas das ministras Anielle Franco, Marina Silva e também Sônia Guajajara (Ministérios da Igualdade Racial, do Meio Ambiente e Mudança do Clima e dos Povos Indígenas, respectivamente). Elas enfatizam que temas como desigualdade, fome, mudanças climáticas e racismo – parte dos problemas que envolvem as hidrelétricas na Amazônia – demandam um tratamento transversal, unindo não apenas diferentes pastas do poder público como também a sociedade civil (Vick 2023).

A segunda proposição compreende a importância da adoção de mecanismos jurídicos vinculantes que garantam a autonomia da população direta e indiretamente impactada na decisão pela construção ou não de hidrelétricas na Amazônia. Especialmente, destacamos a necessidade do reconhecimento e adoção dos protocolos comunitários/autônomos de consulta e consentimento prévio, livre e informado. Trata-se de documentos previstos pela Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e elaborados por povos indígenas, quilombolas e tradicionais que estabelecem as regras para o procedimento da consulta prévia, livre, informada e de boa-fé, de maneira a respeitar as especificidades culturais, os sistemas jurídicos próprios, as formas de organização social e de deliberação coletiva (Observatório de Protocolos Comunitários 2023; ver também Marés *et al.* 2019). Além de adotar aqueles que já existem, sugerimos a destinação de recursos públicos para que novos protocolos comunitários possam ser criados. Nos casos em que não há tais protocolos, enfatizamos a importância de que o governo federal conduza processos de consulta livre, prévia e informada em efetiva conformidade com a Constituição Federal e a Convenção 169 da OIT.

Manter o grau de endemismo da fauna e da flora locais

A escolha do local para a construção das hidrelétricas é fundamental para a preservação e conservação de espécies endêmicas (flora e fauna), em virtude da biodiversidade e peculiaridades de cada região (Nunes-Gutjahr & Braga 2015; Ziober & Zanirato 2014). As mudanças físicas e biológicas decorrentes da construção e implementação de barragens podem causar danos permanentes aos habitats e à biodiversidade (Wu *et al.* 2019), pois colocam em risco de extinção espécies endêmicas cuja ocorrência esteja limitada à área de influência direta do empreendimento. Sabe-se que a extinção de uma única espécie em determinado local causa desequilíbrio em todo o ecossistema, uma vez que as

espécies que retêm relação ecológica com ela são afetadas e, conseqüentemente, extintas (Choueri 2013).

Assim, é necessário identificar áreas com ocorrência de espécies endêmicas, realizar inventários de flora e fauna e modelos de distribuição de espécies (Park *et al.* 2003), bem como consultar trabalhos científicos revisados por pares. Por fim, devem ser criadas Unidades de Conservação de Proteção Integral para garantir a conservação de espécies, quando houver ocorrência, e reduzir a perda de biodiversidade. O monitoramento constante e a emissão de relatórios sobre o desempenho de populações de espécies endêmicas devem ser exigidos pelos órgãos regulamentadores.

Viabilidade da proposta: alternativas às grandes barragens para geração de eletricidade na (e para a) Amazônia

Ao levar em conta os critérios restritivos apontados e desenvolvidos neste trabalho, dificilmente novas hidrelétricas de grande porte seriam construídas na região amazônica. Sendo assim, passamos a apontar, nesta seção, alternativas tecnológicas já existentes para a produção de energia elétrica na Amazônia, priorizando beneficiar os próprios residentes.

Em primeiro lugar, assumimos que não faz sentido manter o colonialismo interno, com base no qual a Amazônia exporta para outras regiões do país a maior parte da energia elétrica que produz (Randell & Klein 2021). Cerca de 26% do total nacional de eletricidade é produzido na região amazônica do Brasil, principalmente por meio da energia hidrelétrica; ao mesmo tempo, a região consome apenas 8% da eletricidade nacional (EPE 2022; Schutze *et al.* 2022). Assim, assume-se que a região já produz eletricidade suficiente para abastecer (com bases sustentáveis, mas não vamos entrar nesta discussão), ao longo das próximas décadas, as cidades, grandes centros urbanos e outras áreas conectadas à rede de energia. Há, entretanto, cerca de um milhão de pessoas ainda sem energia elétrica na Amazônia (IEMA 2020), que compreendem especialmente populações isoladas, não conectadas à rede, seja pela distância, seja pelo impacto ambiental que trará a extensão da rede até elas (desflorestamento, por exemplo). Para tais populações, alternativas tecnológicas já existem, mas carecem de políticas públicas para se tornarem economicamente viáveis.

Uma das tecnologias mais promissoras, que vem sendo aprimorada para o contexto amazônico, são as pequenas turbinas *in-stream* para a geração de energia hidrocinética. Tais equipamentos, instalados nos rios, possibilitam a pro-

dução de energia a partir da própria correnteza, sem necessidade de barragem no fluxo do rio ou qualquer desvio de seu curso. Além disso, peixes podem passar pelas hélices da turbina sem sofrer danos. Por fim, ao não se construírem barragens, mantêm-se a conectividade e a navegabilidade dos rios, tão importantes para o vínculo entre populações locais. Essa tecnologia está em constante aprimoramento, é foco de estudos científicos e já vem funcionando em vários lugares do mundo (Built *et al.* 2015; Mendes *et al.* 2020; Van Zwieten *et al.* 2015; Zhou & Deng 2017). Obviamente, os rios amazônicos têm suas próprias especificidades, assim, deve-se considerar estudos que vêm sendo desenvolvidos para adequar a tecnologia às características desses rios (Els & Junior 2015; Moran *et al.* 2022b). Nessa direção, um levantamento recente apontou que 63% do total de energia planejado para ser gerado por hidrelétricas convencionais na Amazônia brasileira poderia ser produzido usando turbinas no próprio leito do rio, utilizando como fonte a energia cinética da água e sem requerer barragens (Chaudhari *et al.* 2021).

Existem outras fontes promissoras para a geração de energia elétrica descentralizada na Amazônia brasileira. A solar fotovoltaica, atualmente segunda maior fonte de energia do Brasil (Canal Energia 2023), é também a base da política pública na Amazônia para fornecer energia a comunidades isoladas, por meio do Programa Mais Luz para a Amazônia (Brasil 2022). Outro potencial a ser explorado na Amazônia, em pequena escala, é a geração de energia a partir de biomassa. Esta fonte pode ser atrelada às atividades de bioeconomia, isto é, à elaboração de produtos com matérias-primas da própria região para gerar trabalho e renda à população local a partir da valorização da floresta em pé. Os estados do Amapá, Amazonas, Rondônia e Roraima possuem, juntos, o potencial de gerar biogás suficiente para atender a 107 mil residências, o que significa cerca de 429 mil pessoas (Instituto Escolhas 2020).

Considerando-se a diversidade de potenciais fontes de energia na Amazônia brasileira, sugerimos que sejam elaboradas estratégias localizadas de produção de eletricidade na região, tomando por base o nível das demandas e, principalmente, as especificidades ambientais locais, que favorecem o uso de dada tecnologia em vez de outras. Vale também a pena ressaltar que a geração de energia pode ser realizada de modo combinado, isto é, a partir de sistemas híbridos, mesclando distintas fontes de produção que se potencializam. A título de exemplo, estudo recente apontou a factibilidade da utilização de turbinas hidrocínéticas *in-stream* em conjunto com painéis de energia solar fotovoltaica para produzir eletricidade para comunidades isoladas na Amazônia brasileira,

salientando a importância de que as ciências sociais e as engenharias trabalhem juntas para desenvolverem sistemas eficazes e sustentáveis, adequados à realidade local (Brown *et al.* 2022).

Conclusão

Estamos convictos e convictas de que as restrições aqui propostas podem auxiliar os tomadores de decisão a refletir profundamente sobre os impactos inerentes à construção de barragens hidrelétricas na Amazônia e não permitir novos empreendimentos na região. Também esperamos que possam utilizar este referencial para reavaliar as barragens já construídas, com o intuito de minimizar os danos já causados. É provável que empresas interessadas argumentem que seguir as restrições propostas aqui é inviável, o que ressalta a impossibilidade de se continuar a aprovar novos pedidos de construção. Portanto, nosso trabalho aponta para a inviabilidade de construir novas barragens hidrelétricas na Amazônia sem causar danos ao meio ambiente e às comunidades locais, em linha com o apontado por Fearnside *et al.* (2021).

O aumento no consumo de energia e emissão de gases de efeito estufa é muitas vezes associado ao crescimento de indicadores de riqueza, como o Produto Interno Bruto (PIB). Porém, tal correlação tem sido desassociada em muitos países, incluindo Estados Unidos e Reino Unido. O Brasil também pode reduzir suas emissões, mesmo com o PIB em ascensão. Para tanto, necessita rever a falácia da energia “limpa” produzida por grandes hidrelétricas, uma vez que estas, além dos efeitos sociais danosos, também possuem impactos ambientais evidentes e amplamente documentados, inclusive o crescimento de emissões de dióxido de carbono e metano. Além disso, idealmente, a geração de energia elétrica deve estar próxima do mercado consumidor, evitando não apenas perdas de energia e gastos com transmissão, mas principalmente promovendo justiça ambiental, uma vez que toda geração de energia causa externalidades, que devem ser compartilhadas especialmente entre aqueles que recebem seus benefícios. Alternativas às grandes hidrelétricas existem, mas, para ganhar competitividade, elas precisam ser foco de políticas públicas centradas no bem-estar da população nacional e na preservação do patrimônio ambiental do país.

Agradecimentos – AFR, ICJ, LSR, ESFR e FMBR agradecem à FAPESP e CNPq pelo financiamento das bolsas pós-doutorado (processos #2019/24049-5, #2020/16378-6, #2020/16412-0, #2022/06221-8, #300537/2023-9, respectivamente). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste

material são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da FAPESP. Os autores agradecem à Comissão Organizadora do Curso “São Paulo School of Advanced Science Sustainable and Inclusive AMAZÔNIA”, ocorrido em São Pedro (SP), Brasil, entre 21 de novembro e 05 de dezembro de 2022, por ter oportunizado a criação de uma nova rede de contatos entre pesquisadores que se dedicam ao tema Amazônia. Agradecemos também à FAPESP pelo fomento a essa iniciativa.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL 2019. **Ministro aciona Belo Monte, a maior geradora de energia do Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/ministro-aciona-belo-monte-a-maior-geradora-de-energia-do-bras-1>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

AGÊNCIA BRASIL 2023. **Ministério de Minas e Energia. Programa Mais Luz para a Amazônia chega à marca de 44 mil pessoas beneficiadas**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/12/programa-mais-luz-para-a-amazonia-chega-a-marca-de-44-mil-pessoas-beneficiadas>. Acesso em: 29 jan. 2023.

PRADO, Fernando Almeida; ATHAYDE, Simone; MOSSA, Joann; BOHLMAN, Stephanie; LEITE, Flavia; OLIVER-SMITH, Anthony. How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 53, p. 1132-1136, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.050>.

ALMEIDA, Rafael M; SCHMITT, Rafael Jp; CASTELLETTI, Andrea; FLECKER, Alexander s; HAROU, Julien J; A HEILPERN, Sebastian; KITTNER, Noah; KONDOLF, G Mathias; OPPERMAN, Jeff J; SHI, Qinru. Strategic planning of hydropower development: balancing benefits and socioenvironmental costs. **Current Opinion In Environmental Sustainability**, [S.L.], v. 56, p. 101175, jun. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101175>.

ALMEIDA, Rafael M.; SHI, Qinru; GOMES-SELMAN, Jonathan M.; WU, Xiaojian; XUE, Yexiang; ANGARITA, Hector; BARROS, Nathan; FORSBERG, Bruce R.; GARCÍA-VILLACORTA, Roosevelt; HAMILTON, Stephen K.. Reducing greenhouse gas emissions of Amazon hydropower with strategic dam planning. **Nature Communications**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-9, 19 set. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-12179-5>.

BRASIL. ANEEL. **Matriz Elétrica Brasileira**. 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCl6ljQwZDZmOWI4LWVjYjYtNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 10 fev. 2023.

ANSAR, Atif; FLYVBJERG, Bent; BUDZIER, Alexander; LUNN, Daniel. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. **Energy Policy**, [S.L.], v. 69, p. 43-56, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.069>.

ARANTES, Caroline C; FITZGERALD, Daniel B; HOEINGHAUS, David J; WINEMILLER, Kirk O. Impacts of hydroelectric dams on fishes and fisheries in tropical rivers through the lens of functional traits. **Current Opinion In Environmental Sustainability**, [S.L.], v. 37, p. 28-40, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2019.04.009>.

ARANTES, Caroline C.; LAUFER, Juliana; PINTO, Mac David da Silva; MORAN, Emilio F.; LOPEZ, Maria Claudia; DUTKA-GIANELLI, Jynessa; PINTO, Danielle Mendonça; CHAUDHARI, Suyog; POKHREL, Yadu; DORIA, Carolina R. C.. Functional responses of fisheries to hydropower dams in the Amazonian Floodplain of the Madeira River. **Journal Of Applied Ecology**, [S.L.], v. 59, n. 3, p. 680-692, 26 nov. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.14082>.

ARNELL, Nigel W.; GOSLING, Simon N.. The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. **Climatic Change**, [S.L.], v. 134, n. 3, p. 387-401, 6 mar. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-014-1084-5>.

BAGHER, Askari Mohammad; VAHID, Mirzaei; MOHSEN, Mirhabibi; PARVIN, Dehghani. Hydroelectric Energy Advantages and Disadvantages. **American Journal Of Energy Science**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 17-20, abr. 2015.

BAKER, Jessica C. A.; GARCIA-CARRERAS, Luis; GLOOR, Manuel; MARSHAM, John H.; BUERMANN, Wolfgang; ROCHA, Humberto R. da; NOBRE, Antonio D.; ARAUJO, Alessandro Carioca de; SPRACKLEN, Dominick V.. Evapotranspiration in the Amazon: spatial patterns, seasonality, and recent trends in observations, reanalysis, and climate models. **Hydrology And Earth System Sciences**, [S.L.], v. 25, n. 4, p. 2279-2300, 28 abr. 2021. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-25-2279-2021>.

BARBOSA FILHO, Wilson Pereira; FERREIRA, Wemerson Rocha; AZEVEDO, Abílio César Soares de; COSTA, Antonella Lombardi; PINHEIRO, Ricardo Brant. EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: impactos ambientais e políticas públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 4, p. 628, 7 dez. 2015. Anima Educação. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v4e02015628-642>.

BARRETO, Paulo et al. **Risco de desmatamento associado à hidrelétrica de Belo Monte**. Belém: Imazon, 2011. 98 p.

BARROSO, Milena Fernandes. Violência estrutural contra mulheres em Belo Monte: o que os dados oficiais (não) revelam | structural violence against women in belo monte. **Revista em Pauta**, [S.L.], v. 17, n. 43, p. 140-154, 7 maio 2019. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/rep.2019.42509>.

BASTIN, Jean-Francois; FINEGOLD, Yelena; GARCIA, Claude; MOLLICONE, Danilo; REZENDE, Marcelo; ROUTH, Devin; ZOHNER, Constantin M.; CROWTHER, Thomas W.. The global tree restoration potential. **Science**, [S.L.], v. 365, n. 6448, p. 76-79, 5 jul. 2019. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.aax0848>.

BAUMANN, Michael; SCHULLER, Oliver. Life Cycle Assessment and environmental comparison of electricity generation from hydropower, considering technical and climate boundary conditions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EFFICIENCY, COST, OPTIMIZATION, SIMULATION AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY SYSTEMS, 26., 2013, Guilin. **Proceedings**. Guilin: [S.N.], 2013. p. 1-6.

Dailson J. Bertassoli, Jr. et al. How green can Amazon hydropower be? Net carbon emission from the largest hydropower plant in Amazonia. **Science Advances**. [S.L.], v. 7, n. 26, p. 1-9, 5 nov. 2021. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abe1470>.

BRANCALION, Pedro H. S.; NIAMIR, Aidin; BROADBENT, Eben; CROUZEILLES, Renato; BARROS, Felipe S. M.; ZAMBRANO, Angelica M. Almeida; BACCINI, Alessandro; ARONSON, James; GOETZ, Scott; REID, J. Leighton. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Science Advances**, [S.L.], v. 5, n. 7, p. 1-11, 5 jul. 2019. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aav3223>.

BROWN, Erik; JOHANSEN, Igor Cavallini; BORTOLETO, Ana Paula; POKHREL, Yadu; CHAUDHARI, Suyog; CAK, Anthony; SULAEMAN, Samer; CASTRO-DIAZ, Laura; LOPEZ, Maria Claudia; MAYER,

- Adam. Feasibility of hybrid in-stream generator–photovoltaic systems for Amazonian off-grid communities. **Pnas Nexus**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 1-9, 9 jun. 2022. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac077>.
- BRUM, E. & GLOCK, C. 2020. **A cidade que mata o futuro**: em 2020, Altamira enfrenta um aumento avassalador de suicídios de adolescentes. Disponível em: <https://www.mpmt.mp.br/conteudo/733/84586/a-cidade-que-mata-o-futuro-em-2020-altamira-enfrenta-um-aumento-avassalador-de-suicídios-de-adolescentes>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- CANAL ENERGIA. **Solar passa eólica e é segunda maior fonte no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53234514/energia-solar-se-torna-a-segunda-maior-fonte-na-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- CARVALHO, Nathália s; ANDERSON, Liana O; A NUNES, Cássio; PESSÔA, Ana C M; SILVA JUNIOR, Celso H L; REIS, João B C; SHIMABUKURO, Yosio e; BERENQUER, Erika; BARLOW, Jos; ARAGÃO, Luiz e O C. Spatio-temporal variation in dry season determines the Amazonian fire calendar. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 16, n. 12, p. 125009, 1 dez. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ac3aa3>.
- CASTRO-DIAZ, Laura; LOPEZ, Maria Claudia; MORAN, Emilio. Gender-Differentiated Impacts of the Belo Monte Hydroelectric Dam on Downstream Fishers in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, [S.L.], v. 46, n. 3, p. 411-422, 5 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10745-018-9992-z>.
- CERNEA, M.M. Social Impacts and Social Risks in Hydropower Programs: Preemptive Planning and Counter-risk Measures In **Symposium on Hydropower and Sustainable Development**. p.1–22.
- CHAUDHARI, Suyog; BROWN, Erik; QUISPE-ABAD, Raul; MORAN, Emilio; MÜLLER, Norbert; POKHREL, Yadu. In-stream turbines for rethinking hydropower development in the Amazon basin. **Nature Sustainability**, [S.L.], v. 4, n. 8, p. 680-687, 22 abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-021-00712-8>.
- CHOUERI, Ricardo Brasil; AZEVEDO, Josué Anderson Rêgo. BIODIVERSIDADE E IMPACTO DE GRANDES EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA BACIA TOCANTINS-ARAGUAIA: uma análise sistêmica. **Sociedade & Natureza**, [S.L.], v. 29, n. 3, p. 439-453, 20 dez. 2017. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v29n3-2017-6>.
- COMMAR, Luiz Felipe Sant’anna; ABRAHÃO, Gabriel Medeiros; COSTA, Marcos Heil. A possible deforestation-induced synoptic-scale circulation that delays the rainy season onset in Amazonia. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 044041, 1 abr. 2023. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/acc95f>.
- COUTO, T.; FANZERES, A.; MESSENGER, M.; FERNANDES, I.; CARVALHO, R.; EYNG, V.; ATHAYDE, S.; OLDEN, J. **Os impactos socioambientais e a insustentabilidade energética das Pequenas Centrais Hidrelétricas na Amazônia**. 2021. Disponível em: <https://www.amazoniacienciadadana.org/portugues/novidades/impactos-pequenas-hidreletricas/>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- DEEMER, Bridget R.; HARRISON, John A.; LI, Siyue; BEAULIEU, Jake J.; DELSONTRO, Tonya; BARROS, Nathan; BEZERRA-NETO, José F.; POWERS, Stephen M.; DOS SANTOS, Marco A.; VONK, J. Arie. Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: a new global synthesis. **Bioscience**, [S.L.], v. 66, n. 11, p. 949-964, 5 out. 2016. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/biosci/biw117>.
- DUFFY, Philip B.; BRANDO, Paulo; ASNER, Gregory P.; FIELD, Christopher B.. Projections of future meteorological drought and wet periods in the Amazon. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 112, n. 43, p. 13172-13177, 12 out. 2015. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1421010112>.
- DUPONCHELLE, Fabrice; ISAAC, Victoria J.; DORIA, Carolina Rodrigues da Costa; VAN DAMME, Paul A.; HERRERA-R, Guido A.; ANDERSON, Elizabeth P.; CRUZ, Rivetla E.A.; HAUSER, Marilia; HERMANN, Theodore W.; AGUDELO, Edwin. Conservation of migratory fishes in the Amazon basin. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [S.L.], v. 31, n. 5, p. 1087-1105, 19 mar. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.3550>.

- EDWARDS, B.K. The Economics of Hydroelectric Power. **Energy J**, [S.L.] v. 26, n. 4, p. 131–133, 2005.
- VAN ELS, Rudi Henri; BRASIL JUNIOR, Antonio Cesar Pinho. The Brazilian Experience with Hydrokinetic Turbines. **Energy Procedia**, [S.L.], v. 75, p. 259-264, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.328>.
- Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: junho 2023.
- FEARNSIDE, Philip M.. Hydroelectric Dams in the Brazilian Amazon as Sources of ‘Greenhouse’ Gases. **Environmental Conservation**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 7-19, 1995. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0376892900034020>.
- FEARNSIDE, Philip M.. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation Biology**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 680-688, jun. 2005. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>.
- FEARNSIDE, P.M. Viewpoint – Decision Making on Amazon Dams: Politics Trumps Uncertainty in the Madeira River Sediments Controversy. **Water Altern**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 313–325, 2013.
- FEARNSIDE, Philip M.. Impacts of Brazil’s Madeira River Dams: unlearned lessons for hydroelectric development in amazonia. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 38, p. 164-172, abr. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004>.
- FEARNSIDE, Philip M.. Emissions from tropical hydropower and the IPCC. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 50, p. 225-239, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.002>.
- FEARNSIDE, Philip M.. **Hidrelétricas na Amazônia**: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. 2. ed. Manaus: Inpa, 2015.
- FEARNSIDE, Philip M.. Belo Monte: actors and arguments in the struggle over brazil’s most controversial amazonian dam. **Die Erde**, [S.L.], p. 14-26, 31 mar. 2017. Gesellschaft für Erdkunde. <http://dx.doi.org/10.12854/erde-148-27>.
- FEARNSIDE, P.M. **Hidrelétricas na Amazônia**: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Editora INPA. Vol. 3.
- FEARNSIDE, P. M. **Plano de expansão de barragens hidrelétricas na Bacia Amazônica coloca em risco populações locais e a biodiversidade**. Entrevista especial com Philip M. Fearnside, por Patricia Fachin, 2019b.
- FEARNSIDE, P.M. Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão. **Novos Cad**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 69–96, 2019c. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/604025-plano-de-expansao-de-barragens-hidreletricas-na-bacia-amazonica-coloca-em-risco-populacoes-locais-e-a-biodiversidade-entre>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- FEARNSIDE, P.M., BERENQUER, E., ARMENTERAS, D., DUPONCHELLE, F., GUERRA, F.M., JENKINS, C.N., BYNOE, P., GARCÍA-VILLACORTA, R., MACEDO, M., ALMEIDA-VAL, V.M.F., NASCIMENTO, N. Drivers and Impacts of Changes in Aquatic Ecosystems. In: NOBRE, C. *et al.* (Eds). **Amazon Assessment Report**. New York: United Nations Sustainable Development Solutions Network. Disponível em: <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports/>.
- FITZGERALD, Daniel B.; PEREZ, Mark H. Sabaj; SOUSA, Leandro M.; GONÇALVES, Alany P.; PY-DANIEL, Lucia Rapp; LUJAN, Nathan K.; ZUANON, Jansen; WINEMILLER, Kirk O.; LUNDBERG, John G.. Diversity and community structure of rapids-dwelling fishes of the Xingu River: implications for conservation amid large-scale hydroelectric development. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 222, p. 104-112, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.002>.
- FLECKER, Alexander S.; SHI, Qinru; ALMEIDA, Rafael M.; ANGARITA, Héctor; GOMES-SELMAN, Jonathan M.; GARCÍA-VILLACORTA, Roosevelt; SETHI, Suresh A.; THOMAS, Steven A.; POFF, N. Leroy; FORSBERG, Bruce R.. Reducing adverse impacts of Amazon hydropower expansion. **Science**, [S.L.], v. 375, n. 6582, p. 753-760, 18 fev. 2022. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abj4017>.

FLUIXÁ-SANMARTÍN, Javier; ALTAREJOS-GARCÍA, Luis; MORALES-TORRES, Adrián; ESCUDER-BUENO, Ignacio. Review article: climate change impacts on dam safety. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [S.L.], v. 18, n. 9, p. 2471-2488, 17 set. 2018. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-18-2471-2018>.

GAUTHIER, Cristina; MORAN, Emilio F.. Public policy implementation and basic sanitation issues associated with hydroelectric projects in the Brazilian Amazon: altamira and the belo monte dam. **Geoforum**, [S.L.], v. 97, p. 10-21, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.10.001>.

GIONGO, Carmem Regina; MENDES, Jussara Maria Rosa; SANTOS, Fabiane Konowaluk. Desenvolvimento, saúde e meio ambiente: contradições na construção de hidrelétricas. **Serviço Social & Sociedade**, [S.L.], n. 123, p. 501-522, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-6628.034>.

GLOOR, M.; BRIENEN, R. J. W.; GALBRAITH, D.; FELDPAUSCH, T. R.; SCHÖNGART, J.; GUYOT, J.-L.; ESPINOZA, J. C.; LLOYD, J.; PHILLIPS, O. L.. Intensification of the Amazon hydrological cycle over the last two decades. **Geophysical Research Letters**, [S.L.], v. 40, n. 9, p. 1729-1733, 14 maio 2013. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1002/grl.50377>.

GREEN, W. Nathan; BAIRD, Ian G.. Capitalizing on Compensation: hydropower resettlement and the commodification and decommodification of nature-society relations in southern laos. **Annals Of The American Association Of Geographers**, [S.L.], v. 106, n. 4, p. 853-873, 8 abr. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/24694452.2016.1146570>.

GRILL, G.; LEHNER, B.; THIEME, M.; GEENEN, B.; TICKNER, D.; ANTONELLI, F.; BABU, S.; BORRELLI, P.; CHENG, L.; CROCHETIERE, H.. Mapping the world's free-flowing rivers. **Nature**, [S.L.], v. 569, n. 7755, p. 215-221, maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>.

GRISCOM, Bronson W. *et al.* Natural climate solutions. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 114, n. 44, p. 11645-11650, 16 out. 2017. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1710465114>.

GRISOTTI, Márcia *et al.* THE CONSTRUCTION OF HEALTH CAUSAL RELATIONS IN THE BELO MONTE DAM CONTEXT. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 287-304, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0252v1922016>.

HOLL, Karen D. *et al.* Research Directions in Tropical Forest Restoration. **Annals Of The Missouri Botanical Garden**, [S.L.], v. 102, n. 2, p. 237-250, 11 ago. 2017. Missouri Botanical Garden Press. <http://dx.doi.org/10.3417/2016036>.

HUU, T. P. **Dilemmas of hydropower development in Vietnam**: between dam-induced displacement and sustainable development. 2015. Disponível em: <https://landgovernance.org/dilemmas-hydropower-development-vietnam-dam-induced-displacement-sustainable-development/>. Acesso em: 10 fev. 2023.

IEMA (Instituto de Energia e Meio Ambiente) **Amazônia legal**: Quem está sem energia elétrica. 2020. Disponível em: <http://energiaeambiente.org.br/produto/exclusao-eletrica-na-amazonia-legal-quem-ainda-esta-sem-acesso-a-energia-eletrica>. Acesso em: 28 jan. 2023.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Biogás na Amazônia**: energia para mover a bioeconomia. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://escolhas.org/wp-content/uploads/2020/12/Biog%C3%A1s-na-Amaz%C3%B4nia-energia-para-mover-a-bioeconomia.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **I.P.C.C. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories** (T.F.I.). T.F.I. Interim Guidance Notes to Experts and Authors. Kanagawa, Japan: T.F.I. Technical Support Unit, Institute for Global Environmental Strategies (I.G.E.S.), 2011. 13 p. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Hydro-G/1106_Guidance_to_Authors.pdf.

IPCC 2021. In: MASSON-DELMOTTE, V., Z.H.A.I., P., P.I.R.A.N.I., A., C.O.N.N.O.R.S., S.L., PÉAN, C., B.E.R.G.E.R., S., C.A.U.D., N., C.H.E.N., Y., GOLDFARB, L., G.O.M.I.S., M.I., H.U.A.N.G., M., LEITZELL, K., L.O.N.N.O.Y., E., MATTHEWS, J.B.R., M.A.Y.C.O.C.K., T.K., WATERFIELD, T., YELEKÇI, O., YU, R., ZHOU, B. (Eds.), **Climate Change 2021**: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the

Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021. 40 p.

JUNK, W.J.; B.A.Y.L.E.Y., P.B.; SPARKS, R.E. 1989. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. **Can. Spec Publ. Fish. Aquat Sci**, [S.L.] v. 106, p. 110–127, 1989.

UNK, Wolfgang J.; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez; SCHÖNGART, Jochen; COHN-HAFT, Mario; ADENEY, J. Marion; WITTMANN, Florian. A Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian Lowland Wetlands. **Wetlands**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 623-640, 8 jul. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13157-011-0190-7>.

KAHADUWA, Amaya *et al.* Review of climate change impacts on reservoir hydrology and long-term basin-wide water resources management. **Building Research & Information**, [S.L.], v. 50, n. 5, p. 515-526, 21 set. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2021.1977908>.

KEPPELER, Friedrich W. *et al.* Early impacts of the largest Amazonian hydropower project on fish communities. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 838, p. 155951, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155951>.

KURIQI, Alban; PINHEIRO, António N.; SORDO-WARD, Alvaro; GARROTE, Luis. Influence of hydrologically based environmental flow methods on flow alteration and energy production in a run-of-river hydropower plant. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 232, p. 1028-1042, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.358>.

LATRUBESSE, Edgardo M. *et al.* Vulnerability of the biota in riverine and seasonally flooded habitats to damming of Amazonian rivers. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [S.L.], v. 31, n. 5, p. 1136-1149, 17 ago. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.3424>.

LEES, Alexander C. *et al.* Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity And Conservation**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 451-466, mar. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-016-1072-3>.

LEWIS, Simon L. *et al.* Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon. **Nature**, [S.L.], v. 568, n. 7750, p. 25-28, abr. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/d41586-019-01026-8>.

LI, Mingxu; HE, Nianpeng. Carbon intensity of global existing and future hydropower reservoirs. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 162, p. 112433, jul. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2022.112433>.

LIMA, Maria Alice Leite *et al.* Declining fisheries and increasing prices: the economic cost of tropical rivers impoundment. **Fisheries Research**, [S.L.], v. 221, p. 105399, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105399>.

MACHADO, A. M. F.; PEREIRA, B. R.; RAMOS, L. D. O. **Usina Hidrelétrica Belo Monte**: Implicações Institucionais, Econômicas e Sociambientais. São Paulo: (Produção de caso) Escola de direito de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas, 2011. 21 p.

MAYER, Adam *et al.* Is hydropower worth it? Exploring amazonian resettlement, human development and environmental costs with the Belo Monte project in Brazil. **Energy Research & Social Science**, [S.L.], v. 78, p. 102129, ago. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2021.102129>.

MAYER, Adam *et al.* Hydropower, Social Capital, Community Impacts, and Self-Rated Health in the Amazon*. **Rural Sociology**, [S.L.], v. 87, n. 2, p. 393-426, 19 nov. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ruso.12419>.

MELO, Tais *et al.* Flipped reducetarianism: a vegan fish subordinated to carnivory by suppression of the flooded forest in the amazon. **Forest Ecology And Management**, [S.L.], v. 435, p. 138-143, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.050>.

MEN, Baohui; LIU, Huanlong; TIAN, Wei; WU, Zhijian; HUI, Ji. The Impact of Reservoirs on Runoff Under Climate Change: a case of nierji reservoir in china. **Water**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 1005, 14 maio 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w11051005>.

MENDES, Rafael Castilho Faria; DONALD, Ramsay Rafael Mac; MIRANDA, Ana Rafaela Sobrinho; VAN ELS, Rudi Henri; NUNES, Mauricio Andre; BRASIL JUNIOR, Antonio Cesar Pinho. Monitoring

- a hydrokinetic converter system for remaining energy in hydropower plants. **IEEE Latin America Transactions**, [S.L.], v. 18, n. 10, p. 1683-1691, out. 2020. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tla.2020.9387638>.
- MORAN, Emilio F. *et al.* Sustainable hydropower in the 21st century. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 115, n. 47, p. 11891-11898, 5 nov. 2018. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1809426115>.
- MORAN, Emilio F. *et al.* Advancing convergence research: renewable energy solutions for off-grid communities. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 119, n. 49, p. 1-12, 29 nov. 2022. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2207754119>.
- MOUNTFORD, H.; Waskow, D.; Gonzalez, L.; Gajjar, C.; Cogswell, N.; Holt, M.; Fransen, T.; Bergen, M.; Gerholdt, R. **COP26**: key outcomes from the un climate talks in glasgow. 2021.
- MUSA, Mirko *et al.* Performance and resilience of hydrokinetic turbine arrays under large migrating fluvial bedforms. **Nature Energy**, [S.L.], v. 3, n. 10, p. 839-846, 30 jul. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41560-018-0218-9>.
- NEVES, Juliana Rocha Duarte *et al.* Impact of climatic and hydrological disturbances on blackwater floodplain forests in Central Amazonia. **Biotropica**, [S.L.], v. 51, n. 4, p. 484-489, 24 maio 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12667>.
- NICKERSON, Samuel *et al.* 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**, [S.L.], v. 17, n. 8, p. 084026, 1 ago. 2022. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ac8236>.
- NIEBUHR, C.M. *et al.* A review of hydrokinetic turbines and enhancement techniques for canal installations: technology, applicability and potential. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 113, p. 109240, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.047>.
- NORTE ENERGIA 2021. **Relatório da Administração 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.norte-energiasa.com.br>. Acesso em: jun. 2023.
- UNES-GUTJAHR, Ana Lúcia *et al.* Análise faunística de gafanhotos Acridoidea da Volta Grande do Rio Xingu, área de influência direta da Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 45, n. 7, p. 1220-1227, jul. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120442>.
- OBSERVATÓRIO DA VOLTA GRANDE DO XINGU 2023. **O governo Lula precisa lidar com os crimes de Belo Monte**. 19 Jan. 2023. Disponível em: <https://sumauma.com/novo-governo-lula-precisa-lidar-crimes-belo-monte/>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- BARCELLOS, Christovam *et al.* HEALTH RISK ASSESSMENT ASSOCIATED WITH THE IMPLEMENTATION OF THE MADEIRA AHYDROELECTRIC COMPLEX, BRAZILIAN AMAZON. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 21, p. 1-9, 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0019r-1vu18l4ft>.
- PARK, Young-Seuk *et al.* Conservation Strategies for Endemic Fish Species Threatened by the Three Gorges Dam. **Conservation Biology**, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 1748-1758, dez. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00430.x>.
- Ministério das Minas e Energia. **PNE (Plano Nacional de Energia) 2050**. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2020.
- RANDELL, Heather. Structure and agency in development-induced forced migration: the case of brazil's belo monte dam. **Population And Environment**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 265-287, 4 set. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11111-015-0245-4>.
- RANDELL, Heather; KLEIN, Peter. Hydropower Development, Collective Action, and Environmental Justice in the Brazilian Amazon. **Society & Natural Resources**, [S.L.], v. 34, n. 9, p. 1232-1249, 9 jul. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/08941920.2021.1948649>.
- RESENDE, Angélica Faria de; SCHÖNGART, Jochen; STREHER, Annia Susin; FERREIRA-FERREIRA, Jefferson; PIEDADE, Maria Teresa Fernandez; SILVA, Thiago Sanna Freire. Massive tree mortality from

flood history disturbances in Amazonian floodplain forests: the collateral effects of hydropower production. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 659, p. 587-598, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.208>.

RESENDE, Angélica F. *et al.* Flood-pulse disturbances as a threat for long-living Amazonian trees. **New Phytologist**, [S.L.], v. 227, n. 6, p. 1790-1803, 19 jun. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.16665>.

RICHTER, B.D.; REVENGA, C.; SCUDDER, T.; LEHNER, B.; CHURCHILL, A.; CHOW, M. Lost in Development's Shadow: The Downstream Human Consequences of Dams. **Water Altern**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 14-42, 2010.

ROBERTS, T.R. Mekong mainstream hydropower dams: Run-of-the-river or ruin-of-the-river. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, v. 43, n. 1, p. 9-19, 1995.

ROMANELLI, J.P.; PICOLI, R.A.; SILVA, L.G.M. Avaliação socioambiental de pequenas centrais hidrelétricas: Uma proposta para o aprimoramento das avaliações vigentes no Brasil. **Espacios**, [S.L.], v. 38, n. 7, p.1-11, 2017.

SCHÖNGART, Jochen *et al.* The shadow of the Balbina dam: a synthesis of over 35 years of downstream impacts on floodplain forests in central amazonia. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [S.L.], v. 31, n. 5, p. 1117-1135, 15 fev. 2021. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.3526>.

SCHUTZE, A., BINES, L., ASSUNÇÃO, J.J. **Rivers of diesel in the Amazon: Why Does the Region with Brazil's Biggest Hydroelectric Plants Still Rely on Expensive, Dirty Fuel?** 3 Jun. 2022. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/rivers-of-diesel-in-the-amazon-why-does-the-region-with-brazils-biggest-hydroelectric-plants-still-rely-on-expensive-dirty-fuel/>. Acesso em: jun. 2023.

SCUDDER, T. **The future of large dams: dealing with social, environmental, institutional and political costs.** Earthscan, 2006.

SILVANO, JURAS, A. & BEGOSSI, A. Clean energy and poor people: ecological impacts of hydroelectric dams on fish and fishermen in the Amazon rainforest. **Energy, Environ. Ecosyst. Dev. Landsc. Archit.** p. 139-147, 2015.

SOMBROEK, Wim *et al.* Spatial and Temporal Patterns of Amazon Rainfall. **Ambio: A Journal of the Human Environment**, [S.L.], v. 30, n. 7, p. 388-396, nov. 2001. Royal Swedish Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447-30.7.388>.

SORRIBAS, Mino Viana *et al.* Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. **Climatic Change**, [S.L.], v. 136, n. 3-4, p. 555-570, 9 mar. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-016-1640-2>.

SOUZA, Carlos *et al.* Long-Term Annual Surface Water Change in the Brazilian Amazon Biome: potential links with deforestation, infrastructure development and climate change. **Water**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 566, 19 mar. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w11030566>.

SOVACOO, Benjamin K.; GILBERT, Alex; NUGENT, Daniel. Risk, innovation, electricity infrastructure and construction cost overruns: testing six hypotheses. **Energy**, [S.L.], v. 74, p. 906-917, set. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.07.070>.

TAJZIEHCHI, S. *et al.* Quantification of Social Impacts of Large Hydropower Dams- a case study of Alborz Dam in Mazandaran Province, Northern Iran. **International Journal Of Environmental Research**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 377-382, abr. 2013. University of Tehran. <http://dx.doi.org/10.22059/ijer.2013.615>.

TILT, Bryan *et al.* Dams and population displacement on China's Upper Mekong River: implications for social capital and social/ecological resilience. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 36, p. 153-162, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.11.008>.

TOLMASQUIM, Maurício T. *et al.* Electricity market design and renewable energy auctions: the case of Brazil. **Energy Policy**, [S.L.], v. 158, p. 112558, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112558>.

- VAL, A. L. *et al.* Environmental disturbances and fishes in the Amazon. **Journal Of Fish Biology**, [S.L.], v. 89, n. 1, p. 192-193, 11 fev. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfb.12896>.
- VANNOTE, Robin L. *et al.* The River Continuum Concept. **Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 130-137, 1 jan. 1980. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/f80-017>.
- VANCLAY, Frank *et al.* Project-induced displacement and resettlement: from impoverishment risks to an opportunity for development?. **Impact Assessment And Project Appraisal**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 3-21, 2 jan. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14615517.2017.1278671>.
- VANZWIETEN, James *et al.* In-Stream Hydrokinetic Power: review and appraisal. **Journal Of Energy Engineering**, [S.L.], v. 141, n. 3, p. 04014024, set. 2015. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)j.1943-7897.0000197](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)j.1943-7897.0000197).
- VICK, M. **O que é uma política transversal**. E o que é preciso para ela vingar. 2023. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2023/01/12/O-que-%C3%A9-uma-pol%C3%ADtica-transversal.-E-o-que-%C3%A9-preciso-para-ela-vingar>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- WU, Haipeng *et al.* Effects of dam construction on biodiversity: a review. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 221, p. 480-489, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.001>.
- ZARFL, Christiane *et al.* A global boom in hydropower dam construction. **Aquatic Sciences**, [S.L.], v. 77, n. 1, p. 161-170, 25 out. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00027-014-0377-0>.
- ZHOU, Daqing *et al.* Ultra-low-head hydroelectric technology: a review. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 78, p. 23-30, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.086>.
- ZHOURI, Andréa *et al.* Desenvolvimento, conflitos sociais e violência no Brasil rural: o caso das usinas hidrelétricas. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 119-135, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-753x2007000200008>.
- ZIOBER, B.R.; ZANIRATO, S.H. Actions to safeguard biodiversity during the building of the Itaipu Binacional Hydroelectric plant. **Ambient. Soc.**, [S.L.], v. 17, v. 1, p. 59-78, 2014.
- ZUANON, Jansen *et al.* Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu. **Papers do Naea**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 20-62, 7 abr. 2019. Universidade Federal do Para. <http://dx.doi.org/10.18542/papersnaea.v28i2.8106>.

ANEXO I

Infográfico dirigido à população em geral, com dados e informações-chave a respeito dos impactos e custos que envolvem a construção e manutenção de hidrelétricas na Amazônia.



Sobre os autores

Angélica Faria de Resende é Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa/UFV, com mestrado e doutorado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA. Concluiu um pós-doutorado na Embrapa Amazônia Oriental, e atualmente é pesquisadora (pós-doutorado) nas Universidades de São Paulo e Stirling. <https://orcid.org/0000-0002-9875-1122>

Erika Ferreira Rodrigues é Engenheira Agrônoma, formada pela Universidade Federal Rural da Amazônia /UFRA, com mestrado e doutorado na Universidade Federal do Pará/UFPA. Atualmente é pesquisadora no Laboratório de Micropaleontologia da Universidade de São Paulo – GSA/IGc/USP – São Paulo. <https://orcid.org/0000-0002-0554-5160>

Flora Magdaline Benitez Romero é Engenheira Agroflorestal pela Universidade Amazônica de Pando, com mestrado em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Acre/UFAC e doutorado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa/UFV. Atualmente realiza pós-doutorado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA <https://orcid.org/0000-0001-9417-1780>

Gabriel Costa Borba é Biólogo pela Universidade Federal de Rio Grande/FURG, mestre em ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA e cursa o PhD em Fish & Wildlife Conservation pela Virginia Tech University. <https://orcid.org/0000-0002-3159-2120>

Igor Cavallini Johansen é formado em Sociologia e Ciência Política pela Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, possuindo mestrado e doutorado em Demografia pela UNICAMP. Atualmente é bolsista de pós-doutorado da FAPESP na Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP. <https://orcid.org/0000-0002-5360-3740>

Luiza Santos Reis é formada em Oceanografia pela Universidade Federal do Pará/UFPA, com Mestrado em Uso Sustentável dos Recursos Naturais pelo Instituto Tecnológico Vale/ITV e Doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo/USP, com estágio na Universidade de Sorbonne. Atualmente, é bolsista FAPESP e pós-doutoranda no Laboratório de Micropaleontologia (IGc/USP). <https://orcid.org/0000-0002-4006-7088>

Marina Ghirotto Santos é graduada em Relações Internacionais pela Escola Superior de Propaganda e Marketing/ESPM, Mestre em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/PUC-SP, e doutora em Antropologia Social pela Universidade de São Paulo/USP. <https://orcid.org/0000-0001-8220-3327>

Songila Maria da Silva Rocha Doi é Bióloga graduada na Universidade Regional do Cariri/URCA e Nutricionista pela Universidade Arthur de Sá Earp Neto/UNIFASE, com especialização em Nutrição e Saúde pela Universidade Federal de Lavras/UFLA, mestrado em Engenharia Biomédica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR e Doutorado em biotecnologia e biodiversidade pela Universidade Federal do Acre/UFAC. Atualmente é coordenadora e docente do curso de Nutrição da Faculdade Pequeno Príncipe/FPP. <https://orcid.org/0000-0001-8928-8247>



Impacto dos agrotóxicos na bacia amazônica: uma revisão multidisciplinar

Pablo Ochoa^{1*}; Maria Gabriella da Silva Araújo²; Ana Claudia Batista²; Fátima A. Arcanjo³; Mario Rique Fernandes⁴; Ulysses Madureira Maia⁵; Isabela Maria Souza Silva²

¹Departamento de Ciências Biológicas e Agrárias, Universidade Técnica Particular de Loja (UTPL), Equador – paochoa@utpl.edu.ec

²Laboratório de Ecologia Isotópica – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (CENA/USP), Brasil – gabriella.araujo@usp.br, anaclaudiabatista89@gmail.com, isabela_souza@usp.br

³Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina (LABRE-UEL), Brasil – fatimaa.arcanjo@gmail.com

⁴Núcleo de Estudos da Amazônia Indígena, Universidade Federal do Amazonas (Neai/UFAM) – riquemario@gmail.com

⁵Instituto Tecnológico Vale, Belém, Brasil – ulymm86@hotmail.com

*Autor para correspondência: Pablo Ochoa – paochoa@utpl.edu.ec
doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_004

RESUMO

Os agrotóxicos são produtos químicos usados na agricultura para controlar pragas e doenças nas culturas. No entanto, seu uso excessivo e pouco controlado pode ter graves consequências à saúde das pessoas e do ambiente. Esta revisão analisou o uso de agrotóxicos na bacia do rio Amazonas, considerando seu impacto socioeconômico na saúde da população, na biodiversidade regional, na disponibilidade do solo e nos recursos hídricos. Para este fim, foram consultadas as bases de dados científicos Scopus e SciELO para recopilar a literatura relevante, incluindo as publicações dos países que integram a bacia, também analisando a distribuição temporal das informações. Os resultados mostram o aumento substancial da investigação científica realizada nas últimas décadas sobre o uso de agrotóxicos na bacia amazônica. O estudo descreve o comprometimento no que tange à perda do bosque natural e aumento da fronteira agropecuária, principalmente nos últimos anos. Além disso, há diminuição da biodiversidade regional, que afeta espécies animais cruciais que contribuem para o equilíbrio ecológico ao oferecerem serviços ecossistêmicos como polinização e dispersão de sementes. Finalmente, é descrito um estudo de caso que mostra um modelo agroecológico bem-sucedido, enfatizando a necessidade urgente de medidas de controle para reduzir o uso de agrotóxicos em toda a bacia amazônica. Essas medidas são vitais para garantir a saúde humana e ambiental. Isso exige a implementação de cuidados e políticas que promovam abordagens sustentáveis por parte dos agricultores e a conscientização pública sobre os riscos associados ao uso indiscriminado de agrotóxicos e a importância do consumo responsável de alimentos.

Palavras-chave: desmatamento, monoculturas, uso de agrotóxicos, saúde humana e ambiental, bioeconomia, bacia amazônica.

Introdução

A bacia amazônica é uma região rica em biodiversidade, abrigando milhares de espécies de flora e fauna (Nobre *et al.* 2021). Além disso, é um dos três principais centros de convecção atmosférica profunda, inserido na zona de convergência equatorial (Reis *et al.* 2022). Apesar de sua importância global, o desmatamento aumentou aproximadamente 30% entre 2018 e 2019. Em 2020, houve novamente fortes incêndios florestais que, segundo alguns especialistas, se devem principalmente à grilagem de terras, expansão da fronteira agrícola, pressão dos mercados internacionais, falta de regulamentação e ausência de políticas públicas adequadas, e aos efeitos das mudanças climáticas (Araújo Mascarenhas *et al.* 2020).

A agricultura é uma das principais atividades com incremento nessa bacia desde a chamada “Revolução Verde” (Júnior *et al.* 2022), a qual tem levado à mudança do sistema produtivo diversificado em direção à monocultura, que demanda uso intensivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos (Marin *et al.* 2022). Esses produtos químicos são atualmente considerados “essenciais” em práticas agrícolas convencionais e intensivas. Apesar de sua importância para o controle de ervas daninhas, pragas ou doenças, seu uso gera fortes impactos nocivos à saúde humana e à dos ecossistemas (Arévalo-Jaramillo *et al.* 2019; Silva *et al.* 2019).

Alguns países que compõem a bacia amazônica possuem leis que regulam o registro de agrotóxicos, principalmente quanto aos princípios ativos do produto, delimitação do local e cultura onde será utilizado, quantidade, frequência e tempo de uso, práticas de armazenamento e disposição final de resíduos e embalagens (Júnior *et al.* 2022). No entanto, não se sabe como essas leis apoiam o compromisso dos países que compõem a bacia em questões como produção e consumo responsável de alimentos (Ochoa-Cueva *et al.* 2022), que é um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização nas Nações Unidas (ONU) (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainabledevelopment-goals>).

Somente no Brasil, país com a maior área da bacia amazônica, o consumo de agrotóxicos aumentou nas últimas duas décadas, passando de cerca de 150 mil toneladas no ano 2000 para mais de 600 mil toneladas de ingredientes ativos até o ano de 2019 (Ibama, 2020). Portanto, é necessário revisar as publicações científicas sobre agrotóxicos que vêm sendo realizadas em todos os países que compõem a bacia amazônica. Além disso, é preciso sistematizar as informações obtidas levando-se em conta os anos, os países em que os estudos foram

realizados, bem como as principais abordagens ou temas que foram tratados nessas investigações. Por fim, descrever uma história de sucesso da bacia, a qual pode ser replicada por outras comunidades, localidades ou lavouras. Esta revisão é muito útil para pesquisadores, tomadores de decisão, órgãos de controle e governos locais ou regionais que fazem parte da bacia amazônica. Para tanto, é necessário desenvolver acordos e políticas que contribuam para a redução do uso de agrotóxicos e estimulem o desenvolvimento de alternativas que estejam em harmonia com o meio ambiente.

Materiais e métodos

Para realizar esta revisão sistemática, nós utilizamos o método proposto por Page *et al.* (2021), denominado "PRISMA" (Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses). Esta revisão foi baseada na coleção de artigos científicos que estão disponíveis nos repositórios Scopus (<https://www.scopus.com/>) e SciELO (<https://www.scielo.org/>). As palavras-chave usadas na busca foram: "pesticidas" AND "Amazon"; e "Agrotóxicos" E "Amazônia", respectivamente. A última revisão da busca antes da análise dos dados ocorreu em janeiro de 2023.

Área de estudo

A bacia do rio Amazonas inclui um dos locais com maior biodiversidade do planeta, em que se reconhecem oito zonas endêmicas (Rodrigues-Alcântara 2013). Essa área florestal é a maior do planeta, com aproximadamente sete milhões de quilômetros quadrados, que se estende desde a Cordilheira dos Andes até a costa atlântica (Nobre *et al.* 2021). Além disso, a bacia amazônica possui uma cobertura e uso diversificado da terra (Figura 1), os quais sofreram alterações significativas ao longo dos anos. Embora a cobertura florestal natural continue sendo dominante na região, apenas no Brasil (país com maior percentual de área e desmatamento) estima-se uma perda de cerca de 45 milhões de hectares de floresta nativa entre 1985 e 2021, quase 12% da sua área total. O uso da terra agrícola foi o que mais cresceu nesse mesmo período, com quase 244% (MapBiomas). Atualmente, a distribuição territorial do uso agrícola concentra-se na Amazônia oriental, mas gradualmente se expande para o interior.

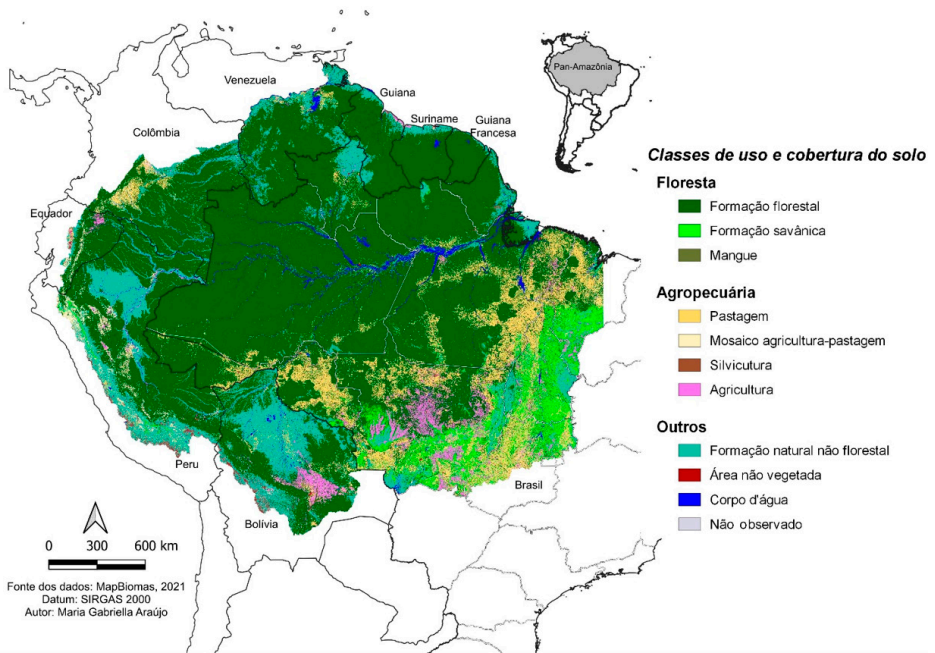


Figura 1 Área de estudo com o mapa de cobertura e uso da terra da bacia amazônica.

Seleção e análise de dados

Os artigos selecionados para posterior análise foram aqueles que atenderam aos seguintes critérios: 1) estudos com o tema principal agrotóxicos; 2) pesquisa realizada na bacia amazônica; 3) artigos publicados em revistas indexadas. Esses três critérios foram avaliados inicialmente no título, resumo e tipo de documento (artigo, revisão, capítulo de livro ou resumo de congresso), para posteriormente revisar o documento completo das investigações cujas informações não foram consistentes nas seções acima.

Para a análise dos dados dos artigos selecionados e revisados, foi gerado um banco de dados com informações como: a) Ano de publicação; b) Tipo de documento (artigo, revisão, capítulo de livro e resumo de congresso); c) País onde foi realizada a pesquisa e que faz parte da bacia amazônica; e d) Impactos dos agrotóxicos, agrupados considerando-se os atributos da sustentabilidade, que se dividem conceitualmente em: econômico, ambiental e sociocultural (Reid *et al.* 2005). Obteve-se, assim, cinco diferentes subtemas, que são: Bioeconomia, Desmatamento e perda da biodiversidade, Saúde humana, Impacto social e Água-solo (recursos).

A linguagem R foi utilizada para a análise do banco de dados na versão 4.2.2. para Windows. Já para a tabulação dos dados foram usados os pacotes "dplyr" e "reshape2" e, para gerar os gráficos, "ggplot2" e "cowplot" (Team Core, R.).

Resultados e discussão

Tendências de publicação ao longo do tempo

De acordo com os resultados obtidos para a bacia amazônica, os primeiros relatórios de publicação sobre o tema do uso de agrotóxicos começaram na década de 1980. Um estudo desenvolvido por Brinkman (1983) descreve o desequilíbrio de nutrientes entre áreas naturais e sistemas agrícolas em que houve interferência humana. Das bases de dados, cerca de 100 artigos foram revisados para analisar a tendência histórica das publicações, tomando o cuidado de detectar os registros que aparecem nas duas bases de dados.

A Figura 2 mostra a distribuição temporal dos artigos científicos sobre agrotóxicos e seus impactos na bacia amazônica. Inicialmente, registram-se artigos da década de 1980, que tratam da caracterização ou descrição do problema, mas, com o tempo, os temas se diversificaram e foram publicados de forma exponencial até a atual década de 2020. Mais de 85% dos estudos registrados nas bases de dados foram publicados nos últimos 15 anos.

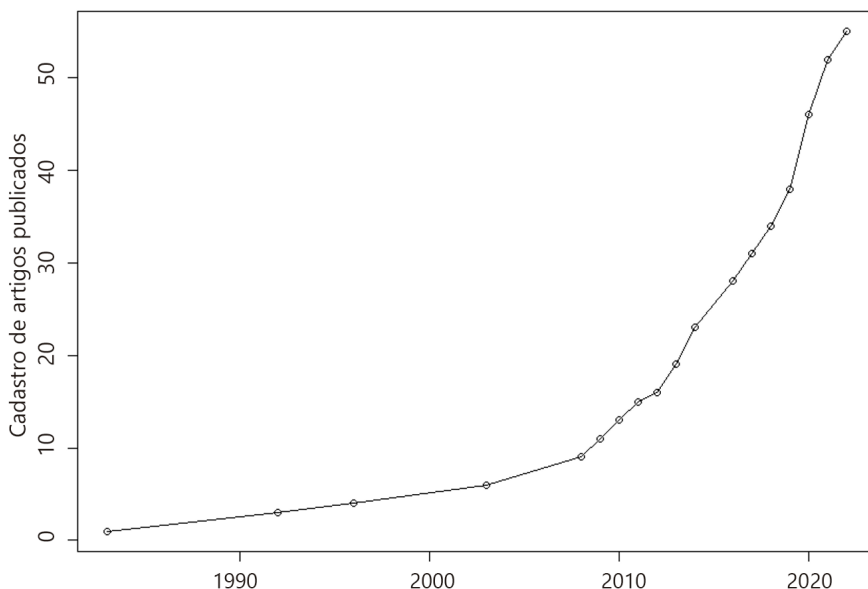


Figura 2 Distribuição temporal de artigos científicos sobre o uso de agrotóxicos na bacia amazônica.

Analisando os dados coletados, podemos afirmar que os artigos sobre o impacto dos agrotóxicos na bacia amazônica ainda são escassos e inéditos, se comparados ao contexto mundial. Ao revisar as mesmas bases de dados com o mesmo tema geral (agrotóxicos), descobriu-se que desde a década de 1940 estão disponíveis estudos, e que esses registros ultrapassam os cem mil artigos. Portanto, apesar da importância mundial do assunto, a capacidade científica instalada nessa bacia ainda é escassa em relação aos esforços de publicação de outras latitudes.

Outra questão importante a destacar é a dificuldade de entrada na floresta amazônica, que inicialmente freou a fragmentação da floresta natural e a expansão da fronteira agrícola. No entanto, estudos mais recentes, como o de Araújo Mascarenhas *et al.* (2020), mencionam que o uso de herbicidas e a implantação de técnicas agrícolas intensivas são práticas comuns atualmente na Amazônia, favorecendo a pilotagem fluvial, aérea e terrestre, mas com fortes impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente. Vasco *et al.* (2021) mencionam que tem havido mais esforços de pesquisa tentando entender os fatores que impulsionam o desmatamento na Amazônia do que entender por que a população amazônica usa fertilizantes químicos e agrotóxicos em sua produção agrícola.

Tendências das publicações por país que compõe a bacia amazônica

O país que reúne a maior produção científica sobre agrotóxicos é o Brasil, com 81,5%, seguido do Equador, com 11,8% (Figura 3). Curiosamente, ambos os países mostram grande diferença em sua extensão territorial amazônica. O registro de publicações dos demais países que compartilham a bacia amazônica é muito baixo, com 1,3%. A Figura 3 mostra estudos que foram desenvolvidos em mais de um país que faz parte da bacia, nomeados como "Regional". Cabe destacar que Guiana, Suriname e Venezuela, os três países restantes da bacia, não registram artigos sobre agrotóxicos nessas bases de dados revisadas. Essa análise permitiu detectar uma lacuna de conhecimento sobre o número de artigos publicados, a temporalidade e sua relação com as políticas governamentais implementadas em cada país. Ademais, propõe questões sobre se essas políticas facilitaram ou obstaculizaram os esforços de publicação levantados na seção anterior.

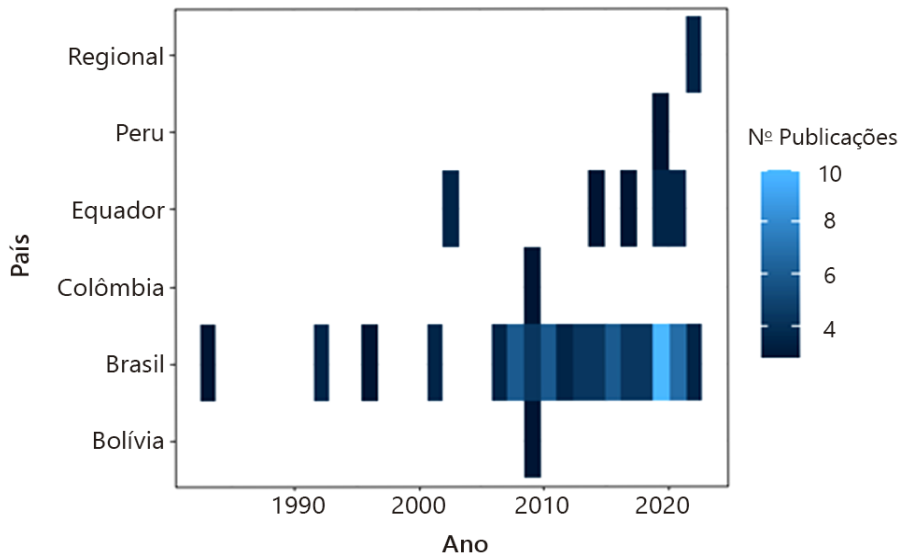


Figura 3 Distribuição temporal dos artigos cadastrados por país que faz parte da bacia amazônica.

Tendências de publicação por temas

A Figura 4 descreve os temas em que foram classificados os impactos gerados pelo uso de agrotóxicos nos atributos de sustentabilidade, que podem afetar os aspectos econômicos, ambientais e/ou socioculturais. Uma análise detalhada desses cinco temas é feita a seguir.

Água-solo (recursos)

Esses dois recursos naturais são o objeto de estudo mais frequente quando se investiga o impacto dos pesticidas sintéticos no meio ambiente (Ochoa-Cueva *et al.* 2022). A revisão deste tópico específico representa mais de 30% de todos os tópicos em análise. A maioria desses estudos foi desenvolvida no Brasil, com exceção de um capítulo de livro e de um artigo que foram direcionados para toda a região sul-americana. Apesar disso, o primeiro registro de pesquisa começou em meados da década de 1990 com um estudo básico desenvolvido por Louter *et al.* (1996). O objetivo de estudo foi identificar microcontaminantes em amostras de águas superficiais.

Os estudos a seguir foram desenvolvidos com diferentes abordagens, partindo do que foi descrito por Winemiller *et al.* (2008), que estudam a diversidade e a ecologia de peixes em riachos de rios tropicais, focando principalmente a produção e o consumo responsável de alimentos, tentando conservar a biodiversidade tropical. No mesmo ano, Römbke *et al.* (2008) avaliaram os riscos de

agrotóxicos em solos da Amazônia central, comparando os possíveis efeitos sobre o solo e a biodiversidade da região com zonas temperadas. Os estudos desenvolvidos por Copatti *et al.* (2009) e Pessoa *et al.* (2010) tiveram por foco a qualidade da água utilizada para a produção agrícola, enquanto Rico *et al.* (2011) avaliaram os efeitos dos agrotóxicos em peixes e invertebrados endêmicos de água doce.

Os estudos posteriores analisaram o impacto dos agrotóxicos na qualidade do solo. Mussy *et al.* (2013) identificaram microrganismos resistentes a um dos agrotóxicos mais utilizados no controle de ervas daninhas e gramíneas folhosas (2,4-D). Enquanto Mendez *et al.* (2016) e Rodrigues *et al.* (2017) estudaram a dinâmica do Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT) em solo e sedimentos em uma planície de inundação tropical e em Belém, respectivamente. Ambos os estudos na bacia amazônica encontraram vestígios de DDT, apesar de sua proibição. Outras pesquisas estabelecem comparações entre áreas com cobertura natural e áreas com produção de óleo de palma, demonstrando impactos sobre populações de insetos aquáticos nesses riachos amazônicos (Shimano & Juen 2016).

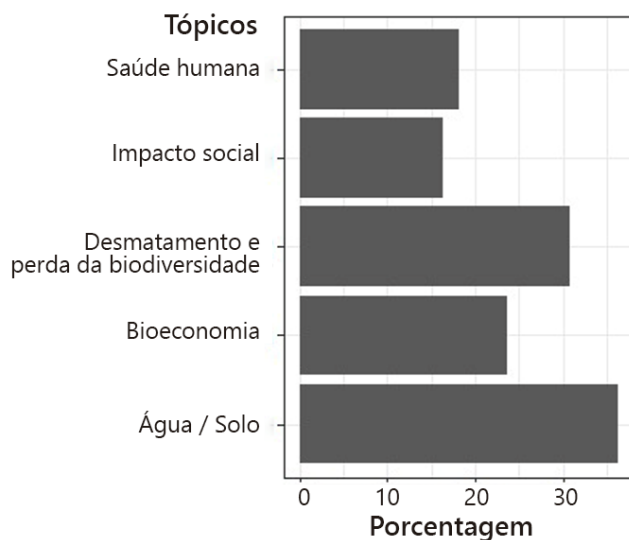


Figura 4 Tendência de artigos publicados por tópicos.

Na análise dos últimos cinco anos, as publicações estão relacionadas à deposição de agrotóxicos na água e nos sedimentos (Neves *et al.* 2018; Viana *et al.* 2019). Todas os estudos a seguir se encontram registrados nessa base de dados e referem-se à avaliação de riscos ecológicos ou ambientais (Guarda *et al.* 2020; Rico *et al.* 2022; Val *et al.* 2022; Viana *et al.* 2020). Esta é uma tendência atual

detectada para toda a região, e o objetivo final desses estudos é encontrar um marco regulatório local, nacional ou, com o apoio de organismos internacionais, globalmente (Daam 2023).

Desmatamento e perda de biodiversidade

O avanço das fronteiras agrícolas é uma das principais causas do desmatamento da floresta amazônica, que possui aproximadamente 7.000.000 km² e abriga cerca de 25% da biodiversidade global (Nobre *et al.* 2021). Foi justamente essa vasta dimensão territorial combinada com um Estado ineficiente na gestão de seus recursos naturais que tornou a bacia amazônica atrativa para muitos empresários do setor agropecuário (Neves *et al.* 2018).

Quando falamos da Amazônia, é importante ressaltar que o cultivo da soja e a pecuária são os carros-chefes do agronegócio, e, para o sucesso do empreendimento, os agrotóxicos se apresentam como o principal produto para o controle de plantas daninhas, pragas e/ou doenças. Ao abordar essa questão, é importante mencionar que o Brasil possui a Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a fase inicial de produção, sua utilização e a destinação final das embalagens desses produtos químicos (Römbke *et al.* 2008; Waichman *et al.* 2007). No entanto, apesar dessa legislação, o uso e manejo de agrotóxicos continua intensivo e generalizado, e as medidas de mitigação ou alternativas de manejo integrado de pragas (MIP) permanecem mínimas, ou quase inexistentes, em termos de competição com os produtos químicos disponíveis no mercado (Waichman 2012). Infelizmente, na Amazônia brasileira, essa lei se torna pouco eficaz, pois desde 2018 o agronegócio avança exponencialmente, como se não existissem órgãos reguladores ou fiscalizadores das regulamentações ambientais (Júnior *et al.* 2022; Lermen *et al.* 2018).

Segundo pesquisa realizada pela Kleanindustries em 2020, há algum tempo os agrotóxicos são lançados na floresta amazônica por via aérea para tentar burlar a fiscalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). O método de fumigação aérea com agrotóxicos funciona como uma forma de limpeza de áreas de difícil acesso. Como mencionado anteriormente, esta é uma prática que está em uso desde 2018, e esta forma de desmatamento por envenenamento de árvores ocorre mais lentamente do que por corte raso ou incêndio. Infelizmente, esta prática está ganhando força, porque não pode ser detectada por imagens de satélite em tempo real. Segundo Gonzales (2022), o glifosato e o 2,4-D são os agrotóxicos mais utilizados para envenenar árvores em áreas naturais, e, após sua morte, elas são remo-

vidas mecanicamente, facilitando, assim, o posterior espalhamento de sementes para implantação de lavouras agrícolas.

Glifosato, carbosulfan e 2,4-D foram os agrotóxicos usados na Guerra do Vietnã, onde ainda são relatados casos de malformações congênitas. Segundo a Agência Brasil, esses agrotóxicos foram encontrados em clareiras na região do arco do desmatamento, onde a fronteira agrícola avança em direção à floresta amazônica. Mais de 30.000 hectares de mata já foram derrubados com produtos químicos para envenenar as árvores. Segundo o Ibama (2018), o drama na Amazônia só aumenta.

Apesar de haver muitos estudos sobre a prática do uso de agrotóxicos, ou pesticidas, que é a nomenclatura mais aceita no setor agroindustrial por ser “menos ofensiva” para o mercado externo, ela continua sendo intensiva, como já mencionado. Ainda que o mercado externo exija medidas para reduzir ou mitigar o impacto ambiental, estas são ineficazes e lentas (Marin *et al.* 2022).

A Figura 1 mostra a área destinada ao uso agrícola. Somente entre 2000 e 2020, a produção agrícola na Amazônia aumentou 327,3%, totalizando 11,4 milhões de hectares de área colhida, o que representa aproximadamente R\$ 57,3 bilhões (Possamai & Serigati 2022), sendo que o Estado do Mato Grosso detém quase 70% desse total. Ainda assim, acredita-se que o Brasil precisa de mais terras agricultáveis, uma vez que o que é produzido hoje serve para abastecer o mercado local e para exportação. Portanto, Martinelli *et al.* (2016) consideram necessário repensar o modelo agropecuário: “Abrir novas áreas derrubando a floresta não é mais o plano”.

As áreas destinadas à pecuária na Amazônia brasileira são frequentemente associadas ao desmatamento ilegal, e títulos de terra falsos tornam a regulamentação mais desafiadora (Ribeiro 2020). Segundo profissionais do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá: “A pecuária em si não é o problema, mas, sim, a forma de produção, que pode ser benéfica ou prejudicial”. Expressões ou posicionamentos como esses enfraquecem os argumentos e as lutas para combater o desmatamento da floresta amazônica, favorecendo o avanço da soja e da pecuária. Perspectivas semelhantes podem ser encontradas dentro dos institutos acadêmicos e de pesquisa (Júnior *et al.* 2022). Por isso é fundamental a divulgação de estudos que destaquem a importância da restauração de terras, do uso das Boas Práticas de Produção Agrícola (BPPA) e do Manejo Integrado de Pragas (MIP), como alternativas de produção mais sustentáveis.

É necessária ação urgente para proibir ou limitar o uso de pesticidas químicos na produção agrícola, ao mesmo tempo em que se sugere o uso de produ-

tos orgânicos para impulsionar a bioeconomia da região. Também é fundamental ter um Estado eficaz no combate ao desmatamento na Amazônia, com fortes órgãos de controle e fiscalização, principalmente no que se refere aos métodos de pulverização aérea de pesticidas sobre a floresta. Isso requer investimentos em tecnologias como sensoriamento remoto e drones, necessários para melhorar os esforços de controle e monitoramento.

Impacto social

A questão do impacto social pode ser abordada a partir de vários domínios, inclusive o setor econômico. No entanto, ao abordar especificamente a questão da bioeconomia, esta será analisada na perspectiva dos serviços ecossistêmicos. Estes bens e serviços também são obtidos pelos seres humanos a partir dos ecossistemas, incluindo serviços de apoio, de provisão e culturais (Reid *et al.* 2005). A polinização e a dispersão de sementes fazem parte dos serviços de apoio e provisão. Portanto, analisar esses serviços ambientais é essencial para garantir a saúde e o bem-estar humano, bem como manter o equilíbrio e a sobrevivência de muitas espécies do planeta.

Em relação ao tema central desta revisão – os agrotóxicos –, estes podem ter impacto significativo em alguns serviços ecossistêmicos. Por exemplo, na polinização, o uso de alguns agrotóxicos foi associado à diminuição das populações de abelhas (Sánchez-Bayo *et al.* 2016), tendo efeito negativo na saúde e comportamento desses insetos (Zhao *et al.* 2022) e reduzindo sua capacidade de forrageio, aprendizagem e memória (Siviter *et al.* 2018). Colin *et al.* (2019) sugerem que inseticidas como os neonicotinoides, mesmo em doses subletais, favorecem a disseminação de doenças nas abelhas. Em um nível geral, a exposição aos agrotóxicos, além de matar diretamente as abelhas, pode afetar a saúde de toda a colmeia (Gill *et al.* 2012). Consequentemente, afeta também a produtividade de culturas dependentes da polinização e, na Amazônia, a maioria das plantas que produzem frutos comestíveis são polinizadas por abelhas (Paz *et al.* 2021). Portanto, o uso descontrolado de agrotóxicos teria várias implicações nos aspectos socioeconômicos e de segurança alimentar, especialmente para as comunidades locais da bacia amazônica.

Outro serviço cultural e de provisão de ecossistemas importante para a manutenção da biodiversidade é a dispersão de sementes, que é realizada principalmente por aves e morcegos. Algumas aves e morcegos até promovem a regeneração de áreas degradadas por meio dessa dispersão de sementes (Athiê & Dias 2016). Por outro lado, a exposição de aves e morcegos à pulverização de pesticidas pode comprometer sua saúde diretamente, ou indiretamente,

por meio do consumo de alimentos, água ou a destruição de seu habitat (Oliveira *et al.* 2020).

Para as aves, os principais efeitos da contaminação pelo uso de agrotóxicos são a perda de habitats seguros, mudanças em seus hábitos ou comportamentos, principalmente alimentares, e diminuição de sua população devido a alterações na reprodução, que podem levar à sua extinção local (Arya *et al.* 2019). Em contrapartida, os morcegos que se alimentam de insetos são considerados mais suscetíveis aos agrotóxicos por estarem no topo da cadeia alimentar (Oliveira & Aguiar 2015). Morcegos insetívoros auxiliam no controle de populações de insetos, incluindo vetores de doenças como dengue, leishmaniose e malária, além de algumas pragas agrícolas (Oliveira *et al.* 2020). Assim, o controle biológico de pragas, que também é um serviço ecossistêmico regulador, é afetado pelo uso de agrotóxicos. Populações de morcegos observadas forrageando em áreas cultivadas organicamente apresentaram tempos de alimentação mais longos e maior riqueza de espécies em comparação com aquelas encontradas em áreas próximas a culturas tratadas quimicamente (Barré *et al.* 2018). Os impactos são altos para esses animais e podem reduzir a capacidade de sobrevivência de suas populações, o que gera grandes prejuízos não só aos esforços de conservação ecológica, mas também socioeconômicos.

Saúde humana

Nesta questão da saúde humana, alguns aspectos precisam ser analisados. Um deles é a saúde das populações locais, que são diretamente afetadas pelas aplicações de agrotóxicos para a produção agrícola de lavouras próximas a suas residências. Ao mesmo tempo, em muitos casos, essas mesmas comunidades locais são as primeiras a agir para proteger o meio ambiente por intermédio de suas práticas de manejo sustentável. Os povos indígenas, particularmente, possuem conhecimentos ancestrais e nutrem profundo respeito pela “Mãe Terra”, o que lhes dá uma visão holística de seu meio ambiente. Essa perspectiva permite que eles forneçam múltiplos serviços ecossistêmicos para o benefício da humanidade como um todo (Ribeiro & de Sá Neto 2019).

No entanto, apesar de suas contribuições, as comunidades ancestrais e os povos indígenas enfrentam diversos desafios, como a marginalização e os impactos negativos gerados pela sociedade. Também enfrentam políticas destrutivas relacionadas à invasão de seus territórios (Oliveira *et al.* 2018). A contaminação por agrotóxicos e intoxicações são as principais ameaças aos municípios, juntamente com a mineração, que gera conflitos territoriais pelo uso e garimpo (Lima *et al.* 2022; Pignati *et al.* 2021; Ribeiro & de Sá Neto 2019).

Como mencionado anteriormente, o Brasil tem uma longa história de uso de agrotóxicos, o que se reflete nas práticas atuais e nos efeitos nocivos observados, principalmente nas populações indígenas (Ribeiro & de Sá Neto 2019). Embora seja impossível ignorar esse problema histórico, é fundamental abordar os casos recentes de intoxicação por agrotóxicos em populações amazônicas, frequentemente justificados como simples eventos acidentais (Oliveira *et al.* 2018). Conforme mencionado, a maioria dos casos notificados de intoxicações envolvendo povos indígenas concentra-se em áreas próximas à fronteira agrícola, principalmente no sul da Amazônia Legal, especificamente na região norte do Estado de Mato Grosso. Essa área tem testemunhado a ampla implantação e imposição de práticas agroindustriais em larga escala (Pinheiro *et al.* 2022). Mato Grosso é um dos principais responsáveis pelo desmatamento na região amazônica, além de abrigar numerosos grupos indígenas, cujos territórios são cada vez mais invadidos pela expansão das monoculturas. Trata-se de um caso exemplar da degradação ambiental a que o modelo do agronegócio pode levar, caso continue se expandindo para outros estados amazônicos (Bombardi 2017; Oliveira *et al.* 2018).

Diante da extensão dos problemas resultantes da expansão da fronteira agrícola na Amazônia, é crucial compreender os impactos socioambientais que essa expansão acarreta, especialmente no contexto das comunidades indígenas. Nesse sentido, representantes de organizações como a Operação Amazônia Indígena (OPAN), têm redirecionado seus esforços para uma compreensão mais profunda da perspectiva indígena sobre os efeitos da contaminação por agrotóxicos, como o caso dos indígenas região hidrográfica da bacia do Juruena, localizada no noroeste do Estado de Mato Grosso (Oliveira *et al.* 2018). Comunidades indígenas como Paresi, Rikbaktsa, Manoki, Myky e Nambikwara destacam a relação intrínseca entre os agrotóxicos, a perda da biodiversidade e a insegurança alimentar, o que representa uma ameaça à sustentabilidade de seus territórios. É interessante notar que as perspectivas indígenas sobre poluição e mudanças observadas na paisagem diferem do discurso dominante em campos acadêmicos especializados.

Na perspectiva do conhecimento indígena, "a atenção não está voltada apenas para os danos sofridos pela espécie humana, mas, sim, para a preocupação com o bem-estar de diversos seres vivos que também correm risco de contaminação". Nas narrativas dos indígenas, essa preocupação se reflete ao destacar a contaminação de seres específicos considerados como sujeitos de direito (Regina 2021). Além disso, a forma como ocorre a contaminação difere entre os vários seres, humanos e não-humanos. Isso sublinha a íntima relação

entre os corpos e o território que habitam. A autora argumenta ainda que o caráter recíproco dessa relação é evidente, sejam eles humanos, peixes, animais terrestres, vegetais ou outros seres (Regina 2021).

Outra referência que ilustra a perspectiva indígena sobre os impactos do agronegócio mato-grossense em seus territórios é o curta-metragem *Para onde foram as andorinhas?* (disponível no YouTube), produzido pelo Instituto Socioambiental e Instituto Catitu, no Parque Indígena do Xingu (PIX). O curta mostra que, nos últimos 30 anos, 42% das florestas no entorno do PIX foram desmatadas para dar lugar a monoculturas de soja e milho. O PIX abriga aproximadamente 6.500 indígenas de 16 comunidades diferentes que dependem da floresta para alimentação, material ritual, recursos medicinais e material de construção para suas casas. Os índios do Xingu também têm constatado a propagação dos incêndios florestais e como os frutos de sua roça apodrecem antes de atingirem a maturidade.

No Brasil, no entanto, faltam dados ou relatos sobre intoxicação por agrotóxicos em populações tradicionais. Incidentes de envenenamento em cidades e vilas são desconhecidos ou não incluídos nas estatísticas oficiais do governo (Marques *et al.* 2022). Essa disponibilidade limitada de informações dificulta uma compreensão abrangente do problema e representa um obstáculo significativo para o desenvolvimento de políticas de saúde pública que possam proteger as comunidades locais (Ochoa-Cueva *et al.* 2022). Consequentemente, torna-se um desafio abordar esse problema em todas as escalas possíveis.

Os efeitos adversos dos agrotóxicos em pessoas que vivem em locais próximos a plantações de monoculturas continua sendo um grande desafio para saúde pública. É importante considerar o contexto histórico da pulverização de agrotóxicos em áreas próximas às populações amazônicas locais e seus efeitos prejudiciais à saúde. Também resta analisar como as agroindústrias externas e transnacionais promovem o uso desses produtos químicos para a produção agrícola, mesmo dentro das comunidades indígenas (Leite 2007). Este último aspecto será abordado em mais detalhes no tópico da bioeconomia, descrito a seguir.

Bioeconomia

Sobre o assunto bioeconomia, foram encontrados registros de publicações científicas, sendo 70% originários do Brasil, 23% do Equador e 7% do Peru. Também foram localizados registros de publicação a partir de um único artigo nas décadas de 1980, 1990 e 2010. Portanto, mais de 50% das publicações sobre o tema foram registradas nos últimos três anos.

A economia brasileira depende em grande parte do setor agrícola (Ribeiro 2020), o que tornou o país um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos (FAO 2022). Schiesari *et al.* (2013) destacam que, na região amazônica, a falta de assistência técnica leva ao uso inadequado desses produtos químicos, o que resulta em super ou subdosagem. Tanto as práticas a curto como as de longo prazo contribuem para o aumento da contaminação dos recursos naturais, devido à falta de eficácia do produto, razão pela qual são feitas aplicações mais frequentes, afetando direta e indiretamente a saúde da população.

Diante dessa realidade, é muito importante mudar estrategicamente a dinâmica do desenvolvimento agrícola na bacia, em direção a um modelo mais sustentável que englobe aspectos econômicos, sociais e ambientais (Arvor *et al.* 2017; Martinelli *et al.* 2010). Por isso, é fundamental divulgar e reproduzir casos bem-sucedidos de agricultura sustentável que conseguiram eliminar ou substituir o uso desses insumos sintéticos por alternativas não prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Isso é exemplificado em Durofil *et al.* (2021) e Spletozer *et al.* (2021), que mostram que algumas plantas amazônicas, como as piperáceas, têm potencial para serem empregadas como inseticidas naturais.

Impactos na bioeconomia de comunidades amazônicas (guaraná)

No contexto da bioeconomia relacionada à produção agrícola na região amazônica, pode-se destacar uma cultura nativa conhecida como guaraná [*Paulinia cupana* var. *sorbilis* (Martius) Ducke]. Originalmente classificada como liana (trepadeira), torna-se um arbusto quando cultivada em ambientes abertos. O Brasil é o único país que produz guaraná comercialmente em escala significativa.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), a produção de guaraná em 2021 foi de aproximadamente 2.732 toneladas. Isso ocorreu em uma área de 10.099 ha, resultando em uma produtividade média de 271 kg/ha. O faturamento total gerado pela produção do guaraná foi de R\$ 39.857.000,00. Entre os estados do Brasil, a Bahia lidera em produção, com cerca de 1.831 toneladas e rendimento médio de 160 kg/ha.

No Estado do Amazonas, principalmente no município de Maués, parte importante da produção de guaraná é realizada por agricultores familiares. Os indígenas da etnia Sateré-Mawé, que se consideram filhos e descendentes da planta, referem-se a ela como “Waraná”, termo que acabou dando origem ao seu nome comercial. Foram os primeiros a cultivá-la, para fins medicinais, nutricionais, espirituais e ritualísticos. Essa etnia acredita que o fruto carrega o poder espiritual do saber e da sabedoria dos “Wará”. O guaraná tem grande significa-

do para a população local de Maués, representando sua história e cultura, ao mesmo tempo em que traz contribuições substanciais para a economia local e, conseqüentemente, promove o avanço social (Beaufort *et al.* 2008; Figueroa 2016; Idesam 2018).

Atualmente, a produção do guaraná atende principalmente à demanda da indústria farmacêutica, para fins medicinais, e da indústria de refrigerantes, onde é utilizado como principal extrato para bebidas. O mercado do guaraná se expandiu e, para dar conta da forte demanda, foi necessário aumentar a produção. Como resultado, os sistemas agrícolas tradicionais que anteriormente cultivavam o guaraná mudaram para práticas predominantemente de monocultura (Filoche & Pinton 2014).

Para obter maior produtividade, menores perdas e maior resistência, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem realizando melhoramento genético e estudando “plantas-mãe” desde 1976. Isso permitiu desenvolver as “mudas clonais”, que são a base do sistema de criação de planta em monoculturas (Atroch *et al.* 2012).

Para induzir o enraizamento desses “clones”, é necessário aplicar fito-hormônios, sendo o ácido indol-3-butírico o mais utilizado. O substrato para cultivo consiste em uma mistura de solo florestal, areia e superfosfato simples. Água, ureia e cloreto de potássio são geralmente usados para fertilização de mudas. Apesar da resistência desses clones, eles ainda apresentam incidência de doenças como a antracnose [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. e Sacc.] e pragas como tripes (*Liothrips adisi*), que podem afetar as plantas em vários estágios de crescimento. Para mitigar as infestações, são utilizados agrotóxicos como acefato e deltametrina, classificados como inseticidas, e fungicidas como azoxistrobina, difenoconazol, metiltiofanato, tebuconazol e flutriafol (Pereira 2005).

Segundo Pereira *et al.* (2018), a utilização de matrizes clonadas nesse “novo” sistema de produção tem feito com que alguns dos pequenos produtores se tornem dependentes de agrotóxicos e outros insumos, o que elevou os custos de produção e a inviabilizou economicamente. Um levantamento realizado pelo Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (Idesam 2018) revela que 69% dos produtores da região estabelecem seus plantios de guaraná por meio de clones, dos quais 25% a 30% utilizam adubação química e os demais, optam por manter as práticas tradicionais utilizando adubos orgânicos como terra preta, paus, galhos, folhas secas e restos de poda. Clones que não recebem os cuidados necessários, muitas vezes por falta de recursos financeiros dos produtores, ficam mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, prejudicando o resultado final da produção.

Além dos problemas econômicos, o uso de agrotóxicos afeta diretamente as populações da família Apidae, principalmente as espécies *Melipona seminigra*, *Xylocopa muscaria* e *Apis mellifera*, consideradas as principais polinizadoras do guaraná (Gondim 1984; Lima & Rocha 2012). No entanto, estudos específicos são necessários para investigar o comportamento das abelhas perante os agrotóxicos aplicados no guaraná. Sabe-se, também, que a adoção de práticas agrícolas que apoiem os polinizadores, como a redução do uso de agrotóxicos, principalmente durante a floração, e a conservação da mata próxima às lavouras, para criar um ambiente favorável à nidificação e à disponibilidade de recursos florais para as abelhas, é fundamental para melhorar a produção (Wintermantel *et al.* 2022).

Em linha com a adoção de Modelos Agroecológicos Sustentáveis (MAS), os produtores das comunidades ribeirinhas do rio Urupadi decidiram resgatar a forma ancestral de cultivo do guaraná. Os clones passaram a ser substituídos por mudas, ou “filhos” como denominados por eles, oriundos das lianas (planta-mãe) que se encontram na sua forma original dentro da floresta, conhecidas como “guaraná selvagem”. A coleta de mudas florestais é realizada em áreas que abrigam um *pool* gênico diversificado de guaraná silvestre. Essas mudas são então plantadas ao lado de árvores existentes, incluindo árvores frutíferas e outras espécies naturais. Essa abordagem de agroecossistema cria um ambiente para o cultivo do guaraná que se assemelha muito ao seu habitat natural. É provável que esta reprodução do ambiente nativo contribua para a regulação natural de pragas e doenças. Como resultado, a área cultivada é transformada em um agroecossistema florestal que se beneficia de fontes naturais de fertilização (Aguiar *et al.* 2021).

Para fortalecer o mercado, os produtores do rio Urupadi fundaram, em 2015, a AAFAU (Asociación de Agricultores Familiares del Alto Urupadi). Essa associação reúne aproximadamente 50 famílias engajadas no cultivo sustentável do guaraná por meio da agricultura familiar. A associação possui o selo Ecocert (Certificados de Conformidade Orgânica do Guaraná), que, além de atestar que o guaraná é 100% orgânico, valoriza o produto e os produtores, garantindo um preço justo nas vendas nacionais e internacionais (Trindade *et al.* 2021). Além disso, seus membros participam ativamente da preservação e a conservação das florestas por meio da adoção de um modelo sustentável agroecológico.

Além da venda de grãos de guaraná torrados, a associação oferece produtos secundários, como o pó de guaraná orgânico e uma bebida refrescante à base de guaraná. Em 2017, os produtores dessa associação receberam o registro de Organização de Controle Social (OCS), que lhes permite vender seus produtos diretamente em feiras, mercados ou para o governo (Pereira *et al.* 2020).

Atualmente, a AAFAU comercializa seus produtos por meio de lojas físicas e também digitais, em seu site. E, por isso, cada vez mais produtores de guaraná estão aderindo ao movimento e utilizando o guaraná silvestre como principal produto. É importante destacar que esses produtores se abstêm do uso de agrotóxicos, tentando alcançar uma produção em maior equilíbrio com o meio ambiente.

Concluída a revisão da literatura científica sobre o assunto, constatou-se a carência de estudos comparativos de produtividade entre o “clone de guaraná e o guaraná silvestre”. Embora extensa pesquisa tenha sido feita sobre o clone de guaraná, o estudo do guaraná selvagem em sua forma atual e manejo é um tópico de pesquisa relativamente recente. Essa discrepância temporal revela a necessidade de mais estudos para avaliar e comparar a produtividade dessas duas variedades. Também é imprescindível a realização de pesquisas que valorizem a produção orgânica e familiar do guaraná e outras culturas silvestres da Amazônia, levando em consideração não apenas os aspectos econômicos, mas também a preservação e a perpetuação da cultura local.

Conclusões

Este estudo faz uma revisão temporal das publicações indexadas em bases de dados científicas sobre agroquímicos para toda a bacia amazônica. Mostra o início e o número de publicações por décadas dos diferentes países que a compõem. Descreve também como têm sido distribuídas as diferentes abordagens aos estudos de agrotóxicos, revelando possíveis vieses e lacunas no conhecimento nos dados pormenorizados.

O uso de agrotóxicos e a expansão da fronteira agrícola são questões relacionadas e multifacetadas que envolvem diversos setores, sendo o aspecto econômico rumo a um mercado global, aquele que prevalece atualmente. Consequentemente, há necessidade premente de ampliar os esforços de pesquisa em todas as questões abordadas, particularmente sobre os efeitos adversos à saúde humana e ambiental (partes bióticas e abióticas) da Amazônia.

Também é importante ressaltar a necessidade de descrever alternativas sustentáveis de produção para a região. Uma solução potencial passa pelo aproveitamento da produção agrícola de espécies silvestres com abordagem orgânica e a transformação desses produtos naturais feita pelos mesmos membros das comunidades locais, ativando a bioeconomia e o impacto social. Numerosos estudos de caso, como o do guaraná nesta revisão, demonstram a viabilidade

de replicar abordagens semelhantes em diferentes comunidades, culturas e países que compõem a bacia amazônica.

Embora a investigação científica sobre os pesticidas tenha aumentado exponencialmente nos últimos 15 anos, continua a ser necessário melhorar as políticas públicas e a colaboração entre os 8 países que compõem a bacia. As ligações internacionais entre universidades e institutos de investigação permitirão o estabelecimento de redes de colaboração que promoverão a investigação futura em benefício da gestão sustentável dos recursos naturais da Amazônia.

Agradecimentos – Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio ao desenvolvimento da primeira edição da Escola São Paulo de Ciências Avançadas (ESPCA) Amazônia Inclusiva e Sustentável, FAPESP 2022/06028-3. Nosso agradecimento especial aos professores que participaram da ESPCA, fizeram comentários e deram sugestões para melhorar esta revisão.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

- AGUIAR, O. D. C. M., DA SILVA LOPES, S. K., CASCAES, S. F., TRINDADE, L. L. L., DONEGÁ, M. V. B., RABELO, N. P., DA SILVA, S. C. P., PEREIRA, C. F., DE SOUZA, L. A. N., & FRAXE, T. D. J. P. (2021). Sistema agrícola tradicional e certificação orgânica: o caso dos guaranazais nativos das comunidades tradicionais do Alto Urupadí, Maués (AM). In: **Carla da Silva Sousa, Sayonara Cotrim Sabioni, Francisco de Sousa Lima.(Org.). Agroecologia: Métodos E Técnicas Para Uma Agricultura Sustentável. 1ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2**, 80-100. <https://doi.org/10.37885/210203245>
- ARÉVALO-JARAMILLO, P., IDROBO, A., SALCEDO, L., CABRERA, A., VINTIMILLA, A., CARRIÓN, M., & BAILON-MOSCOSO, N. (2019). Biochemical and genotoxic effects in women exposed to pesticides in Southern Ecuador. **Environmental Science and Pollution Research, 26**(24), 24911-24921. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05725-7>
- ARVOR, D., TRITSCH, I., BARCELLOS, C., JÉGOU, N., & DUBREUIL, V. (2017). Land use sustainability on the South-Eastern Amazon agricultural frontier: Recent progress and the challenges ahead. **Applied geography, 80**, 86-97.
- ARYA, A. K., SINGH, A., & BHATT, D. (2019). Pesticide applications in agriculture and their effects on birds: an overview. **Contaminants in agriculture and environment: health risks and remediation, 5**(10), 130-137.
- ATHIÊ, S., & DIAS, M. (2016). Use of perches and seed dispersal by birds in an abandoned pasture in the Porto Ferreira state park, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology, 76**, 80-92.

- ATROCH, A. L., NASCIMENTO-FILHO, F. J. D., ANGELO, P. D. S., FREITAS, D. V. D., SOUSA, N. R. D., RESENDE, M. D., & CLEMENT, C. (2012). Domestication and breeding of the guaraná tree. **Domestication and Breeding: Amazonian Species, Federal University of Viçosa, Viçosa**, 333-360.
- BARRÉ, K., LE VIOL, I., JULLIARD, R., CHIRON, F., & KERBIRIOU, C. (2018). Tillage and herbicide reduction mitigate the gap between conventional and organic farming effects on foraging activity of insectivorous bats. **Ecology and Evolution**, **8**(3), 1496-1506.
- BEAUFORT, B., WOLF, S., & MARY, R. (2008). **Le guarana, trésor des indiens Sateré Mawé: mythes fondateurs, biodiversité, commerce équitable**. Y. Michel.
- BOMBARDI, L. M. (2017). **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo.
- BRINKMAN, W. (1983). Nutrient balance of a central Amazonian rainforest: comparison of natural and man-managed systems. **Hydrology of Humid Tropical Regions IAHS Publication**(140).
- COLIN, T. O., MEIKLE, W. G., WU, X., & BARRON, A. B. (2019). Traces of a neonicotinoid induce precocious foraging and reduce foraging performance in honey bees. **Environmental Science & Technology**, **53**(14), 8252-8261.
- COPATTI, C. E., GARCIA, L. D. O., & BALDISSEROTTO, B. (2009). Uma importante revisão sobre o impacto de agroquímicos da cultura de arroz em peixes. **Biota Neotropica**, **9**.
- DAAM, M. A. (2022). Towards a tiered regulatory framework for the prospective aquatic effect assessment of pesticides in (Neo) tropical areas. **Integrated environmental assessment and management**.
- DE ARAÚJO MASCARENHAS, G. M., DE ARAÚJO, L. M., & TIETZMANN, J. A. (2020). Agrotóxicos, dominação e fronteiras: significação, relação e perspectivas sobre o pacote tecnológico agrícola e a Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, **10**(3).
- DE OLIVEIRA, H. F. M., & AGUIAR, L. M. S. (2015). The response of bats (Mammalia: Chiroptera) to an incidental fire on a gallery forest at a neotropical savanna [Article]. **Biota Neotropica**, **15**(4), Article e0091. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0091>
- DUROFIL, A., RADICE, M., BLANCO-SALAS, J., & RUIZ-TÉLLEZ, T. (2021). Piper aduncum essential oil: a promising insecticide, acaricide and antiparasitic. A review. **Parasite**, **28**, 42. <https://doi.org/10.1051/parasite/2021040> (L'huile essentielle de Piper aduncum: un insecticide, acaricide et antiparasitaire prometteur. Une synthèse.)
- FAO. (2022). Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators – Global, regional and country trends, 1990–2020. **FAOSTAT Analytical Briefs**, no. 46. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cc0918en>
- FIGUEROA, A. L. G. (2016). Guaraná, a máquina do tempo dos Sateré-Mawé. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, **11**.
- FILOCHE, G., & PINTON, F. (2014). Who Owns Guaraná? Legal Strategies, Development Policies and Agricultural Practices in Brazilian Amazonia. **Journal of Agrarian Change**, **14**(3), 380-399.
- GILL, R. J., RAMOS-RODRIGUEZ, O., & RAINE, N. E. (2012). Combined pesticide exposure severely affects individual-and colony-level traits in bees. **Nature**, **491**(7422), 105-108.
- GONDIM, C. J. E. (1984). Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke - Sapindaceae. **Acta Amazonica**, **14**.
- GONZALES, J. (2022). **Chemical defoliant sprayed on Amazon rainforest to facilitate deforestation in Brazil**. Retrieved February 14, 2023 from [https://news.mongabay.com/2022/01/pesticides-released-into-brazils-amazon-to-degrade-rainforest-and-facilitate-deforestation/#:~:text=Glyphosate%20carbosulfan%20\(prohibited%20on%20aerial,of%20Deforestation%20\(the%20Legal%20Amazon](https://news.mongabay.com/2022/01/pesticides-released-into-brazils-amazon-to-degrade-rainforest-and-facilitate-deforestation/#:~:text=Glyphosate%20carbosulfan%20(prohibited%20on%20aerial,of%20Deforestation%20(the%20Legal%20Amazon)
- GUARDA, P. M., PONTES, A. M. S., DOMICIANO, R. D. S., GUALBERTO, L. D. S., MENDES, D. B., GUARDA, E. A., & DA SILVA, J. E. C. (2020). Assessment of Ecological Risk and Environmental Behavior of Pesticides in Environmental Compartments of the Formoso River in Tocantins, Brazil. **Archives of**

Environmental Contamination and Toxicology, 79(4), 524-536. <https://doi.org/10.1007/s00244-020-00770-7>

IBAMA. (2018). **Instrução Normativa Nº 27, De Dezembro de 2018. Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis**. Retrieved 21 de Janeiro de 2023 from www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=138813

IBAMA. (2020). **Consumo de agrotóxicos e afins (2000 - 2019)**. Retrieved 14 de Fev. 2023 from http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2019/grafico_do_historico_de_comercializacao_2000-2019.pdf.

IBGE. (2021). **Produção do guaraná**. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/guarana/am>

IDESAM. (2018). INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA. A cadeia de valor do guaraná de Maués. **Ana Carolina Bastida da Silva, Eric Marotta Brosler, Laís Bentes de Almeida, Marina Yasbek Reia, Ramon Weinz Morato**, 82 p. il. Color. ISBN:978-85-64371-34-7.

JÚNIOR, J. M. V., VARGAS, L. P., & BET, V. T. (2022). Flexibilização dos agrotóxicos no Brasil: a expansão dos registros e do consumo. **Iniciação Científica Cesumar**, 24(1), 1-22.

LEITE, M. S. (2007). **Transformação e persistência: antropologia da alimentação e nutrição em uma sociedade indígena amazônica**. Editora Fiocruz.

LERMEN, J., BERNIERI, T., RODRIGUES, I. S., SUYENAGA, E. S., & ARDENGHI, P. G. (2018). Pesticide exposure and health conditions among orange growers in Southern Brazil. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, 53(4), 215-221.

LIMA, F. A. N. D. S., CORRÊA, M. L. M., & GUGELMIN, S. A. (2022). Territórios indígenas e determinação socioambiental da saúde: discutindo exposições por agrotóxicos. **Saúde em Debate**, 46, 28-44.

LIMA, M. C. D., & ROCHA, S. D. A. (2012). Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil. **Brasília, IBAMA**(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

LOUTER, A. J. H., VAN BEEKVELT, C. A., CID MONTANES, P., SLOBODNIK, J., VREULS, J. J., & BRINKMAN, U. A. T. (1996). Analysis of microcontaminants in aqueous samples by fully automated on-line solid-phase extraction-gas chromatography-mass selective detection. **Journal of Chromatography A**, 725(1), 67-83. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9673\(95\)00979-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9673(95)00979-5)

MARIN, F. R., ZANON, A. J., MONZON, J. P., ANDRADE, J. F., SILVA, E. H. F. M., RICHTER, G. L., ANTONLIN, L. A. S., RIBEIRO, B. S. M. R., RIBAS, G. G., BATTISTI, R., HEINEMANN, A. B., & GRASSINI, P. (2022). Protecting the Amazon forest and reducing global warming via agricultural intensification. **Nature Sustainability**, 5(12), 1018-1026. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00968-8>

MARQUES, N. R., DE LIMA, I. C. M., LOPES, A. C., DE ALCÂNTARA MENDES, R., FAIAL, K. R. F., MOTA, A. M., & MIRANDA, F. P.-J. (2022). Neurological Evaluation in Quilombolas Individuals Exposed to Organophosphorus Pesticides in the Brazilian Amazon Population. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, 9, 7.

MARTINELLI, L. A., COLETTA, L. D., LINS, S. R. M., MARDEGAN, S. F., & DE CASTRO VICTORIA, D. (2016). Brazilian Agriculture and Its Sustainability. In G. Steier & K. K. Patel (Eds.), **International Food Law and Policy** (pp. 767-792). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07542-6_32

MARTINELLI, L. A., NAYLOR, R., VITOUSEK, P. M., & MOUTINHO, P. (2010). Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 2(5), 431-438. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.09.008>

MENDEZ, A., NG, C. A., TORRES, J. P. M., BASTOS, W., BOGDAL, C., DOS REIS, G. A., & HUNGER-BUEHLER, K. (2016). Modeling the dynamics of DDT in a remote tropical floodplain: indications of post-ban use? **Environmental Science and Pollution Research**, 23(11), 10317-10334. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5641-x>

- MUSSY, M. H., BRUCHA, G., REIS, M. G., USHIMARU, P. I., YAMASHITA, M., & BASTOS, W. R. (2013). Identification of microorganisms resistant to the herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) in soils of Rondonia, Brazil. **Interciencia**, **38**(5), 353-357.
- NEVES, P., COLABUONO, F., FERREIRA, P., KAWAKAMI, S., TANIGUCHI, S., FIGUEIRA, R., MAHIQUES, M., MONTONE, R., & BÍCEGO, M. (2018). Depositional history of polychlorinated biphenyls (PCBs), organochlorine pesticides (OCPs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an Amazon estuary during the last century. **Science of the Total Environment**, **615**, 1262-1270.
- NOBRE, C., ENCALADA, A., ANDERSON, E., & NEVES, E. G. (2021). Science panel for the Amazon: Amazon Assessment Report 2021: executive summary.
- OCHOA-CUEVA, P. A., ARTEAGA, J., ARÉVALO, A. P., & KOLOK, A. S. (2022). A potential pesticides exposure index (PPEI) for developing countries: Applied in a transboundary basin. **Integr Environ Assess Manag**, **18**(1), 187-197. <https://doi.org/10.1002/ieam.4470>
- OLIVEIRA, J., DESTRO, A., FREITAS, M., & OLIVEIRA, L. (2020). How do pesticides affect bats?—A brief review of recent publications. **Brazilian Journal of Biology**, **81**, 499-507.
- OLIVEIRA, L. K. D., PIGNATI, W., PIGNATTI, M. G., BESERRA, L., & LEÃO, L. H. D. C. (2018). Processo sócio-sanitário-ambiental da poluição por agrotóxicos na bacia dos rios Juruena, Tapajós e Amazonas em Mato Grosso, Brasil. **Saúde e Sociedade**, **27**, 573-587.
- PAGE, M. J., MCKENZIE, J. E., BOSSUYT, P. M., BOUTRON, I., HOFFMANN, T. C., MULROW, C. D., SHAMSEER, L., TETZLAFF, J. M., AKL, E. A., BRENNAN, S. E., CHOU, R., GLANVILLE, J., GRIMSHAW, J. M., HRÓBJARTSSON, A., LALU, M. M., LI, T., LODER, E. W., MAYO-WILSON, E., MCDONALD, S., . . . MOHER, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **International Journal of Surgery**, **88**, 105906. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2021.105906>
- PAZ, F. S., PINTO, C. E., DE BRITO, R. M., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., & GIANNINI, T. C. (2021). Edible fruit plant species in the Amazon forest rely mostly on bees and beetles as pollinators. **Journal of economic entomology**, **114**(2), 710-722.
- PEREIRA, C. F., DA SILVA, S. C. P., DONEGÁ, M. V. B., FRAXE, T. D. J. P., DA SILVA LOPES, S. K., CASCAES, S. F., AGUIAR, O. D. C. M., JUNIOR, S. V. C., TRINDADE, L. L. L., & PEREIRA, J. V. R. G. (2020). Certificação Orgânica de Cultivos de Guaraná Originários de Sementes Nativas pelas Comunidades Tradicionais do Alto Urupadí, Maués, AM. **Cadernos de Agroecologia**, **15**(4).
- PEREIRA, C. F., SILDARRIAGA, G. M., SANTIAGO, J. L., FRAXE, T. D. J. P., & CASTRO, A. P. D. (2018). Organização de controle social da produção agroecológica do guaraná selvagem (Paullinia cupana Khunt.): experiência da Associação dos Agricultores Familiares do Alto Urupadí, no município de Maués—Amazonas. **Cadernos de Agroecologia**, **13**(1).
- PEREIRA, J. C. (2005). Cultura do guaranzeiro no Amazonas (4. Edição). **Embrapa Amazônia Ocidental** 40 p. ISSN 1679-8880
- PESSOA, M. C. P. Y., FIGUEIREDO, R. D. O., DE QUEIROZ, S. C. N., GOMES, M. A. F., SOARES PEREIRA, A., CARVALHO, E. J. M., FERRACINI, V. L., SOUZA, M. D. D., LIMA, L. M., & CRUZ, F. M. (2010). CMLS94 Trends on Water Risk Contamination by Pesticide at Two Field Crops over Areas of Aquifers at Amazon and Southeast Regions, Brazil.
- PIGNATI, W. A., CORRÊA, M., & LEÃO, L. (2021). Desastres sócio-sanitário-ambientais do agronegócio e resistências agroecológicas no Brasil. **São Paulo: Outras Expressões**, **15**, 364.
- PÏNHEIRO, C. D. P. D. S., SILVA, L. C., MATLABA, V. J., & GIANNINI, T. C. (2022). Agribusiness and environmental conservation in tropical forests in the eastern Amazon. **Sustainable Production and Consumption**, **33**, 863-874. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.015>
- POSSAMAI, R., & SERIGATI, F. (2022). A relevância do bioma Amazônia para a produção agrícola. **AgroANALYSIS**, **42**(2), 16-18.
- REGINA, A. W. (2021). Como os indígenas percebem a contaminação por agrotóxicos. **Cuiabá: OPAN**, 23. <https://amazonianativa.org.br/wp-content/uploads/2022/10/Como-os-indigenas-percebem-a-contaminacao-por-agrotoxicos.pdf>

- REID, W. V., MOONEY, H. A., CROPPER, A., CAPISTRANO, D., CARPENTER, S. R., CHOPRA, K., DAS-GUPTA, P., DIETZ, T., DURAIAPPAH, A. K., & HASSAN, R. (2005). **Ecosystems and human well-being-Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment**. Island Press.
- REIS, L. S., BOULOUBASSI, I., MENDEZ-MILLAN, M., GUIMARÃES, J. T. F., DE ARAÚJO ROMEIRO, L., SAHOO, P. K., & PESSEDA, L. C. R. (2022). Hydroclimate and vegetation changes in southeastern Amazonia over the past 25,000 years. **Quaternary Science Reviews**, **284**, 107466. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107466>
- RIBEIRO, H. M., & DE SÁ NETO, C. E. (2019). Meios de extermínio na sociedade de risco: A pulverização de agrotóxicos em terras indígenas brasileiras. **Revista Jurídica Luso-Brasileira (RJLB)**, **5**.
- RIBEIRO, M. F. (2020). **Desmatamento zero: modelo sustentável inova a criação de gado na Amazônia**. Retrieved 14 de fev. 2023 from <https://brasil.mongabay.com/2020/04/desmatamento-zero-modelo-sustentavel-inova-a-criacao-de-gado-na-amazonia/#:~:text=A%20cria%C3%A7%C3%A3o%20de%20gado%20na%20Amaz%C3%B4nia%2C%20contudo%2C%20est%C3%A1%20quase%20sempre,Quase%20tudo%20ilegal>
- RICO, A., DE OLIVEIRA, R., SILVA DE SOUZA NUNES, G., RIZZI, C., VILLA, S., DE CAROLI VIZIOLI, B., MONTAGNER, C. C., & WAICHMAN, A. V. (2022). Ecological risk assessment of pesticides in urban streams of the Brazilian Amazon. **Chemosphere**, **291**, 132821. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132821>
- RICO, A., WAICHMAN, A. V., GEBER-CORRÊA, R., & VAN DEN BRINK, P. J. (2011). Effects of malathion and carbendazim on Amazonian freshwater organisms: comparison of tropical and temperate species sensitivity distributions. **Ecotoxicology**, **20**(4), 625-634. <https://doi.org/10.1007/s10646-011-0601-9>
- RODRIGUES-ALCÂNTARA, C. (2013). **Amazon: Biodiversity Conservation, Economic Development, and Human Impact**. Nova Publishers.
- RODRIGUES, A. O., DE SOUZA, L. C., DA SILVA ROCHA, C. C., DA COSTA, A. C. G., & DE ALCÂNTARA MENDES, R. (2017). Assessment of DDT and Metabolites in Soil and Sediment of Potentially Contaminated Areas of Belém, Amazon Region, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, **99**(1), 125-130. <https://doi.org/10.1007/s00128-017-2090-x>
- RÖMBKE, J., WAICHMAN, A. V., & GARCIA, M. V. (2008). Risk assessment of pesticides for soils of the Central Amazon, Brazil: comparing outcomes with temperate and tropical data. **Integrated environmental assessment and management**, **4**(1), 94-104.
- SÁNCHEZ-BAYO, F., GOULSON, D., PENNACCHIO, F., NAZZI, F., GOKA, K., & DESNEUX, N. (2016). Are bee diseases linked to pesticides?—A brief review. **Environment international**, **89**, 7-11.
- SCHIESARI, L., WAICHMAN, A., BROCK, T., ADAMS, C., & GRILLITSCH, B. (2013). Pesticide use and biodiversity conservation in the Amazonian agricultural frontier. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, **368**(1619), 20120378.
- SHIMANO, Y., & JUEN, L. (2016). How oil palm cultivation is affecting mayfly assemblages in Amazon streams [10.1051/limn/2016004]. **Ann. Limnol. - Int. J. Limn.**, **52**, 35-45. <https://doi.org/10.1051/limn/2016004>
- SILVA, G. S. D., MATOS, L. V. D., FREITAS, J. O. D. S., CAMPOS, D. F. D., & ALMEIDA E VAL, V. M. F. D. (2019). Gene expression, genotoxicity, and physiological responses in an Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818), exposed to Roundup® and subsequent acute hypoxia. **Comparative biochemistry and physiology. Toxicology & pharmacology : CBP**, **222**, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2019.04.010>
- SIVITER, H., KORICHEVA, J., BROWN, M. J., & LEADBEATER, E. (2018). Quantifying the impact of pesticides on learning and memory in bees. **Journal of Applied Ecology**, **55**(6), 2812-2821.
- SPLETOZER, A. G., SANTOS, C. R. D., SANCHES, L. A., & GARLET, J. (2021). Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Ciência Florestal**, **31**.
- TRINDADE, L. L. L., CASCAES, S. F., PINHEIRO, N. R., PEREIRA, J. V. R. G., DA SILVA LOPES, S. K., & DONEGÁ, M. V. B. (2021). Extensão universitária e certificação orgânica: o caso das comunidades tradicionais no alto rio Urupadí, Maués-AM University extension and organic certification: the case of

- traditional communities in the Urupadí upper river, Maués-AM. **Brazilian Journal of Development**, **7**(12), 115030-115054.
- VAL, A. L., DUARTE, R. M., CAMPOS, D., & DE ALMEIDA-VAL, V. M. F. (2022). Environmental stressors in Amazonian riverine systems.
- VASCO, C., TORRES, B., JÁCOME, E., TORRES, A., ECHE, D., & VELASCO, C. (2021). Use of chemical fertilizers and pesticides in frontier areas: A case study in the Northern Ecuadorian Amazon. **Land Use Policy**, **107**, 105490. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105490>
- VIANA, J. L. M., DINIZ, M. D. S., SANTOS, S. R. V. D., VERBINNEN, R. T., ALMEIDA, M. A. P., & FRANCO, T. C. R. D. S. (2020). Antifouling biocides as a continuous threat to the aquatic environment: Sources, temporal trends and ecological risk assessment in an impacted region of Brazil. **Science of the Total Environment**, **730**, 139026. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139026>
- VIANA, J. L. M., DOS SANTOS, S. R. V., DOS SANTOS FRANCO, T. C. R., & ALMEIDA, M. A. P. (2019). Occurrence and partitioning of antifouling booster biocides in sediments and porewaters from Brazilian Northeast. **Environmental Pollution**, **255**, 112988. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.112988>
- WAICHMAN, A. V. (2012). A problemática do uso de agrotóxicos no Brasil: a necessidade de construção de uma visão compartilhada por todos os atores sociais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, **37**, 42-47.
- WAICHMAN, A. V., EVE, E., & DA SILVA NINA, N. C. (2007). Do farmers understand the information displayed on pesticide product labels? A key question to reduce pesticides exposure and risk of poisoning in the Brazilian Amazon. **Crop Protection**, **26**(4), 576-583.
- WINEMILLER, K. O., AGOSTINHO, A. A., & CARAMASCHI, É. P. (2008). 5 - Fish Ecology in Tropical Streams. In D. Dudgeon (Ed.), **Tropical Stream Ecology** (pp. 107-III). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012088449-0.50007-8>
- WINTERMANTEL, D., PEREIRA-PEIXOTO, M.-H., WARTH, N., MELCHER, K., FALLER, M., FEURER, J., ALLAN, M. J., DEAN, R., TAMBURINI, G., KNAUER, A. C., SCHWARZ, J. M., ALBRECHT, M., & KLEIN, A.-M. (2022). Flowering resources modulate the sensitivity of bumblebees to a common fungicide. **Science of the Total Environment**, **829**, 154450. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154450>
- ZHAO, H., LI, G., CUI, X., WANG, H., LIU, Z., YANG, Y., & XU, B. (2022). Review on effects of some insecticides on honey bee health. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 105219.

Sobre os autores

Ana Claudia Batista é Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), mestra em Ciências (Tecnologia da Madeira) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). Atualmente é doutoranda no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/ USP). <https://orcid.org/0000-0001-8226-7996>

Fátima Aparecida Arcanjo é Bióloga, graduada na Universidade Estadual de Londrina (UEL), com mestrado e doutorado em Ciências Biológicas com ênfase em Biodiversidade e Conservação em Habitats Fragmentados/UEL. Atualmente realiza pós-doutorado na Universidade Estadual de Londrina. <https://orcid.org/0000-0002-9107-6339>

Isabela Maria Souza Silva é Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Amazonas/UEA, com mestrado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA. Atualmente é doutoranda no Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo – CENA/USP. <https://orcid.org/0000-0001-7311-359X>

Maria Gabriella da Silva Araújo é Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), mestre em Ciências, com área de concentração em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo/USP e atualmente é aluna de doutorado no programa de Ecologia Aplicada Interunidades da ESALQ-CENA. <https://orcid.org/0000-0003-1366-9929>

Mario Rique Fernandes é formado em Ecologia, com mestrado em Desenvolvimento Sustentável e doutorado em Antropologia Social. É membro do Núcleo de Estudos da Amazônia Indígena (NEAI/UFAM) e consultor do Comitê Científico da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA). <https://orcid.org/0000-0002-1891-2943>

Pablo Ochoa Cueva é Engenheiro de Gestão Ambiental pela Universidade Técnica Particular de Loja – UTPL, com doutorado em Ciências e Tecnologias Agrícolas, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural pelas Universidades de Córdoba e Málaga. Atualmente é professor catedrático da UTPL nas modalidades presencial e à distância. <https://orcid.org/0000-0003-2230-1026>

Ulysses Madureira Maia é Biólogo formado pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Possui mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), e doutorado em Zoologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). <https://orcid.org/0000-0003-0940-9331>



Poluição por mercúrio em comunidades indígenas pan-amazônicas: um retrato da realidade

Patrick C. Cantuária^{1, 2}; Alejandra Zamora-Jerez³; Diletta Accardo⁴; Fábio M. Alkmin⁵; Lamberto Valqui-Valqui^{6, 7}; Manuel Cabrera-Quezada^{8, 9}; Haru Angelina Garcia Meza¹⁰; Miguel A. Urquijo-Pineda¹¹

¹ Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá-IEPA, Macapá, Amapá-Brasi – patrickcantuaria@iepa.ap.gov.br

² Secretaria de Estado do Meio Ambiente-SEMA, Macapá, Amapá-Brasil – patrick.cantuaria@sema.ap.gov.br

³ Universidad del Valle de Guatemala-UVG, Ciudad de Guatemala- Guatemala – oazamora@uvg.edu.gt

⁴ University of Birmingham-Birmingham, Birmingham-United Kingdom – diletta.accardo@gmail.com

⁵ Universidade de São Paulo-USP, São Paulo-Brasil – fabiogeo@usp.br

⁶ Universitat Jaume I-UJI, Castellón de la Plana-Espana – lambertoalqui@gmail.com

⁷ Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, Lima-Peru

⁸ Universidad Estatal Amazónica-UEA, Sucumbios-Ecuador – manuelcabreraquezada@gmail.com

⁹ Universidad de Pinar del Río Hermanos-UPR, Saiz Montes de Oca – Cuba

¹⁰ Universidad Nacional Agraria La Molina-UNALM, Lima-Peru – harugarciam@gmail.com

¹¹ Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM-DGAPA, Ciudad de México-México – miguel1983cps@hotmail.com

* Autor correspondente: Patrick de Castro Cantuária – patrickcantuaria@iepa.ap.gov.br

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_005

RESUMO

Este artigo discute a questão da contaminação por mercúrio na Amazônia, um metal bioacumulativo usado na mineração artesanal de ouro. Esse problema socioambiental tem afetado diretamente as comunidades indígenas e ribeirinhas, causando problemas neurológicos, cardiovasculares, digestivos e reprodutivos. Com base em uma perspectiva científica interdisciplinar, que busca considerar a complexa realidade dos povos indígenas amazônicos, o objetivo é propor medidas que possam ajudar essas comunidades a lidar com esse problema. Além da revisão da literatura sobre o tema, tomou-se por referência uma pesquisa produzida pela FioCruz na Terra Indígena Sawré Muybu (Pará), em 2019, atualmente uma das regiões mais contaminadas por mercúrio no Brasil. As propostas de ação incluem medidas educativas e preventivas, orientações ao poder público, monitoramento ambiental e de saúde, além do fortalecimento das capacidades das comunidades indígenas para lidar com a contaminação. O estudo destaca a importância de uma abordagem interdisciplinar e colaborativa para enfrentar esse problema complexo e urgente na Amazônia.

Palavras-chave: Amazônia, mercúrio, povos indígenas.

Introdução

A Amazônia abrange nove países da América do Sul, e sua extensão equivale a um terço de todas as florestas tropicais remanescentes no mundo. Este bioma abriga mais da metade da biodiversidade do planeta e é composto por pelo menos dez tipos distintos de florestas. A bacia amazônica, que se expande por uma área de 6,9 milhões de quilômetros quadrados, desempenha papel indispensável no clima e no ciclo hidrológico global, sendo responsável por armazenar cerca de 20% da água doce do mundo (Ab'Saber 2003). Ao longo dos últimos 11 mil anos, a Amazônia tem sido preservada e cultivada por uma multiplicidade de grupos indígenas. Esses grupos têm mantido uma relação simbiótica com o ecossistema, evidenciando profunda conexão entre as comunidades humanas e o bioma (Neves 2006).

Embora a mineração ilegal de ouro não seja um fenômeno recente na Amazônia brasileira, a expansão dessas atividades tem se acelerado notavelmente nos últimos anos. Essa expansão tem sido alimentada pelo aumento dos preços globais do ouro e pela insuficiência de regulamentação e fiscalização ajustadas às complexas dinâmicas econômicas, sociais e políticas subjacentes a esta prática (Skidmore 2022). No contexto dessa expansão, o uso do mercúrio (Hg), um metal com elevado potencial tóxico, tem apresentado desafios significativos em termos de impactos socioambientais. Embora seu uso na mineração seja permitido sob autorização da Agência Nacional de Mineração (ANM), a fiscalização e o controle efetivos do comércio, uso e descarte do mercúrio têm se mostrado problemáticos, especialmente no Norte do país, onde este metal chega ilegalmente aos garimpos.

Apesar de o Brasil ter assumido compromissos internacionais para a redução do uso de mercúrio, como estabelecido pela Convenção de Minamata, tais compromissos têm enfrentado obstáculos significativos para sua implementação efetiva. A comercialização de ouro clandestino no mercado legal, por exemplo, é facilitada por empresas financeiras autorizadas a comprar esse metal (DTVMs), que muitas vezes carecem de devida diligência ou supervisão sobre o minério citado fornecido pelos vendedores (Skidmore 2022). Tais desafios têm contribuído para tornar a questão do mercúrio um dos principais problemas socioambientais na Amazônia atualmente. A mineração ilegal tem levado a desmatamento significativo e ao deslocamento de comunidades locais, enquanto o uso de mercúrio na extração de ouro tem causado danos graves ao meio ambiente, com a liberação de mais de 1.000 toneladas de mercúrio por ano a partir de minas ilegais (Skidmore 2022).

As comunidades indígenas e ribeirinhas da Amazônia são particularmente afetadas por esse problema, uma vez que sua sobrevivência está diretamente

relacionada ao acesso e interação com a biodiversidade local e com um ambiente potencialmente contaminado (Basta & Hacon 2020). O mercúrio é frequentemente usado para amalgamar o ouro, ajudando a separá-lo de outras substâncias. Essa amálgama é aquecida, fazendo com que o mercúrio evapore e deixe para trás o ouro. No entanto, o mercúrio evaporado não desaparece, ele é liberado no ar e pode ser inalado ou se depositar em solos e corpos d'água na área circundante. Além disso, parcela do mercúrio usado no processo de amalgamação não evapora, permanecendo na forma líquida ou na forma de pequenas gotas, e pode, assim, se depositar nos rios ou no solo, afetando os processos ecológicos essenciais, como a decomposição e a fixação de nitrogênio.

Esse mercúrio também pode entrar na cadeia alimentar, quando é convertido por bactérias em metilmercúrio (MeHg), uma forma orgânica de mercúrio que é facilmente absorvida pelos organismos. O MeHg é bioacumulativo, ou seja, acumula-se nos tecidos dos animais, principalmente dos peixes, e pode ser transferido para os seres humanos quando esses animais são consumidos. A exposição crônica pode causar uma variedade de problemas de saúde, incluindo problemas neurológicos, cardiovasculares, digestivos e reprodutivos (Heck 2014; Basta & Hacon 2020). Além disso, o mercúrio é particularmente prejudicial para as mulheres grávidas, pois pode afetar o desenvolvimento do feto. Em resumo, o mercúrio pode matar ou causar problemas de saúde em ampla gama de animais, incluindo peixes, aves e mamíferos.

A região onde vivem os indígenas Munduruku, às margens do rio Tapajós, no Pará, é atualmente uma das mais contaminadas por mercúrio no Brasil (Risso *et al.* 2021). Um estudo de campo realizado pela FioCruz em 2019, na Terra Indígena Sawré Muybu (TI), constatou que, nas áreas mais afetadas pela mineração ilegal, nove em cada dez Munduruku estavam contaminados pelo metal (Basta & Hacon 2020). Esta pesquisa incluiu avaliações neurológicas, pediátricas e genéticas; amostras de pele e de fios de cabelo; medição dos níveis de hemoglobina, peso e altura; bem como avaliação da contaminação por mercúrio em peixes da área. Considerando esse estudo, o objetivo do presente artigo é discutir medidas de ação que possam ser adotadas pelas comunidades indígenas amazônicas que sofrem processos similares. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica da literatura científica sobre o tema, incluindo marcos institucionais e legais, recomendações médicas, planos de ação na área da saúde, ambiental e socioeconômica, bem como uma abordagem antropológica que leva em conta a complexa realidade amazônica. A questão que motivou o desenvolvimento do presente trabalho é: como a poluição por mercúrio causa problemas em comunidades indígenas pan-amazônicas? Esse entendimento vai ser construído com base em experiências encontradas sobre a Comunidade Indígena Munduruku.

Terra Indígena Sawré Muybu: contexto histórico e social

A terra indígena Sawré Muybu, localizada no Estado do Pará (Amazônia brasileira), faz parte do conjunto de territórios habitados pelo povo indígena Mundurucu (Wuy jugu), cuja nação se estende ao longo da bacia do rio Tapajós (Figura 1).

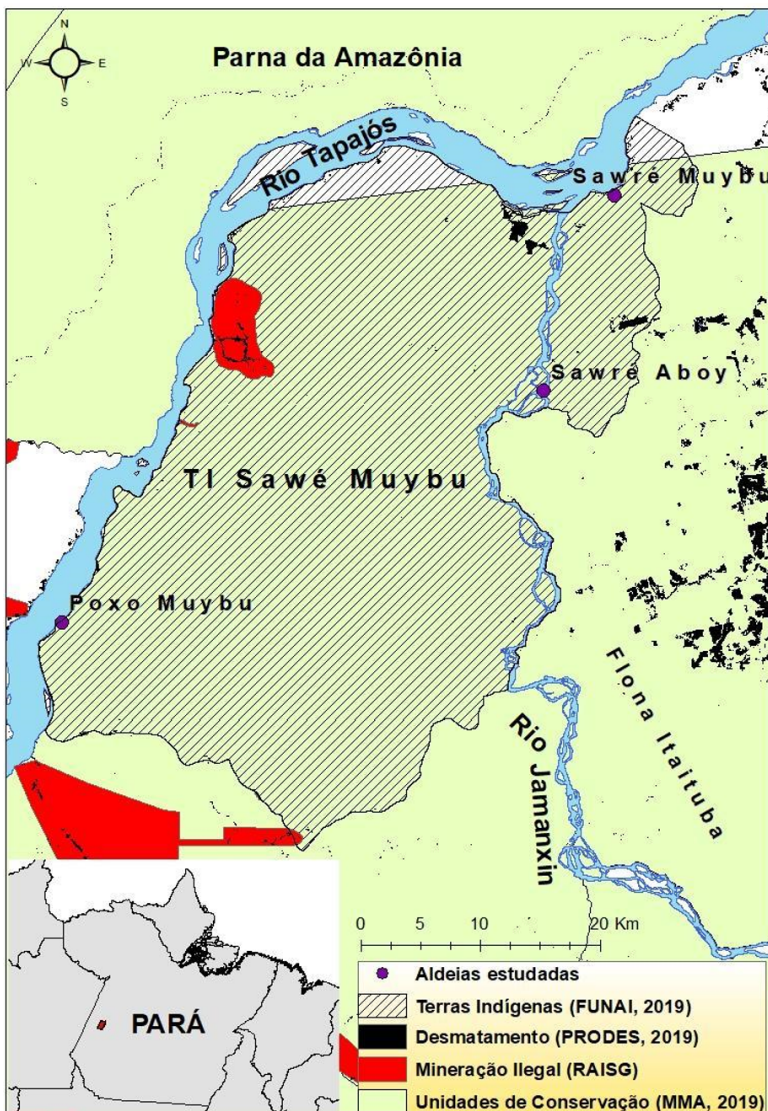


Figura 1 Mapa da área de estudo. Adaptado: Basta & Hacon (2020).

Os Munduruku são um povo historicamente reconhecido por sua inclinação à guerra, o que lhes permitiu impor sua presença cultural no Vale do Tapajós. Após a conquista, os Munduruku conseguiram resistir à invasão europeia até o século XVIII. Nesse período, os missionários lideraram a colonização e facilitaram a exploração de recursos naturais do sertão, como a madeira de cumaru e o cacau. No entanto, a maior expansão extrativista vivenciada pelos Munduruku ocorreu durante o *boom* da borracha, no século XIX. A extração da borracha provocou uma ocupação violenta e acelerada do Tapajós, o que gerou um ataque direto à população indígena. Esses povos eram utilizados como mão de obra escrava na atividade extrativista (Melo 2008).

Após a conclusão do ciclo da extração da borracha, os territórios habitados pelos Munduruku adquiriram um novo valor para o mercado capitalista devido à descoberta de reservas de ouro na área durante o último terço do século XX. Nesse período, o avanço do garimpo ilegal intensificou-se como resultado de processos de colonização interna patrocinados pelo Estado, como a construção da rodovia Transamazônica em 1972. Essa pressão se intensificou nas últimas décadas, particularmente durante a presidência de Jair Bolsonaro, que promoveu políticas voltadas ao fortalecimento das frentes extrativas, o que representou um retrocesso para os avanços até então alcançados na proteção desses povos, como a demarcação de seu território. Como apontam Wark e Wyllys (2022):

As incursões de forasteiros continuam até hoje, trazendo violência e doenças, como a epidemia de sarampo dos anos 40, que dizimou a população, e agora o envenenamento por mercúrio da mineração selvagem. Mais recentemente, desde que Bolsonaro assumiu o cargo, em janeiro de 2019, os ataques de garimpeiros ilegais e, direta ou indiretamente, grandes pecuaristas, plantadores de soja e outros grileiros só aumentaram, com a conivência das autoridades locais e nacionais, especialmente após uma decisão do Supremo Tribunal Federal obrigando o governo a proteger os povos indígenas Yanomami e Munduruku. Bolsonaro prometeu não manter “homens pré-históricos em zoológicos”, não “demarcar mais um centímetro” da Amazônia e incita qualquer tipo de violência para se safar porque, para ele, “onde há terra indígena, há riqueza embaixo dela” (Wark & Wyllys 2022).

A intensificação das atividades extrativistas nos territórios habitados pelos Munduruku tem levado a um aumento acelerado dos níveis de contaminação de recursos essenciais para a sobrevivência desse povo. A pesca é a sua principal

atividade de subsistência, que, por sua vez, apoia as práticas rituais e o intercâmbio comunitário. Além da pesca, a caça, a coleta e a agricultura são práticas indispensáveis à vida dos Munduruku, cujos mecanismos de reprodução cultural estão intrinsecamente relacionados à conservação do meio ambiente, uma vez que garante a continuidade de suas práticas produtivas, religiosas e culturais. Note-se que, para os Munduruku, os elementos que denominam suas tribos repousam sobre a natureza que os rodeia, de modo que a conservação do meio ambiente é um requisito fundamental para a preservação de seus mitos fundadores e a reprodução de sua linguagem ancestral (Scopel *et al.* 2018).

O impacto da poluição da mineração vai além das considerações sobre os efeitos de longo prazo que essa atividade pode causar. Essa situação já mostra um impacto imediato não só nos habitantes do território Munduruku, mas também nas gerações futuras. De acordo com um estudo realizado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e pelo Centro de Inovação Científica da Amazônia (Cincia) em cidades adjacentes a áreas de mineração como Sawré Muybu, Sawré Aboy e Poxo Muybu, 57,9% de seus habitantes têm níveis de mercúrio no corpo superiores aos níveis de segurança estabelecidos pelas normas internacionais. A principal fonte de exposição ao MeHg, para os povos indígenas, é o consumo de peixes, que são contaminados nas águas de rios e nascentes provenientes da mineração artesanal. Os peixes contaminados, por sua vez, iniciam uma cadeia alimentar que transmite o mercúrio às pessoas e até mesmo aos seus filhos através da gravidez ou do leite materno (Basta & Hacon 2020).

O acúmulo de problemas que esse grupo enfrenta atualmente põe seriamente em risco a sua sobrevivência material e cultural. Por isso, hoje, sua luta se concentra na defesa territorial pela conservação de suas florestas e rios, contra ameaças como a poluição por mercúrio, derivada da mineração. Diante dessa situação, este estudo tem por objetivo realizar uma abordagem holística da complexa realidade dos Sawré Muybu no âmbito de propostas concretas para a possível realização de ações diretas que visem reduzir o avanço das frentes extrativistas no território.

Quadro institucional e jurídico para a utilização do mercúrio

A Convenção de Minamata acerca do mercúrio (Ministério do Meio Ambiente do Peru 2016) é um tratado global, juridicamente vinculativo, estabelecido para salvaguardar a saúde humana e o ambiente dos impactos nocivos desse elemento. Instituída em 2013 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio

Ambiente, essa convenção contou com a ratificação de 128 nações até 2021. O nome “Minamata” remonta à cidade japonesa que, na década de 1950, foi palco de um devastador episódio de envenenamento por mercúrio, resultando em milhares de vidas perdidas e um duradouro impacto na saúde e qualidade de vida dos sobreviventes. Esse pacto internacional reconhece a magnitude do mercúrio como uma questão ambiental de escala global e tem por meta a gestão adequada desse metal, mitigando seus efeitos deletérios. Para cumprir esse propósito, a Convenção estipula uma série de estratégias visando controlar e diminuir o uso, o comércio e o descarte do mercúrio. Tais estratégias englobam a gradual extinção da mineração de mercúrio e do uso do mesmo em produtos como baterias, lâmpadas fluorescentes e termômetros, além de requerer o armazenamento e descarte seguros de resíduos contendo mercúrio. Ademais, a Convenção ressalta a relevância da cooperação internacional, da transferência de tecnologia e do fortalecimento de capacidades como meios para apoiar a implementação dos compromissos acordados.

Diante dos sérios perigos atrelados ao uso do mercúrio, tanto o Brasil quanto a esfera internacional adotaram ações para disciplinar sua utilização e amenizar seus efeitos deletérios. No contexto brasileiro, a principal estrutura legal orientadora do uso de mercúrio é atualmente constituída pelo Plano Nacional de Redução do Uso de Mercúrio na Mineração de Ouro Artesanal e de Pequena Escala (PNMC), instaurado em 2022 pelo Ministério de Minas e Energia (MME), sendo descrito em detalhes em Sohn (2022). Esse plano delinea diretrizes e estratégias com o objetivo de atenuar o emprego de mercúrio na mineração de ouro, uma atividade que se destaca como uma das principais fontes de poluição ambiental. Além disso, o PNMC almeja incentivar a aplicação de tecnologias alternativas mais seguras e sustentáveis. Embasa-se, ainda, em uma variedade de instrumentos jurídicos internacionais destinados a regular a utilização desse metal tóxico.

O Poder Judiciário e o Legislativo também vêm atuando contra o uso indevido do mercúrio. Em setembro de 2021, o Supremo Tribunal Federal (STF) decidiu, por unanimidade, pela inconstitucionalidade da Lei 1.453/2021, do Estado de Roraima, que permitia o licenciamento para atividades de garimpo com o uso de mercúrio. A lei, questionada pela Rede Sustentabilidade com uma Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) 6.672, foi considerada pelo relator, ministro Alexandre de Moraes, como contrária ao modelo federal de proteção ambiental, que exige licenças ambientais específicas para as diferentes fases de atividades potencialmente poluentes. Além disso, a lei foi vista como uma violação ao direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme o

artigo 225 da Constituição Federal, e como usurpação da competência exclusiva da União para legislar sobre recursos minerais e metalurgia, de acordo com o artigo 22, inciso XII, da mesma Constituição.

O Projeto de Lei 1011, proposto pelo senador Randolfe Rodrigues em 2023, institui a Política Nacional de Prevenção da Exposição ao Mercúrio e o Sistema de Controle da Exposição ao Mercúrio (SICEM), ambos voltados para o monitoramento da exposição ao mercúrio pela população brasileira, especialmente em regiões afetadas por garimpo ilegal. O projeto prevê a cooperação entre diferentes níveis de governo e incentiva estudos epidemiológicos, disponibilizando dados coletados pelo SICEM aos pesquisadores. Além disso, estabelece uma campanha contínua de conscientização sobre os riscos da exposição ao mercúrio e designa o dia 8 de novembro como o Dia Nacional de Combate à Exposição e Intoxicação por Mercúrio. Essa legislação é particularmente relevante em um contexto no qual o Brasil, como signatário da Convenção de Minamata, busca reduzir o uso de mercúrio na mineração de ouro e controlar sua importação e uso, especialmente em atividades ilegais, em cumprimento aos compromissos internacionais.

Essas ações foram desencadeadas após estudos revelarem a situação alarmante enfrentada pelo povo Munduruku. Entre 2018 e 2019, foi registrado um aumento de 101,12% na extensão dos rios devastados no território Munduruku, saltando de 88,5 quilômetros para 178 quilômetros. Conforme relatório do Greenpeace de 2020, ano em que o presidente Jair Bolsonaro encaminhou ao Congresso o Projeto de Lei 191/2020 – propondo a liberação de Terras Indígenas (TIs) para mineração e exploração energética –, evidencia-se uma nova onda de atividades intensas na região (Dantas 2021). Em virtude disso, em 29 de maio de 2020, o Greenpeace protocolou uma denúncia junto ao Ministério Público Federal do Pará (MPF-PA), solicitando a imediata e permanente retirada dos garimpeiros das TIs Munduruku e Sai Cinza. Em 16 de junho, o MPF apresentou uma ação requisitando que a Polícia Federal (PF), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e a Fundação Nacional do Índio (Funai) tomassem medidas contra a mineração ilegal nas terras indígenas do sudoeste do Pará e identificassem aqueles que “demonstram consistentemente desrespeito ao cumprimento de leis que reconhecem os direitos indígenas e asseguram a proteção ambiental” (Greenpeace Brasil 2020).

Em síntese, a questão é complexa e requer uma abordagem multidimensional, que una as esferas local, nacional e internacional. A Convenção de Minamata e os planos nacionais, como o PNMC, são passos significativos nessa direção. Contudo, também é fundamental aumentar a consciência pública sobre

os riscos da exposição ao mercúrio, implementar tecnologias alternativas na mineração e fortalecer a legislação e a fiscalização. Afinal, a proteção da saúde humana, a preservação dos direitos indígenas e a conservação do ambiente são responsabilidades compartilhadas, que demandam a colaboração contínua e engajada de todos os atores envolvidos.

Em dezembro de 2022, o Partido Socialista Brasileiro (PSB) ajuizou, no STF, a ADI 7273, para tentar rever o poder fiscalizador do Estado sobre as atividades de mineração na floresta, incluindo em terras indígenas; os argumentos expostos relatam que é altamente questionável e mal posicionado o princípio da boa-fé. Isso posto, as Distribuidoras de Títulos e Valores Mobiliários (DTVM) passam a adotar e armazenar somente as informações prestadas pelos vendedores, que em muitos casos são posseiros e garimpeiros ilegais. É mencionado, ainda, que a Lei 12.844/2013 tem por finalidade prestar socorro aos agricultores familiares que tivessem prejuízos causados por problemas na safra (eventos climáticos, por exemplo) e não tratar de transporte e comercialização de ouro na Amazônia, ou em Terras Indígenas (STF 2023).

Diagnóstico socioambiental

Impacto ambiental causado pelo uso de mercúrio em componentes bióticos (flora e fauna) e componentes abióticos (solo, água e ar)

O mercúrio é o terceiro elemento mais tóxico do planeta, de acordo com a Agência do Governo dos EUA para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (Rice *et al.* 2014). Esse metal ocorre naturalmente em baixas concentrações em praticamente todos os ambientes geológicos e assume várias formas: elementar (ou metálico), inorgânico (por exemplo, cloreto de mercúrio) e orgânico (como metilmercúrio e etilmercúrio) (Crespo-Lopez *et al.* 2019; Gerson *et al.* 2022). Todas essas formas de mercúrio têm diferentes toxicidades e diferentes implicações para os ecossistemas, porque são poluentes e bioacumuláveis (UN Environment 2019).

O mercúrio é introduzido naturalmente no ambiente por meio de erupções vulcânicas e emissões dos oceanos. Uma vez emitido para o ar, pode viajar milhares de quilômetros na atmosfera antes de se depositar novamente na terra sob a forma de chuva, que envolve a deposição de mercúrio através das ações de precipitação, neve ou nevoeiro (UN Environment 2019), ou de gás seco, que ocorre quando as partículas ou o vapor de mercúrio são depositados diretamente na superfície da terra (Steenhuisen & Wilson 2019). A influência an-

tropogênica no que diz respeito ao mercúrio é evidenciada pela combustão estacionária de combustíveis fósseis (24%), biomassa (21%), atividades industriais (28%) e emissões de resíduos, que incluem produtos com adição de mercúrio e representam cerca de 7% das emissões globais (Global Mercury Assessment 2018).

As atividades antropogênicas, como a mineração, representam um elevado risco para o ambiente devido à desflorestação, à degradação da qualidade da água e aos processos de perturbação dos ecossistemas associados. É ainda mais dramático para a saúde humana, em virtude da contaminação das massas de água, em que os microrganismos podem transformar o mercúrio em MeHg, que se acumula nos peixes, nos crustáceos e nos animais que comem peixe, incluindo os seres humanos. (Steenhuisen & Wilson 2019; Crespo-Lopez *et al.* 2019; UN Environment 2019; Basta *et al.* 2021). Essas atividades têm tido um impacto histórico na Amazônia (Sonter 2017; Paiva 2020; Couto 2021), causando mudanças intensivas no uso da terra (Asner 2016) e poluindo a água doce com rejeitos de mineração (Webb 2004). Além disso, as áreas impactadas continuam a se expandir, abrangem áreas protegidas e não protegidas da bacia amazônica (Roy 2018; Ferrante 2019; Rorato 2020), fazendo com que o impacto ambiental cresça desproporcionalmente e se torne mais difícil de mensurar, deixando consequências graves e impactos negativos que não podem ser remediados ou mitigados (Tarras-Wahlberg 2000, Asner 2016).

Do ponto de vista histórico, o mercúrio foi amplamente utilizado na América do Sul pelos colonizadores espanhóis em atividades de extração de ouro e prata. Entre 1550 e 1880, cerca de 200.000 toneladas métricas de mercúrio foram liberadas no ambiente (Malm 1998). Apesar disso, estima-se que aproximadamente dois terços do mercúrio presente no ambiente tenham sido liberados durante o século XX e que a carga de mercúrio dispersa hoje seja três vezes maior do que a do início dos anos 1900 (*ibidem*). Atualmente, o mercúrio utilizado pelos garimpeiros ilegais na Amazônia brasileira teria origem em mercados ilícitos localizados principalmente na Bolívia. Para se ter uma ideia de seu alto uso, para cada quilo de ouro extraído ilegalmente, são utilizados cerca de 2,8 quilos de mercúrio (Indaga 2021), e estima-se que a atividade de mineração ilegal libere, em média, cerca de 24 quilos de mercúrio por quilômetro quadrado de área prospectada (OTCA 2018). Como aponta a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA) em sua Análise Diagnóstica Regional Transfronteiriça da Bacia Amazônica de 2018, calcula-se que só a Amazônia brasileira tenha recebido 2.300 toneladas de mercúrio até 1994, e depois registrou volumes em torno de 150 toneladas por ano.

O mercúrio é extremamente volátil e, além disso, não se desintegra, ou seja, não desaparece com o tempo, mas adquire diferentes formas químicas (Crespo-Lopez *et al.* 2019; Gerson *et al.* 2022). De fato, a propagação do mercúrio é regida por um complexo ciclo global e transfronteiriço, que afeta a atmosfera, a hidrosfera e a geosfera (UN Environment 2019; Gerson *et al.* 2022). Este ciclo poluente inicia-se com a separação do ouro das partículas de rochas, areia ou outro material a que está associado através do processo de amalgamação, sendo depois o mercúrio separado do ouro por aquecimento, num processo que ocorre ao ar livre e libera vapores que geram impactos negativos diretos na saúde das pessoas que estão em contato, expressos em déficits orgânicos, neurológicos, cognitivos e psicológicos do indivíduo por inalação. (Mercury & Health 2017). Finalmente, uma vez frio, esse gás pode ser transportado em massas de ar a longas distâncias e reciclado entre os principais compartimentos ambientais, como sedimentos lacustres e solos subsuperficiais, contaminando os seres vivos que dependem desses recursos (UN Environment 2019).

A contaminação do solo e dos recursos hídricos é o impacto mais significativo causado pela descarga incorreta de mercúrio (Calderon 2020). Como mostra a Figura 2(a), a atividade mineradora ilegal não aplica medidas de remediação ou mitigação após o processo de extração mineral. Essas práticas levam à formação de poças de água e enormes extensões de terra contaminada com mercúrio expostas ao ar livre, que, pela ação de microrganismos como bactérias anaeróbias e fungos, têm a capacidade de metilar o mercúrio nos ecossistemas aquáticos e terrestres (Beckers & Rinklebe 2017; ONU Meio Ambiente 2019; Crespo-López *et al.* 2021). O mercúrio bioacumula-se nos seres vivos (peixes, macroinvertebrados, pessoas, plantas, etc.), alterando a cadeia alimentar desses ecossistemas (Bayón 2015; Global Mercury Assessment 2018; El Comercio 2020). Outro impacto negativo é a acumulação de material estéril de resíduos de rocha (Figura 2b), que modifica a fisiografia do terreno e provoca mudanças no uso do solo (Calderón 2020), alterando o habitat e causando problemas de sedimentação nos sistemas lacustres circundantes (Cao 2020).

Em ambientes aquáticos, essas circunstâncias geralmente incluem condições anóxicas (baixo oxigênio) e alto nível de matéria orgânica. Esta é também uma condição válida para ambientes terrestres, onde a metilação pode ser facilitada em áreas como zonas úmidas pela presença de determinadas espécies vegetais que favorecem a metilação microbiana (Crespo-López *et al.* 2021; Gerson *et al.* 2022).

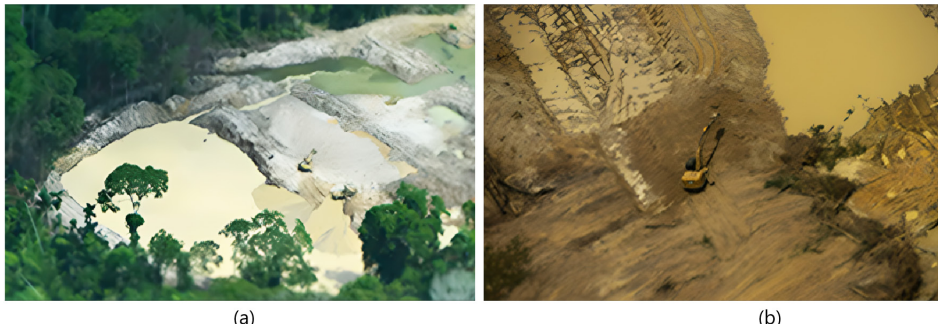


Figura 2 Impactos da mineração ilegal no rio Tapajós e em terras indígenas do povo Munduruku. a) Piscinas de águas contaminadas expostas ao longo do rio Tapajós; b) Detritos gerados pela exploração de ouro e a formação de barragens para acúmulo sedimentar. Foto: Adaptado do Greenpeace Brasil (2020).

Nos ecossistemas terrestres, no entanto, esse processo geralmente não é tão problemático, porque o mercúrio inorgânico tende a ser menos biodisponível nos solos e, portanto, menos disponível para absorção pelos organismos. Inversamente, os organismos aquáticos podem absorver diferentes formas de mercúrio, principalmente através dos alimentos (absorção indireta), embora também possam fazê-lo, em menor grau, diretamente a partir da água (absorção direta) (UN Environment 2019). De fato, o mercúrio incorporado nos organismos sofre bioacumulação, um processo através do qual os organismos podem absorver o contaminante mais rapidamente do que removê-lo (Molina *et al.* 2010), e pode ocorrer também a biomagnificação, o que significa que a concentração desse poluente aumenta à medida que se move para um nível trófico mais elevado na cadeia alimentar (Leung *et al.* 2017; Basu *et al.* 2022). Em outras palavras, à medida que aumenta o nível trófico da cadeia alimentar, o MeHg acumula-se e concentra-se nos tecidos de predadores de nível superior, como peixes grandes e mamíferos marinhos. Assim, peixes que têm uma dieta carnívora e se alimentam de outros peixes podem acumular níveis especialmente altos de MeHg em seus tecidos (Mahhaffey 1999; Leung *et al.* 2017; Basu *et al.* 2022).

Outro recurso afetado pela mineração ilegal é a flora. A capacidade de absorção de mercúrio em florestas tropicais perenes é favorecida por fatores como: o grande índice de área foliar e o período em que as folhas permanecem na planta (Wohlgemuth *et al.* 2020; Feinberg *et al.* 2022). Ou seja, o maior tempo de vida das folhas também favorece a absorção e maiores concentrações de mercúrio na vegetação florestal desses ecossistemas (Pleijel *et al.* 2021), o que se traduz em impactos sobre populações indígenas e comunidades que depen-

dem da agricultura de subsistência e do uso de produtos não madeireiros da floresta.

Também, os processos de desmatamento nesses territórios, nas fases de exploração e exploração, têm provocado a degradação e perda de toda a vegetação, conforme pode ser observado na Figura 2(a) e (b), além da alteração dos sistemas de drenagem e da destruição do habitat de inúmeras espécies da fauna associadas a esses ecossistemas (Minam 2016). O desmatamento nessas áreas cresceu 495% entre 2010 e 2020, segundo estudo realizado pela organização MapBiomas (MapBiomas 2020; Salazar 2021). O relatório do MapBiomas salienta que 65% das atividades mineiras na bacia amazônica brasileira são ilícitas e que a instalação de “garimpos” quintuplicou em terras indígenas e cresceu 301% em áreas de conservação. A atividade de mineração teve um aumento de 6.500 hectares por ano entre 2010 e 2020, enquanto no período de 1985 a 2019 apresentou um aumento médio anual de 1.500 hectares (MapBiomas 2020, Salazar 2021).

O território dos Munduruku faz parte das 34 áreas protegidas em que há presença de garimpo ilegal no Brasil (Inpe 2021) e representa 60% dos alertas de desmatamento em terras indígenas na Amazônia identificados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) entre janeiro e abril de 2020 (Instituto Igarapé 2020). Com a ajuda de imagens de satélite constatou-se que, em 2021, houve um aumento de 58% na taxa de desmatamento (Inpe 2021).

Impactos à saúde humana

Do ponto de vista histórico, o mercúrio tem sido empregado há quase 3000 anos (Ye *et al.* 2016). Utilizado pelos egípcios, fenícios e gregos, tinha significado mágico na alquimia, em que era conhecido como “o mensageiro dos deuses”. Seu nome na tabela periódica dos elementos vem da palavra latina *hydrargyrum* (Hg), que significa “prata líquida” (Faria 2003).

A ação tóxica do mercúrio na saúde humana também é conhecida já há algum tempo. De fato, a partir do século XVII, a fabricação de chapéus era uma ocupação notoriamente perigosa, uma vez que envolvia a utilização de grandes quantidades desse metal. O envenenamento por mercúrio tornou-se tão comum entre os fabricantes de chapéus na Grã-Bretanha vitoriana que se acredita que Lewis Carroll tinha a doença em mente quando inventou a personagem do Chapeleiro Louco em *As Aventuras de Alice no País das Maravilhas*. Além disso, os sintomas psicóticos da intoxicação por mercúrio têm sido estudados desde o século XVIII, quando as drogas por mercúrio começaram a ser amplamente utilizadas no tratamento da sífilis (Waldron 1983).

A história do envenenamento por mercúrio em pequena e grande escalas foi amplamente ilustrada por Coulter (2016). Como mencionado anteriormente, o primeiro caso bem documentado de intoxicação aguda por mercúrio devido ao consumo de peixes contaminados ocorreu em Minamata, Japão, em 1953. A condição clínica foi oficialmente reconhecida e nomeada de doença de Minamata em 1956. No entanto, muitos anos depois, ainda se discute a definição dessa doença em termos de sintomas clínicos e extensão das lesões. Em termos gerais, a medição biológica (biomonitorização) do mercúrio no cabelo, sangue, unhas e urina, por exemplo, permite quantificar a exposição e relacioná-la com possíveis efeitos na saúde.

Atualmente, a literatura sobre intoxicação e exposição ao mercúrio inorgânico em humanos consiste em relatos de casos clínicos (Teixeira *et al.* 2018). A investigação mais recente centra-se no estudo dos efeitos na saúde em casos de exposição crônica, de baixo ou moderado grau (Ye *et al.* 2016). A esse respeito, deve-se notar que inúmeros estudos ainda estão sendo realizados e que as manifestações clínicas da síndrome mercurial e a fisiopatologia da intoxicação por mercúrio também dependem da forma e, em alguns casos, da via de contaminação pela substância.

O metilmercúrio é uma molécula lipossolúvel facilmente absorvida e bioacumulada por organismos de baixo táxon (Mahhaffey 1999) e, portanto, biomagnificada ao longo da cadeia alimentar (Basu *et al.* 2022). Na Amazônia, isso representa um grande problema, já que várias comunidades dependem dos peixes como fonte de proteína (Azevedo *et al.* 2020). A neurotoxicidade do MeHg foi documentada em vários estudos (Branco *et al.* 2021; Santos-Sacramento *et al.* 2021; Paduraru *et al.* 2022). Esta toxina pode interagir com enzimas, funções da membrana celular e neurônios, causando estresse oxidativo, peroxidação lipídica e mau funcionamento das mitocôndrias. Além disso, faz com que a transmissão da sinapse (união entre um neurônio e outra célula) não ocorra satisfatoriamente e que o transporte adequado de aminoácidos nas células seja interrompido (Crespo-López *et al.* 2005).

No caso do sistema reprodutor, a toxicidade por MeHg pode levar a anormalias cromossômicas (National Research Council 2000). Altas concentrações de MeHg causam a redução da contagem de espermatozoides e a atrofia dos testículos (United States Environmental Protection Agency 2001). Em mulheres grávidas, o mercúrio é transmitido ao feto pela placenta (National Research Council 2000), causando problemas durante o desenvolvimento dos órgãos (Ha *et al.* 2017). Grandjean *et al.* (2010) relataram problemas em recém-nascidos, como baixo peso ao nascer, atraso no desenvolvimento neuronal e crescimento lento das crianças

em geral (United States Environmental Protection Agency 2001). Foi documentada uma correlação positiva significativa entre as concentrações de mercúrio no cabelo das mães e das crianças, transmitidas pelo leite materno (Marques *et al.* 2016).

Vários sintomas da doença de Minamata foram observados em comunidades na Amazônia, que estão associados a altos níveis de exposição ao mercúrio (Crespo-Lopez *et al.* 2021). Os habitantes dessas comunidades podem consumir entre duas e seis vezes os níveis máximos recomendados de MeHg (Crespo-Lopez *et al.* 2021), acumulando níveis de mercúrio superiores a 6,0 µg/g, o que é considerado um risco à saúde (Basta *et al.* 2021).

Lacerda *et al.* (2020) determinaram que os habitantes da comunidade do Tapajós (Pará) tinham concentrações de mercúrio significativamente maiores do que os garimpeiros expostos a vapores de mercúrio na Serra Pelada (Pará). Isso foi relacionado ao comprometimento da capacidade visual na comunidade do Tapajós. Basta *et al.* (2021) encontraram alterações somatossensoriais e problemas de fluência verbal em pessoas com mais de 12 anos de idade. A prevalência foi mais elevada nas comunidades de Sawré Aboy e Sawré Muybu, cujos níveis de exposição ao mercúrio foram superiores a 10 µg/g (de acordo com a OMS, os níveis seguros de acumulação devem ser inferiores a 6 µg/g). Oliveira *et al.* (2021) encontraram padrões semelhantes nos habitantes de Poço Muybu, apesar de as concentrações de mercúrio serem mais baixas, em comparação com as comunidades acima mencionadas. No entanto, os níveis populacionais estão acima da concentração-limite segura para o organismo.

Outros sintomas documentados nas comunidades amazônicas incluem déficits motores (problemas na coordenação de movimentos, por exemplo) (Costa *et al.* 2017; Basta *et al.* 2021) e distúrbios emocionais como ansiedade e insônia (Costa *et al.* 2017). Foram detectados problemas no desenvolvimento neuronal em crianças, bem como problemas psicomotores, perturbações da visão (Fillion *et al.* 2013) e dificuldade em processar e recordar informação (Santos-Lima *et al.* 2020).

Impactos socioeconômicos

Além dos graves impactos na saúde humana, a mineração ilegal de ouro e seus efeitos poluentes alteram a vida das comunidades, que sofrem com ela de diversas formas. Em primeiro lugar, é fundamental reconhecer a amplitude do problema gerado pela constante expansão da frente mineira sobre os territórios de reserva tradicionalmente ocupados pelos povos indígenas na Pan-Amazônia, em especial os Munduruku, do rio Tapajós. Essa ameaça é sistemática, porque o Brasil faz parte de uma cadeia de extração de ferro e ouro na qual o país desempenha um papel decisivo, uma vez que atualmente está entre os territórios

que possuem as maiores reservas de ouro do mundo, juntamente com outros na bacia amazônica, como a Venezuela (Manzoli *et al.* 2021), que também concentra uma grande reserva localizada em áreas habitadas principalmente por povos indígenas amazônicos.

Nesse cenário, os povos indígenas vivenciam as maiores externalidades do processo extrativo nas esferas ecológica, cultural e econômica, a partir das atividades ilegais derivadas da extração de minérios, principalmente ouro, por meio de técnicas artesanais que não são regulamentadas por qualquer tipo de legislação que contenha ou controle o impacto derivado do passivo ambiental deixado por essa atividade no território.

No caso da população Munduruku e outras da bacia amazônica, destacam-se impactos na concentração de bens comuns, como a poluição nos aquíferos, a deterioração do solo e o impacto na flora e fauna frequentemente consumidas por esses grupos. Por outro lado, a mineração ilegal está desvinculada do sistema tributário dos estados, porque sua atividade não é declarada, fazendo com que o estado assuma suas consequências (remediação ambiental), mas não se beneficie de seus lucros. Segundo relatório do IWGIA, na bacia do Tapajós, território Munduruku, pelo menos “30 toneladas de ouro por ano, aproximadamente R\$ 4,5 bilhões em renda não declarada, ou seja, seis vezes mais do que a atividade jurídica na região”, são extraídos (Alcántara 2021).

Na área das comunidades indígenas, a mineração se vale de atos de violência e chantagem dos grupos mineradores em relação aos seus habitantes, da degradação do tecido comunitário indígena, dos processos de recrutamento e pressão exercidos pelos garimpeiros, da ocupação e criação de núcleos externos cujo desenvolvimento social se dá no quadro de uma dinâmica urbana e amplamente poluente. A isto se combina a alteração dos hábitos de consumo das comunidades, com a introdução de novos produtos nocivos para a sua saúde e para o tecido social, como o álcool e as drogas.

Esses impactos desenvolvem-se paralelamente a um contexto ecológico amplamente contaminado por resíduos químicos como o mercúrio, que se espalha na água e nos peixes que essas populações implantadas consomem. Ao mesmo tempo, devemos acrescentar o deslocamento forçado de comunidades ameaçadas pela presença de garimpeiros, que, concomitantemente, leva a outros fenômenos, como a exploração laboral das comunidades, bem como o tráfico e a exploração sexual de crianças (Matos 2016).

Estudo realizado pela ONG Global Initiative against Transnational Organized Crime, em 2016, mostrou as ligações entre a mineração ilegal de ouro e o crime organizado em países como Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, México,

Nicarágua, Peru e Venezuela. A investigação mostrou que essa atividade contribui para fenômenos como o financiamento de grupos insurgentes, lavagem de dinheiro e corrupção. Além disso, provoca o deslocamento forçado da população local, acelera a destruição ambiental e promove a exploração laboral e sexual de seus habitantes (Global Initiative Against Transnational Organized Crime 2016).

Nesse cenário, a mineração tem contribuído para o aprofundamento de um dos problemas fundamentais historicamente enfrentados pelas comunidades indígenas amazônicas, que é a falta de demarcação de seus territórios. A partir disso se pode ter uma ideia do vácuo legal que possibilita a apropriação, contaminação e destruição da vida e do meio ambiente dessas comunidades. Essa situação de abandono radicalizou-se durante o período de governo de Jair Bolsonaro, cuja política se tornou genocida e anti-indígena, promovendo o avanço das frentes extrativistas nos territórios amazônicos, mesmo naqueles considerados como áreas protegidas.

Planos de ação

O desenvolvimento de um plano de ação requer uma boa compreensão da realidade do setor no qual decorrem as atividades mineiras, a fim de apoiar a formulação de estratégias realistas e eficazes enquadradas pela lei e medir o progresso na sua implementação (Keane *et al.* 2023). Isto exige a coleta de dados sobre a utilização e práticas de mercúrio nos locais de extração de ouro em pequena escala (ASGM) e consultas às partes interessadas, bem como literatura confiável, informação socioeconômica, de saúde e ambiental, como demonstrado por O'Neill & Telmer (2017).

As informações devem se concentrar em dados como: a quantidade estimada de mercúrio utilizada pelo setor, a quantidade estimada de ouro extraído, número estimado de mineiros envolvidos no setor (por gênero) e informação geográfica pormenorizada sobre a extração artesanal e em pequena escala de ouro. Além disso, foram coletadas informações qualitativas, incluindo a presença de piores práticas, bem como várias informações ambientais, sanitárias e socioeconômicas documentadas (Keane *et al.* 2023).

Impactos ambientais

Avaliação da importância dos impactos

A avaliação do impacto ambiental será realizada em função da importância e dos impactos adversos causados ao ambiente, a extensão geográfica do impacto, a duração e a frequência, a irreversibilidade do impacto e a magnitude

da alteração da componente. A aplicação desses critérios é subjetiva e exigirá justificção com dados quantitativos e qualitativos da avaliação ambiental. Os critérios sugeridos para avaliar a importância do impacto no ambiente serão os seguintes: fisionomia da vegetação, área ou espécie protegida; importância regional ou global do recurso (flora e fauna); relação do recurso com as populações locais; e fatores socioeconômicos. Os critérios sugeridos para avaliar a extensão geográfica do impacto no ambiente estarão relacionados com o fato de o impacto ser local, regional ou internacional; a duração do impacto estará ligada à escala temporal da atividade, seja ela temporária, de curto prazo, de longo prazo ou permanente; a frequência, de acordo com a taxa em que a atividade ocorre ou se repete durante determinado período de tempo, seja ela intermitente, sazonal ou constante; o risco, baseado na probabilidade de ocorrência do impacto: improvável ou provável; a reversibilidade (resiliência), determinada pelo fato de o impacto ser irreversível ou a recuperação do recurso ser de curto ou longo prazo; e a magnitude da alteração da componente ambiental, seja ela pequena, média ou grande; além de um plano de monitorização permanente da influência do mercúrio no ambiente. Essas informações serão utilizadas para propor medidas de controle e mitigação dos impactos causados ao meio ambiente.

Revisão e reforço do quadro regulamentar e processual

Propõe-se a revisão dos regulamentos e procedimentos de formalização e regularização, através da revisão do quadro regulamentar e da verificação da necessidade de atualização. Além da realização de um censo minerário e da atualização do cadastro para conhecer a situação atual (número de mineradores envolvidos no setor).

Estratégia para a redução das liberações e riscos de exposição ao mercúrio e eliminação das piores práticas

Promover a adoção de tecnologias eficientes para a extração e transformação do ouro sem utilização de mercúrio, realizando uma pesquisa de tecnologias disponíveis no mercado que possam ser aplicáveis à realidade, transferindo para a comunidade o conhecimento de tecnologias aplicáveis e promovendo acordos com universidades e centros de pesquisa para a inclusão de pesquisa em tecnologias alternativas à utilização de mercúrio. Além disso, formação e informação através do desenvolvimento de programas de formação, baseados em lições aprendidas e casos de sucesso.

Estratégia para o controle do comércio ilegal e da utilização de mercúrio

Reforçar o sistema de controle e monitorização do comércio e utilização de mercúrio, através do planejamento e execução de operações de controle em coordenação com as instituições estaduais competentes, para verificar a utilização de mercúrio.

Estratégia para a redução da extração mineira ilegal

Através do aumento das capacidades locais de prevenção e combate ao garimpo ilegal e da promoção de atividades produtivas alternativas ao desenvolvimento do garimpo em áreas sensíveis, além da implementação de planos de intervenção e de alerta precoce em áreas vulneráveis à expansão do garimpo ilegal.

Alimentação humana

As espécies de peixes carnívoros, estando no topo da cadeia alimentar, tendem a acumular maior quantidade de mercúrio no corpo (Leung *et al.* 2017). Por conseguinte, é prudente evitar essas espécies para consumo humano até que os níveis de mercúrio sejam considerados toleráveis como alimentos.

Nesse sentido, propõe-se realizar um trabalho direto com as comunidades locais, em conjunto com a Funai, para sensibilizá-las para o problema do mercúrio e as consequências que isso acarreta. Pode-se determinar quais espécies de peixes cujo consumo é mais seguro; por exemplo, peixes herbívoros e/ou detritívoros com concentrações mais baixas de mercúrio. No entanto, a abundância de espécies aquáticas com essas características é menor. Outra medida importante seria implementar outras fontes de proteína. Na região amazônica existem diversas espécies de plantas com alto teor proteico, como (Shanley *et al.* 2012):

- ◆ Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) – 100 g de polpa têm 1,9 g de proteína.
- ◆ Burití (*Mauritia flexuosa* L.f.), cuja polpa contém 11% de proteína.
- ◆ Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl), cuja farinha contém até 46% de proteína. A noz pode conter 12% a 17% de proteína, o que representa metade do conteúdo presente na carne bovina e o dobro de calorias.
- ◆ Patauá (*Oneocarpus bataua* Mart.) – 100 g de óleo contém 3,3 g de proteína, um pouco mais do que o leite de vaca.

Essa é uma estratégia de emergência que poderia reduzir drasticamente a ingestão de mercúrio nas comunidades indígenas. No entanto, devem ser im-

plementadas pouco a pouco e sem desrespeitar os costumes locais, uma vez que se trata de recursos naturais utilizados para a sua sobrevivência.

Socioeconômico

É preciso reconhecer o papel fundamental desempenhado por comunidades indígenas como os Munduruku no processo de defesa de seus espaços vitais e de seus bens para a correta gestão, organização, delimitação e uso de seus recursos. Para isso, é necessário estabelecer um marco legal de reconhecimento (demarcação territorial) e consulta sobre o uso e exploração do território por terceiros ou sob dinâmicas alheias às condutas tradicionais da comunidade.

Nesse cenário, apresentam-se três eixos fundamentais para a reconstituição do território e do tecido social comunitário afetado pela deterioração ecológica e espacial derivada da atividade minerária. O primeiro refere-se à descontaminação de solos e rios que afetam a flora e, principalmente, a fauna (peixes) de consumo, das quais derivam a intoxicação dos habitantes do território. Em segundo lugar, a reparação econômica derivada da atividade minerária que afeta diretamente as comunidades e as impede de continuar com suas dinâmicas produtivas tradicionais. E, em terceiro lugar, o fortalecimento do tecido comunitário do povo Munbduruku e de outras comunidades indígenas e quilombolas amazônicas, socialmente afetadas pelo recrutamento, violência e outras táticas de dissolução do núcleo comunitário na presença de frentes extrativistas como a mineração voltada para o ouro.

Em nível internacional, deve-se ressaltar a consciência ecológica e a solidariedade humana de modo a sensibilizar para as consequências do consumo de produtos ou bens cujo impacto ecológico e social esteja comprovado, como, neste caso, o ouro e outros metais. A degradação cultural das comunidades também deve ser evitada através da presença concreta da autoridade do Estado em defesa das populações indígenas, como os Munduruku e outros povos pan-amazônicos.

Também é importante controlar os recursos derivados dessa atividade, evitando-se, assim, a introdução excessiva de assentados vinculados ou próximos desse tipo de ocupação. Dessa forma, contém-se a criação de centros semiurbanos ou vilas dentro do território amazônico que tenham forte impacto social e ecológico, por serem altamente poluentes. É necessário, também, considerar o monitoramento constante dos processos de descontaminação e reparação ecológica, e neste a participação auto-organizada dos povos desempenha papel fundamental.

Conclusões

Dentre as práticas implementadas para a mineração, uma das que tem causado maior impacto é o uso do mercúrio como parte intrínseca do processo de amalgamação e posterior recuperação do ouro, atividade que vem sendo desenvolvida há décadas no território Munduruku, ameaçando sistematicamente a saúde humana e o meio ambiente. Impactos como desmatamento, perda de biodiversidade, contaminação de corpos hídricos, bioacumulação em organismos vivos e saúde humana têm feito parte da realidade dessa área. Diante dessa problemática, fazem-se necessários o protagonismo e o compromisso das instituições do Estado com o monitoramento constante e o estabelecimento de indicadores qualitativos e quantitativos que permitam o acompanhamento e a avaliação, com vistas à proposição de estratégias que contemplem a revisão e o fortalecimento do marco regulatório e processual, o controle do comércio e do uso ilegal do mercúrio, a capacitação, a transferência de tecnologia e a inclusão social e de gênero.

Nos últimos anos, os governos nacionais signatários da Convenção de Minamata elaboraram relatórios de "Avaliação Inicial de Minamata" para verificar o cumprimento das obrigações estabelecidas no protocolo que entrou em vigor em 2017. Os resultados desses relatórios ensejam preocupação, uma vez que, aparentemente, os governos e ministérios da saúde de vários países não se comprometeram com o cumprimento dos acordos assinados. Em particular, parece que muitos países não implementaram nem as estratégias de saúde pública (levantamento de dados de saúde, formação de profissionais de saúde e iniciativas de sensibilização através de instalações de saúde) nem as estratégias para prevenir a exposição de populações vulneráveis.

Neste cenário, identificaram-se três eixos fundamentais para resolver o problema de forma integral, focados tanto no ambiente ecológico quanto nas comunidades que o habitam. O primeiro refere-se à implementação urgente de processos de descontaminação de rios e solos, por meio do desenvolvimento de soluções inovadoras em articulação com as próprias comunidades e seus conhecimentos sobre o meio ambiente. Em segundo lugar, a reparação econômica das comunidades afetadas pela mineração, bem como a promoção de atividades produtivas tradicionais que constituam alternativas viáveis de sobrevivência para afastar a população das dinâmicas ilegais promovidas pela mineração de ouro. E, em terceiro lugar, estratégias que visem recuperar e fortalecer o tecido comunitário das comunidades indígenas e quilombolas amazônicas, limitando,

por meio de intervenção efetiva do Estado, o avanço das frentes colonizadoras e a penetração de atores externos no território dessas comunidades.

Esses processos, sem dúvida, devem agregar os líderes comunitários de forma proeminente. Para isso, a Lei 1011 de 2023 (mencionada no Marco Legal) traz inovações positivas, em especial ao apontar a necessidade de desenvolver estratégias locais, partindo das comunidades e coordenando-as com projetos mais amplos nos níveis federal e nacional (Capítulo III).

No entanto, estas são recomendações gerais, porque as propostas devem ser adaptadas à realidade dos povos que habitam esse território. Evidentemente, a elaboração de um plano geral de intervenção, estudado em larga escala, tem suas limitações, uma vez que cada realidade empírica apresenta especificidades etnográficas que devem ser consideradas no desenvolvimento de soluções concretas reais. Neste sentido, a etnobiologia e a etnoecologia – entendidas como o estudo dos conhecimentos, percepções e práticas das comunidades humanas perante o ambiente que as rodeia – são ferramentas analíticas indispensáveis para garantir a eficácia de qualquer plano de ação concreto.

Em relação à implementação de um plano de intervenção em saúde, por exemplo, é fundamental considerar os limites da medicina, tendo por base técnicas de intervenção terapêutica em que se leve em conta as dimensões anatômico-fisiológicas de cada organismo. Em outras palavras, é imperativo considerar o significado que os pacientes atribuem às suas experiências de doença. Ignorar essa dimensão pode prejudicar a própria eficácia terapêutica. A experiência humana é simbolicamente organizada, e a própria doença deve ser vista como uma experiência culturalmente moldada. Para melhor compreensão, o impacto do mercúrio na saúde encontra-se descrito na Figura 3.



Figura 3 Infográfico sobre mercúrio e mineração.

Agradecimentos – Os autores agradecem aos membros da Escola Paulista de Ciências Avançadas, Amazônia Sustentável e Inclusiva.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALCANTARA, M.L. **El dilema colonial de Brasil: minería del oro y deforestación en la Amazonia**. 2021. Disponível em: <https://debatesindigenas.org/notas/137-dilema-colonial-de-brasil.html>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ASNER, Gregory P; TUPAYACHI, Raul. Accelerated losses of protected forests from gold mining in the Peruvian Amazon. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 12, n. 9, p. 094004, 1 set. 2016. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/aa7dab>.

AZEVEDO, Lucas Silva; PESTANA, Inácio Abreu; NERY, Adriely Ferreira da Costa; BASTOS, Wanderley Rodrigues; SOUZA, Cristina Maria Magalhães. Mercury concentration in six fish guilds from a floodplain lake in western Amazonia: interaction between seasonality and feeding habits. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 111, p. 106056, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106056>.

BASTA, P. C, HACON, S. S. **Impacto do mercúrio na saúde do povo indígena Munduruku, na bacia de Tapajós**. Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2020.

BASTA, Paulo Cesar; VIANA, Paulo Victor de Sousa; VASCONCELLOS, Ana Claudia Santiago de; PÉRISSÉ, André Reynaldo Santos; HOFER, Cristina Barroso; PAIVA, Natalia Santana; KEMPTON, Joseph William; ANDRADE, Daniel Ciampi de; OLIVEIRA, Rogério Adas Ayres de; ACHATZ, Rafaela Waddington. Mercury Exposure in Munduruku Indigenous Communities from Brazilian Amazon: methodological background and an overview of the principal results. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 18, n. 17, p. 9222, 1 set. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18179222>.

BASU, Niladri; ABASS, Khaled; DIETZ, Rune; KRÜMMEL, Eva; RAUTIO, Arja; WEIHE, Pal. The impact of mercury contamination on human health in the Arctic: a state of the science review. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 831, p. 154793, jul. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154793>.

BAYÓN, A.; JAPHY, W. **Tundayme: El Despojo Minero Avanza**. 17 Dec. 2015. Disponível em: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/tundayme-el-despojo-minero-avanza>. Acesso em: 21 mar. 2023.

BECKERS, Felix; RINKLEBE, Jörg. Cycling of mercury in the environment: sources, fate, and human health implications. **Critical Reviews In Environmental Science And Technology**, [S.L.], v. 47, n. 9, p. 693-794, 3 maio 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10643389.2017.1326277>.

BRANCO, Vasco; ASCHNER, Michael; CARVALHO, Cristina. Neurotoxicity of mercury: an old issue with contemporary significance. **Neurotoxicity Of Metals: Old Issues and New Developments**, [S.L.], p. 239-262, 2021. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.ant.2021.01.001>.

CAO, Yanbo; ZHU, Xinghua; LIU, Bangxiao; NAN, Yalin. A Qualitative Study of the Critical Conditions for the Initiation of Mine Waste Debris Flows. **Water**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 1536, 28 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w12061536>.

ROBLES, Paola Valentina Calderón. **Estado actual de la minería de oro en Ecuador: gran minería vs minería artesanal**. 2021. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Recursos Naturais, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, 2021.

COSTA JUNIOR, José Maria Farah; LIMA, Abner Ariel da Silva; RODRIGUES JUNIOR, Dario; KHOURY, Eliana Dirce Torres; SOUZA, Givago da Silva; SILVEIRA, Luiz Carlos de Lima; PINHEIRO, Maria da Conceição Nascimento. Manifestações emocionais e motoras de ribeirinhos expostos ao mercúrio na Amazônia. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 212-224, jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201700020003>.

COULTER, Margaret A.. Minamata Convention on Mercury. **International Legal Materials**, [S.L.], v. 55, n. 3, p. 582-616, jun. 2016. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.5305/intelegamate.55.3.0582>.

COUTO, Thiago B. A.; MESSENGER, Mathis L.; OLDEN, Julian D.. Safeguarding migratory fish via strategic planning of future small hydropower in Brazil. **Nature Sustainability**, [S.L.], v. 4, n. 5, p. 409-416, 11 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-020-00665-4>.

RESPO-LOPEZ, Maria Elena; AUGUSTO-OLIVEIRA, Marcus; LOPES-ARAËJO, Amanda; SANTOS-SACRAMENTO, Leticia; TAKEDA, Priscila Yuki; MACCHI, Barbarella de Matos; NASCIMENTO, José Luiz Martins do; MAIA, Cristiane S.F.; LIMA, Rafael R.; ARRIFANO, Gabriela P.. Mercury: what can we learn from the amazon?. **Environment International**, [S.L.], v. 146, p. 106223, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2020.106223>

DANTAS, J. E. **A morte dos rios**. 01 Dez. 2021. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/a-morte-dos-rios/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SILVA, Stephani Ferreira da *et al.* Seasonal variation of mercury in commercial fishes of the Amazon Triple Frontier, Western Amazon Basin. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 106, p. 105549, nov. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105549>.

DOS SANTOS-LIMA, Cassio *et al.* Neuropsychological Effects of Mercury Exposure in Children and Adolescents of the Amazon Region, Brazil. **Neurotoxicology**, [S.L.], v. 79, p. 48-57, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2020.04.004>.

EL COMERCIO: LIMA, PERÚ. 2020. **La Actividad Minera Ilegal en el Norte de Esmeraldas se realiza en 52 Frentes**. 2020. Disponível em: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/mineria-ilegal-intensa-prohibiciones-esmeraldas.html>. Acesso em 21 mar. 2023.

EISENBERG, L., KLEINMAN, A. Clinical social Science. *In: The relevance of social science for medicine*. 1981. p. 1-23.

FARIA, Marcília de Araújo Medrado *et al.* Mercurialismo metálico crônico ocupacional. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 116-127, fev. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-89102003000100017>.

FERRANTE, Lucas; FEARNSIDE, Philip M. Brazil's new president and 'ruralists' threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. **Environmental Conservation**, [S.L.], v. 46, n. 4, p. 261-263, 24 jul. 2019. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0376892919000213>.

FILLION, Myriam; LEMIRE, Mélanie; PHILIBERT, Aline; FRENETTE, Benoît; WEILER, Hope Alberta; DEGUIRE, Jason Robert; GUIMARÃES, Jean Remy Davée; LARRIBE, Fabrice; BARBOSA JUNIOR, Fernando; MERGLER, Donna. Toxic risks and nutritional benefits of traditional diet on near visual contrast sensitivity and color vision in the Brazilian Amazon. **Neurotoxicology**, [S.L.], v. 37, p. 173-181, jul. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2013.04.010>.

GERSON, Jacqueline R. *et al.* Amazon forests capture high levels of atmospheric mercury pollution from artisanal gold mining. **Nature Communications**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 559, 28 jan. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-022-27997-3>.

GLOBAL INITIATIVE AGAINST TRANSNATIONAL ORGANIZED CRIME. **Organized Crime and Illegally Mined Gold in Latin America**. 2016. Disponível em: <https://globalinitiative.net/wp-content/uploads/2016/03/Organized-Crime-and-Illegally-Mined-Gold-in-Latin-America.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

GRANDJEAN, Philippe *et al.* Adverse Effects of Methylmercury: environmental health research implications. **Environmental Health Perspectives**, [S.L.], v. 118, n. 8, p. 1137-1145, ago. 2010. Environmental Health Perspectives. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.0901757>.

GREENPEACE BRASIL. 2020. **Em meio à Covid, 72% do garimpo na Amazônia foi em áreas "protegidas"**. 25 Jun. 2020. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/em-meio-a-covid-72-do-garimpo-na-amazonia-foi-em-areas-protegidas/>

HA, Eunhee *et al.* Current progress on understanding the impact of mercury on human health. **Environmental Research**, [S.L.], v. 152, p. 419-433, jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2016.06.042>.

HECK, C. **La realidad de la minería ilegal en países amazónicos**. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2014.

IGARAPE INSTITUTE. **Terra Indígena Munduruku**. 2020. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3770>. Acesso em: 21 mar. 2023.

INDAGA - OBSERVATORIO NACIONAL DE POLÍTICA CRIMINAL. **La minería ilegal en la Amazonía Peruana. Amazonía y Crimen**. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos del Perú, 2021.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. São José dos Campos: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso em: 21 mar. 2023.

LACERDA, Eliza Maria da Costa Brito *et al.* Comparison of Visual Functions of Two Amazonian Populations: possible consequences of different mercury exposure. **Frontiers In Neuroscience**, [S.L.], v. 13, p. 1, 21 jan. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2019.01428>.

LEUNG, H. M. *et al.* Monitoring and assessment of heavy metal contamination in a constructed wetland in Shaoguan (Guangdong Province, China): bioaccumulation of pb, zn, cu and cd in aquatic and terrestrial components. **Environmental Science And Pollution Research**, [S.L.], v. 24, n. 10, p. 9079-9088, 10 maio 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-6756-4>.

MAHAFFEY, K.R. Methylmercury: a new look at the risks. **Public Health Reports**. v. 114, n. 5, p. 396-399, 1999.

MAPBIOMAS. **Mapeo Anual de Cobertura y Uso del Suelo de la Amazonía**. 2020. Disponível em: <https://amazonia.mapbiomas.org/>

MARQUES, Rejane C. *et al.* Traditional living in the Amazon: extended breastfeeding, fish consumption, mercury exposure and neurodevelopment. **Annals Of Human Biology**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 360-370, 21 jun. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/03014460.2016.1189962>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DE PERÚ - MINAM. **Aprende a prevenir los efectos del mercurio**. 2016. Disponível em: <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/92/BIV01760.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 mar. 2023.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (US). **Toxicological Effects of Methylmercury**. Washington (DC): National Academies Press (United States), 2000.

NEVES, E.G. **Arqueologia da Amazônia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA - OTCA. **Informe Análisis de Diagnóstico Transfronterizo Regional de la Cuenca Amazónica**. 2018. Disponível em: <http://otca.org/project/analisis-diagnostico-transfronterizo-regional-de-la-cuenca-amazonica-adt/>.

OLIVEIRA, Rogério Adas Ayres de *et al.* Neurological Impacts of Chronic Methylmercury Exposure in Munduruku Indigenous Adults: somatosensory, motor, and cognitive abnormalities. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 18, n. 19, p. 10270, 29 set. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph181910270>.

PADURARU, Emanuela *et al.* Comprehensive Review Regarding Mercury Poisoning and Its Complex Involvement in Alzheimer's Disease. **International Journal Of Molecular Sciences**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 1992, 11 fev. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms23041992>.

PAIVA, Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro *et al.* Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. **Biodiversity And Conservation**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 19-38, 16 out. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-019-01867-9>.

QUARANTA, Ivo *et al.* La trasformazione dell'esperienza. Antropologia e processi di cura. **Antropologia e Teatro. Rivista di Studi**, [S.L.], p. 3, 17 out. 2012. Antropologia e Teatro. Rivista di Studi. <http://dx.doi.org/10.6092/ISSN.2039-2281/3187>.

RICE, Kevin M. *et al.* Environmental Mercury and Its Toxic Effects. **Journal Of Preventive Medicine & Public Health**, [S.L.], v. 47, n. 2, p. 74-83, 31 mar. 2014. Korean Society for Preventive Medicine. <http://dx.doi.org/10.3961/jpmp.2014.47.2.74>.

RISSE, M.; SEKULA, J.; BRASIL, L. *et al.* **Impacts on Yanomami and Munduruku Populations**. [s.l.]: Igarape Institute, 2021. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/resrep30586.11>. Acesso em 23 mar. 2023

RORATO, Ana C *et al.* Brazilian amazon indigenous peoples threatened by mining bill. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 15, n. 10, p. 1040a3, 1 out. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/abb428>.

ROY, Bitty A.; ZORRILLA, Martin; ENDARA, Lorena; THOMAS, Dan C.; VANDEGRIFT, Roo; RUBENSTEIN, Jesse M.; POLICHA, Tobias; RÍOS-TOUMA, Blanca; READ, Morley. New Mining Concessions Could Severely Decrease Biodiversity and Ecosystem Services in Ecuador. **Tropical Conservation Science**, [S.L.], v. 11, p. 194008291878042, jan. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1940082918780427>.

SALAZAR, J. Brasil: **Mineria ilegal creció un 495% en la última década**. 2021. Disponível em: <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/brasil-mineria-ilegal-crecio-un-495-en-la-ultima-decada/>. Acesso em 21 mar. 2023.

SANTOS-SACRAMENTO, Leticia *et al.* Human neurotoxicity of mercury in the Amazon: a scoping review with insights and critical considerations. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, [S.L.], v. 208, p. 111686, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111686>.

SCOPEL, D.; DIAS-SCOPEL, R.; LANGDON, E. J. Community Health Workers in Central-Southern Amazonia: Na Ethnographic Account of the Munduruku People of Kwatá Laranjal Indigenous Land. **Journal of the Society for The Anthropology of Lowland South America**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 72-91, 2022.

SCOPEL, Daniel *et al.* A cosmografia Munduruku em movimento: saúde, território e estratégias de sobrevivência na amazônia brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 89-108, abr. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981.81222018000100005>.

SENADO FEDERAL. **Projeto de Lei nº 1011**, Institui a Política Nacional de Prevenção da Exposição ao Mercúrio no país e dá outras providências. 2023.

SHANLEY, P. CYMEYS, M. SERRA, M. & MEDINA, G. **Frutales y plantas útiles en la vida amazónica**. 2 ed. [S.L.]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Centro para la investigación Forestal Internacional y Pueblos y Plantas Internacional, 2012. ISBN 978-92-5-307007-7

SOHN, Hassan. **Desenvolvimento do Plano de Ação Nacional para a Mineração Artesanal e de Pequena Escala de Ouro no Brasil**: avançando para a extração de ouro sem mercúrio. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-lanca-projeto-para-plano->

de-acao-nacional-para-extracao-de-ouro-sem-mercurio/DesenvolvimentodoPlanodeAo.pdf. Acesso em: 17 jun. 2023.

SONTER, Laura J. *et al.* Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. **Nature Communications**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1, 18 out. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>.

TARRAS-WAHLBERG, N. Håkan *et al.* Environmental Impact of Small-scale and Artisanal Gold Mining in Southern Ecuador. **Ambio: A Journal of the Human Environment**, [S.L.], v. 29, n. 8, p. 484-491, dez. 2000. Royal Swedish Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447-29.8.484>.

UNITED STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT - USAID. **Minería aurífera ilegal**. 2022. Disponível em: <https://www.usaid.gov/peru/our-work/illegal-gold-mining>. Acesso em: 21 mar. 2023.

UN ENVIRONMENT. **Global Mercury Assessment**. 2018. Disponível em: https://www.unep.org/resources/publication/global-mercury-assessment-2018?_ga=2.227987165.1902135672.1680109127-65431850.1679843779. Acesso em 29 mar. 2023.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Methylmercury (MeHg)**. 2021. (CASRN 22967-92-6).

WARK, J., WYLLYS, J. **La resistencia Munduruku en Brasil evidencia la perversidad del sistema**. 2022. Disponível em: <https://www.opendemocracy.net/es/lucha-munduruku-evidencia-perversidad-sistema-brasil/>. Acesso em 23 mar. 2023.

WALDRON, H., A., Did the Mad hatter have mercury poisoning? **British Medical Journal**, v. 287, p. 1961, 24-31 dec. 1983.

WEBB, Jena; MAINVILLE, Nicolas; MERGLER, Donna; LUCOTTE, Marc; BETANCOURT, Oscar; DAVIDSON, Robert; CUEVA, Edwin; QUIZHPE, Edy. Mercury in Fish-eating Communities of the Andean Amazon, Napo River Valley, Ecuador. **Ecohealth**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 59-71, nov. 2004. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10393-004-0063-0>.

YE, Byeong-Jin *et al.* Evaluation of mercury exposure level, clinical diagnosis and treatment for mercury intoxication. **Annals Of Occupational And Environmental Medicine**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 1-8, 22 jan. 2016. Korean Society of Occupational and Environmental Medicine. <http://dx.doi.org/10.1186/s40557-015-0086-8>.

TEIXEIRA, Francisco B. *et al.* Exposure to Inorganic Mercury Causes Oxidative Stress, Cell Death, and Functional Deficits in the Motor Cortex. **Frontiers In Molecular Neuroscience**, [S.L.], v. 11, p. 125, 15 maio 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fnmol.2018.00125>.

WHO. **Guia passo a passo para o desenvolvimento de uma estratégia de saúde pública para a extração de ouro artesanal e em pequena escala no âmbito da Convenção de Minamata sobre o Mercúrio**. 2021. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/340411/9789240023246-por.pdf>. Acesso em 25 mar. 2023.

Sobre os autores

Diletta Accardo é Antropóloga pela Universidade de Bologna, com mestrado em Antropologia Cultural e Etnolinguística pela Universidade de Veneza. Após o mestrado, realizou três anos (2018/19 e 20) de pesquisa independente em várias prisões da Bolívia, incluindo pequenas prisões em áreas rurais do país. Atualmente é doutoranda em Geografia e Ciências Ambientais na Universidade de Birmingham <https://orcid.org/0009-0009-8239-5117>

Fábio Márcio Alkmin é Geógrafo e mestre pela Universidade de São Paulo (USP), onde também é doutorando em Geografia Humana. Sua pesquisa se concentra em temas envolvendo autonomias indígenas na América Latina, com foco na Amazônia brasileira. <https://orcid.org/0000-0001-5115-5916>

Haru Angelina Garcia Meza é Engenheira Florestal formado pela Universidade Nacional Agrária La Molina, no Peru, com mestrado em inovação agrária para o desenvolvimento rural pela Universidade Nacional Agrária La Molina. Atualmente trabalha em projetos de reflorestamento ambiental e florestação em uma empresa privada. <https://orcid.org/0000-0001-9432-0694>

Lamberto Valqui Valqui é Engenheiro Ambiental formado pela Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas/UNTRM, com mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade pela Universidad Jaume I/UJI da Espanha e candidato a doutorado em Tecnologias Industriais e Materiais pela Universidad Jaume I/UJI da Espanha. Atualmente é pesquisador do Projeto de Agricultura de Precisão do Instituto Nacional de Innovación Agraria/INIA. <https://orcid.org/0000-0002-1012-3907>

Manuel Cabrera-Quezada é Engenheiro Florestal, licenciado pela Universidad Nacional de Loja no Equador, com um mestrado em Administração Ambiental pela Universidad Nacional de Loja no Equador; doutoramento em Ciências Florestais pela Universidad Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca – Cuba. Professor investigador na Universidad Estatal Amazónica Sede Sucumbíos-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-9903-3977>

Miguel Angel Urquijo Pineda é formado em Ciências Políticas e Administração Pública pela Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e em Antropologia Social pela Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH). É mestre e doutor em Estudos Latino-Americanos pela Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). É formada em Estudos Asiáticos (UNAM), bem como em Perspectivas Antropológicas do Campo e da Ruralidade (Instituto Nacional de Antropología e História). Atualmente é bolsista de pós-doutorado no Centro de Estudos Latino-Americanos da Faculdade de Ciência Política (UNAM). <https://orcid.org/0009-0001-4933-5173>

Olga Alejandra Zamora é Bióloga guatemalteca formada pela Universidad Del Valle de Guatemala (UVG). Ela tem mestrado em Ciências Ambientais pela University of Manchester, Reino Unido, e doutorado em Genética da Conservação pela Manchester Metropolitan University. Sua pesquisa se concentra em ecologia, genética e conservação de anfíbios neotropicais. Atualmente, ela é professora sênior do Departamento de Biologia da UVG e diretora do Centro de Estudos de Biotecnologia. <https://orcid.org/0000-0001-7039-4322>

Patrick de Castro Cantuária é Biólogo formado pelo Centro Universitário do Pará (CE-SUPA), especialista em Ensino de Biologia pela Faculdade Única (Faculdade Única), mestre em desenvolvimento regional pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), doutor em biodiversidade e biotecnologia pela Rede BIONORTE na Universidade Federal do Pará (UFPA), e pós-doutorado pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Atualmente, é pesquisador Pesquisador do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), desenvolve suas atividades no Herbário Amapaense (HAMAB), e é Secretário Adjunto da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amapá (SEMA). <https://orcid.org/0000-0002-3676-7866>



Inclusão e diversidade cultural na Bacia Amazônica, do nível local ao transnacional

- ◆ Inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas na universidade: reflexões sobre potenciais aprimoramentos para a Universidade do Estado do Amazonas
- ◆ A diversidade urbana na Amazônia e as agendas globais para a sustentabilidade urbana: propostas e desafios para a mesorregião Ilha do Marajó – Pará
- ◆ Direitos territoriais e conservação da diversidade biocultural na Amazônia: um estudo comparativo sobre demarcação e titulação de territórios indígenas e quilombolas no Brasil, Equador e Suriname





Inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas na universidade: reflexões sobre potenciais aprimoramentos para a Universidade do Estado do Amazonas

Rafael Cavalcanti Lembi¹; Vivian Battani²; Ana María Flores Gutiérrez³; Juliana de Oliveira Vicentini⁴; Carolina de Albuquerque⁵; Ana Carla Rodrigues⁶; André Giles⁷; José Moisés de Oliveira Silva⁸

¹ Department of Community Sustainability, Michigan State University – lembi@msu.edu

² Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas – vbattaini@uea.edu.br

³ Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México – anaemeflores@gmail.com

⁴ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – juvicentini@usp.br

⁵ Universidade Federal de Rondônia. carolina.albuquerque@unir.br

⁶ Universidade Federal de Alagoas – ana.carla@icbs.ufal.br

⁷ Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina – andregiles.bio@gmail.com

⁸ Universidade Federal do Pará – moisesoliveira.sociais@hotmail.com
doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_006

RESUMO

O objetivo central deste trabalho é fornecer um panorama do atual estado, desafios e potenciais soluções relativos à inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas nas universidades brasileiras. Por meio de uma revisão integrativa, foram levantados dados referentes à perspectiva de universitários indígenas em relação à temática. Em virtude da relevância do Estado do Amazonas em concentrar a maior diversidade de etnias indígenas (63) no Brasil, selecionamos a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) como recorte do trabalho. Os resultados foram organizados em cinco categorias: (i) Acesso à universidade; (ii) Permanência; (iii) Discriminação contra estudantes indígenas no ambiente universitário; (iv) O conhecimento indígena e tradicional no contexto universitário; (v) Reivindicações do Movimento dos Estudantes Indígenas do Amazonas (MEIAM) para inclusão, acesso e permanência na UEA. Acreditamos que o trabalho tem potencial para contribuir com reflexões e ações de indivíduos e coletivos comprometidos com a garantia de inclusão, acesso e permanência dos indígenas nas universidades brasileiras. Nosso público-alvo são os tomadores de decisão em universidades brasileiras, principalmente da UEA, especificamente aqueles que atuam nos seguintes departamentos da instituição: Pró-reitoria de Administração, Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários, Pró-reitoria de Ensino de Graduação, Pró-reitoria de Interiorização, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e Pró-reitoria de Planejamento. De modo a alcançar uma audiência mais ampla, também produzimos uma charge como produto que discorre sobre o problema.

Palavras-chave: educação indígena, inclusão, permanência.

Introdução

Você já parou para refletir sobre o acesso das pessoas à universidade? Acredita que todos os brasileiros e brasileiras têm condições equitativas de ingressar e permanecer no ensino superior? O que passa pela sua mente ao observar a charge abaixo (Figura 1)?



Figura 1 Charge: Universidade e povos indígenas (Albuquerque 2023).

Na charge, temos uma representante dos povos indígenas, mulher, remando em direção à universidade e se deparando com uma instituição cercada. Isso demonstra que, apesar dos esforços ao longo do percurso, como aqueles relacionados à alfabetização e educação básica, mudança de cidade, imersão em outra cultura e distanciar-se da comunidade, nem sempre eles são suficientes quando um indígena deseja ingressar no ensino superior. Esses povos encontram diversos obstáculos relacionados à inclusão, acesso e permanência no ensino superior que transformam a universidade em um local segregado.

De acordo com dados do Censo de 2010, há cerca de 896.917 indígenas em todo o território nacional, tanto em áreas urbanas (324.834) quanto em zonas rurais (572.083) (IBGE 2010). Contabilizam-se 274 línguas indígenas faladas por 305 etnias diferentes que representam a diversidade cultural brasileira (IBGE

2010). As organizações sociais, costumes, línguas, crenças, tradições, terras e territórios desses povos são amparados pela Constituição brasileira (Art. 231, CRFB/88), assim como o direito à educação, que visa ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Art. 205, CRFB/88). Legislações infraconstitucionais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e o Plano Nacional de Educação (PNE), são instrumentos que versam sobre os direitos dos indígenas à educação superior. Em 2009, apenas 8.411 indígenas haviam ingressado em universidades brasileiras, mas, em 2019, esse número passou para 72.086, o que representa um aumento de mais de 757% (INEP 2020). Embora o número de matriculados esteja crescendo, esse percentual ainda pode ser considerado pequeno se comparado ao número de indígenas no Brasil. Políticas que concretizam a inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas no ensino superior público ainda são incipientes e carecem de diagnósticos sobre sua efetividade.

A lógica da cultura ocidental moderna, que se estabeleceu no Brasil com a colonização, hierarquiza os sistemas escolares de aprendizagem (com base na ciência) e desloca os saberes não acadêmicos, tradicionais e indígenas para um lugar de desvalorização (Machado & Beltrão 2018; Baniwa 2019). O conhecimento acadêmico está majoritariamente imerso numa lógica estruturada na “monocultura do saber e no rigor do saber”, que valoriza o conhecimento acadêmico e invisibiliza os demais saberes, como é o caso dos conhecimentos tradicionais (Santos 2007). Deste modo, apenas o conhecimento adquirido em sala de aula é valorizado, o que contrasta com os conhecimentos indígenas e tradicionais, em que os aprendizados são comumente obtidos por meio de tarefas diárias em um contexto cultural específico (Machado & Beltrão, 2018). Esses sistemas são reproduzidos pelas universidades em suas mais variadas formas estruturais, desde a suposição de que a única lógica existente é baseada na razão de uma cosmovisão ocidental até na compreensão da escrita como prioritária forma de linguagem. Em contraponto, uma das principais características dos saberes dos povos indígenas é a diversidade de línguas, cosmovisões, formas de viver e territórios. Esses saberes são únicos e, na maioria das vezes, partilhados de forma oral e prática (Toledo & Barrera-Bassols 2008; Machado & Beltrão 2018).

No Bioma Amazônia, os conhecimentos tradicionais e indígenas são especialmente relevantes para a conservação da região, para a manutenção da sociobiodiversidade e dos benefícios materiais (como regulação do clima planetário, manutenção de estoques de carbono, biodiversidade) e imateriais (como cosmovisões, crenças, símbolos de uma diversidade de povos) que a diversidade gera para a qualidade de vida (BPBES 2018; SPA 2021). Historicamente, os co-

nhcimentos tradicionais dos povos indígenas, seus territórios e sua população foram afetados por distintos conflitos. Os riscos continuam em virtude de vários fatores: primeiro pela colonização, seguido pelo cientificismo e perseguição espiritual, e, mais recentemente, pelo capitalismo global e atuais paradigmas que sustentam os modelos de desenvolvimento e conservação (Gómez-Baggethun, 2021). Atualmente, as diferenças entre o conhecimento acadêmico e os modos de ver e habitar o mundo dos povos originários nos fazem refletir sobre a importância de a universidade dialogar com diferentes sistemas de conhecimento para inclusão dos povos indígenas e para gerar novos conhecimentos capazes de lidar com as questões contemporâneas, como, por exemplo, a crise climática. O desafio que se coloca para as universidades brasileiras é “possibilitar a circulação e a validação de outros saberes, pautados em outras bases cosmológicas, filosóficas e epistemológicas” (Baniwa 2013, p. 2).

Deste modo, nosso objetivo aqui é fornecer um panorama do atual estado, desafios e potenciais soluções relativos à inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas nas universidades brasileiras. O enfoque do nosso trabalho é o contexto brasileiro, e utilizamos o exemplo da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) como ponto focal para articulação empírica de como esses desafios se dão e quais são os potenciais caminhos para soluções centradas nas experiências vividas, percepções e demandas dos estudantes indígenas. Especificamente, as questões que fomentam e guiam este trabalho são: (i) Qual é o atual panorama da inclusão, acesso e permanência de indígenas na Universidade do Estado do Amazonas (UEA)? (ii) De que forma a UEA pode aprimorar suas estratégias de inclusão, acesso e permanência indígena no ensino superior? Para embasar as nossas contribuições, também utilizamos experiências de outras universidades e países na América Latina a fim de discutir a problemática.

Importante destacar que nós, autores e autoras deste trabalho, somos pesquisadores de diversas áreas do conhecimento e não somos indígenas. Somos motivados a dialogar sobre a temática por nos sentirmos sensibilizados com a situação dos povos originários quando se trata de acessar e permanecer na universidade (Quadro 1). Apresentamos um recorte sobre o tema em questão que não pretende, de forma alguma, esgotar a abordagem, ou seja, trata-se de uma perspectiva em meio a tantas outras possíveis. Reconhecemos a importância e a necessidade de resignificação das formas de produção do conhecimento científico e da estrutura das universidades, de modo a ampliar a inclusão, o acesso e a permanência de estudantes indígenas que desejam cursar o ensino superior. Além disso, acreditamos que o conhecimento científico acadêmico pode se fortalecer ao se aproximar dos conhecimentos dos povos indígenas.

Quadro 1 – Declaração de posicionamento do grupo de coautores(as)

Somos um grupo de pesquisadoras e pesquisadores latinos (Brasil e México) desenvolvendo atividades de pesquisa, ensino e extensão na Amazônia brasileira. Somos doutorandos, pós-doutorandos, professores do ensino básico e professores universitários atuando em diversas disciplinas, incluindo educação ambiental, direito, comunicação, ecologia, sustentabilidade e antropologia. Somos um grupo de não-indígenas com experiência de trabalho em parceria com pessoas indígenas. Nosso interesse na temática de inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas surge da nossa experiência no ensino universitário, em que observamos uma sub-representação de estudantes indígenas nas instituições a que somos afiliados. Especificamente, duas coautoras são professoras universitárias que trabalham diretamente com estudantes e movimentos indígenas na Universidade do Estado do Amazonas e na Universidade Federal de Rondônia.

Método

Uma revisão visa sintetizar informações e conhecimentos que já existem sobre determinado tópico (Toronto 2020). Há diversos tipos de revisão (Grant & Booth 2009), sendo que as mais comuns são a narrativa, a sistemática e a integrativa (Whittemore *et al.* 2014). Neste trabalho, lançamos mão de uma revisão integrativa para dar um panorama do tema, utilizando as perguntas de pesquisa como norteadoras para as nossas buscas. A revisão integrativa permite uma compreensão mais ampla de um assunto (Broome, 1993), pois o método possibilita a identificação de diversos tipos de materiais (Soares *et al.* 2014). A amostragem pode ser composta por conhecimentos empíricos e/ou científicos; no presente estudo utilizamos cartas, vídeos, entrevistas e artigos científicos.

Esse tipo de metodologia pode ser colocado em prática a partir de seis fases (Souza *et al.* 2010; Whittemore & Knafel 2005):

1. **Pergunta norteadora.** Nesta etapa, o problema de pesquisa e o objetivo são definidos. As questões disparadoras no nosso caso foram: (i) Qual é o atual panorama de inclusão, acesso e permanência de indígenas na UEA? (ii) De que forma a Universidade do Estado do Amazonas pode aprimorar suas estratégias de inclusão, acesso e permanência indígena no ensino superior?
2. **Amostra de literatura.** Neste segundo momento, os tipos de dados, bem como os critérios de inclusão e exclusão de materiais de consulta, são delineados. Para ter uma visão holística a respeito do tema proposto, foram realizadas buscas nas plataformas Google e Google Acadê-

mico com foco nas seguintes palavras-chave: "estudante", "indígena", "universidade" e "Universidade do Estado do Amazonas". As palavras foram usadas de modo a possibilitar variações (por exemplo, versões no singular e plural da mesma palavra). A partir dos trabalhos encontrados, também realizamos uma amostragem bola de neve: caso as fontes encontradas citassem outros trabalhos que julgássemos pertinentes, eles também seriam incluídos na amostra. As buscas não se concentraram em fontes acadêmicas apenas, pois, em virtude do tema definido, são fundamentais os discursos indígenas. Diante disso, entrevistas, cartas e vídeos disponíveis na plataforma YouTube, de autoria ou com participação de estudantes indígenas, também foram considerados como fontes, assim como a busca nas fontes de dados da UEA disponíveis no site oficial. Especificamente para encontrarmos notícias sobre o tópico, realizamos uma busca também no portal de jornalismo Amazônia Real (Lima 2019).

3. **Coleta de dados.** Em posse do material, a terceira etapa compreende a seleção das informações relevantes. No presente caso, focamos em informações e dados sobre o acesso e permanência de indígenas nas universidades, depoimentos de indígenas em que revelam seus anseios sobre sua condição no ensino superior e casos de sucesso de indígenas na universidade no contexto da América Latina. Os documentos foram selecionados para inclusão e exclusão de coleta de dados, se tivessem discursos diretos dos indígenas (Mendes *et al.* 2008).
4. **Análise crítica.** Nesta etapa, os dados coletados são sintetizados e analisados criticamente. Os resultados foram agrupados em cinco categorias: (i) Acesso à universidade; (ii) Permanência; (iii) Discriminação contra estudantes indígenas no ambiente universitário; (iv) O conhecimento indígena e tradicional no contexto universitário; (v) Reivindicações do Movimento dos Estudantes Indígenas do Amazonas (MEIAM) para inclusão, acesso e permanência na UEA. As categorias foram criadas após leitura flutuante dos resultados coletados e identificação das temáticas emergentes.
5. **Discussão dos resultados.** Nesta fase, as informações são problematizadas. No presente estudo, lacunas são identificadas e propostas de melhorias são delineadas para a construção de uma educação superior mais inclusiva para os indígenas. Soma-se a isto uma discussão pautada na identificação de semelhanças e diferenças da UEA em relação a outras universidades latinas e brasileiras, tendo em vista certas políticas educacionais.

6. **Apresentação da revisão integrativa.** Por fim, a sexta etapa compreende a divulgação dos resultados da pesquisa. Um resumo do que foi identificado e as propostas sugeridas são sintetizados no presente texto e em uma charge (que utiliza o desenho como linguagem global e possui apelo crítico) (Silva 2008). Ambos os recursos comunicacionais têm potencial para gerar uma mobilização social em prol da melhoria da educação superior indígena.

1. Área de estudo – A Universidade do Estado do Amazonas (UEA): desafios relacionados à inclusão, acesso e permanência enfrentados pelos estudantes indígenas

A Universidade do Estado do Amazonas (UEA) iniciou suas atividades acadêmicas em 2001. Por ser uma universidade pública estadual, a UEA é mantida pelo governo do Estado do Amazonas e financiada através de um sistema atrelado ao faturamento do Polo Industrial de Manaus (também conhecido como Zona Franca de Manaus). Atualmente, possui cerca de 25 mil estudantes (de graduação e pós-graduação) e oferece 286 cursos de graduação, 64 de especialização, 15 de mestrado e 5 de doutorado. A UEA é a maior universidade multicampi do Brasil, com unidades distribuídas pelos diversos municípios do estado (Figura 2). É possível, assim, constatar o relevante papel da UEA na interiorização do ensino de nível superior no Amazonas. De acordo com Sabino *et al.* (2022), a chegada da UEA a diversas localidades estimulou o desenvolvimento intelectual e socioeconômico, além de ampliar os horizontes da população.

O processo de interiorização também contou com a adoção de múltiplas estratégias de ensino. Costa e Oliveira (2011) descrevem as modalidades de ensino adotadas pela UEA, incluindo: o ensino presencial tradicional; o sistema de ensino presencial modular, no qual os professores se deslocam até os municípios para cumprir a carga horária em determinados meses do ano; e o sistema de ensino presencial mediado por tecnologia, no qual as aulas são transmitidas ao vivo, via satélite, para diversos municípios e cada sala de aula conta com professor assistente presente. A aplicação de diversas estratégias para aumentar a abrangência de acesso ao nível superior demonstra como a UEA “transformou o Estado do Amazonas em uma grande sala de aula” (Costa & Oliveira 2011, p. 40). Deste modo, é possível comprovar o relevante papel da universidade para o Estado do Amazonas como um todo.

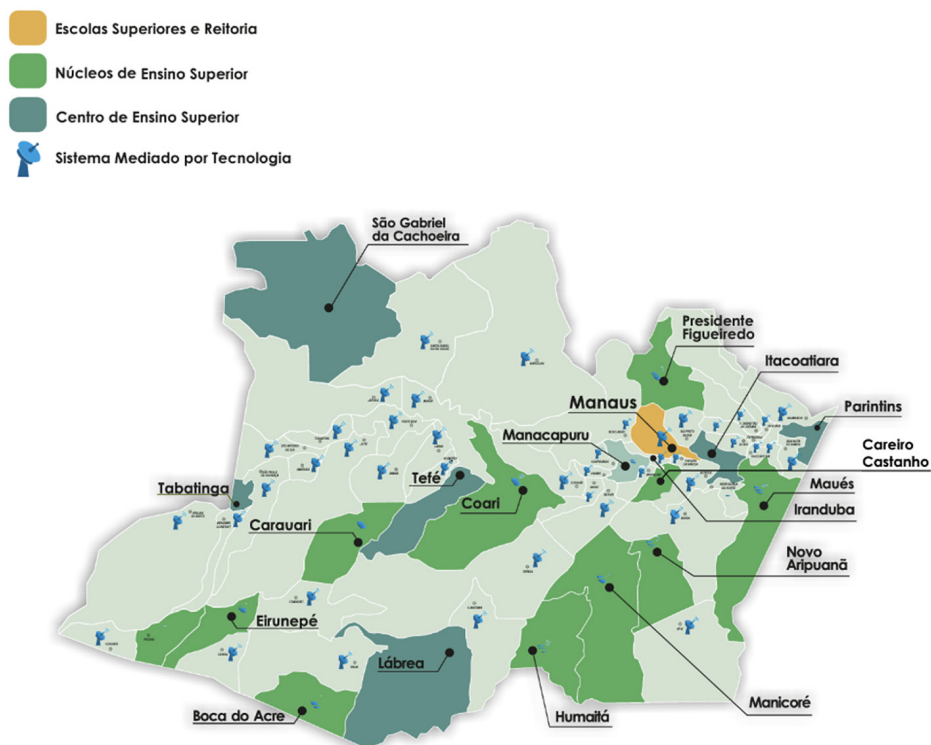


Figura 2 Abrangência da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) no Estado do Amazonas, Brasil. A UEA conta com diferentes unidades e infraestruturas (escolas, núcleos, centros e sistemas mediados por tecnologia) e modelos de ensino, pesquisa e extensão em diversas cidades amazonenses. *Fonte:* Manual do Estudante da UEA (2020).

A missão da UEA é “promover a educação, construir o conhecimento científico e fomentar a inovação tecnológica para atender às demandas e se integrar à sociedade de forma a superar o desafio de desenvolver a Amazônia com sustentabilidade”, tendo por base os valores de respeito, justiça, liberdade, inovação, responsabilidade social, cidadania, valorização dos servidores, docentes e colaboradores (UEA 2020). Deste modo, inferimos que a missão da UEA necessariamente abrange a inclusão e valorização dos conhecimentos tradicionais, associadas ao acesso e permanência dos estudantes indígenas na universidade. Vale ressaltar que, embora nosso trabalho enfoque os estudantes indígenas, esta missão também passa pela presença e inclusão de professores e servidores indígenas na universidade. Professores indígenas como Gilson Ipaxi’awyga Tapirapé, na Universidade Federal de Goiás (UFG), Gersem José dos Santos Luciano Baniwa, na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), e Almires Martins

Machado, na Universidade Federal do Pará (UFPA), são alguns líderes que atuam na interface entre conhecimentos indígenas e acadêmicos. Portanto, entendemos a relação entre indígenas e universidade como uma via de mão dupla, em que ambos podem se beneficiar, gerando mudanças positivas para a educação e para a sociedade como um todo. Reportagem de Lima (2019), publicada no portal de jornalismo investigativo Amazônia Real, exemplifica o significado da universidade para um estudante indígena da UEA:

“Quando a gente entra na universidade pública, a gente não entra por nós mesmos. Não é um indivíduo, é um coletivo, é um povo. A gente está representando, além do ser individual, a família, o nosso clã, nossa etnia, o nosso povo, e o local de onde a gente veio. Então, eles esperam isso da gente, esperam esse retorno. A família apoia essa questão de ter um parente na universidade. É gratificante” (universitário indígena citado por Lima 2019).

Baniwa (2013) reforça o desafio do ingresso individual na universidade, uma vez que o sistema cultural e de direitos indígenas se pauta numa perspectiva coletiva, como apontado pelo universitário acima. Porém, destaca-se neste momento que o impacto social de ingresso de um estudante indígena é alto em virtude de sua representatividade perante seu povo.

Partindo da premissa de que a UEA é uma agente de mudança positiva no estado do Amazonas, mas que ainda precisa superar diversos desafios para efetiva valorização do conhecimento tradicional e inclusão de estudantes indígenas, trazemos nas próximas seções (Resultados e Discussões) um panorama da atual situação dos estudantes indígenas, com foco nas principais dificuldades. A partir da identificação e discussão dos desafios, propomos algumas estratégias, inspiradas em histórias de sucesso advindas de experiências relatadas na literatura, como potenciais soluções para alguns dos problemas identificados.

Resultados e discussões

2. Acesso à universidade

O Amazonas é o estado com a maior população indígena do Brasil. De acordo com o censo de 2010, mais de 180 mil indígenas habitam o estado, totalizando cerca de 20% daquela população total no país (IBGE 2010). Embora a UEA tenha sido criada em 2001, o primeiro registro de estudantes indígenas

matriculados só ocorreu em 2006, quando três estudantes indígenas ingressaram na universidade. É possível que tal fato esteja associado à promulgação da Lei nº 2.894/2004, também conhecida como “Lei de Cotas da UEA”. Essa lei estadual institui diretrizes para o oferecimento de vagas em concursos vestibulares oferecidos pela UEA e fixa que a porcentagem de vagas disponibilizadas a estudantes indígenas deve ser no mínimo igual ao percentual de população indígena no estado. A Lei de Cotas da UEA estabelece dez grupos diferentes de acesso, com base em critérios de tempo de escola pública, territorial e étnico, sendo o grupo 10 relacionado aos indígenas. Além da disposição de vagas, a lei também determina que a universidade deverá “oferecer cursos de graduação específicos para a população indígena, estabelecendo o necessário diálogo intercultural e privilegiando as regiões de maior concentração desses povos” (Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas 2004). É válido ressaltar os questionamentos no que tange ao direcionamento de vagas de acordo com o percentual populacional. Por exemplo, Baniwa (2013) propõe que tal critério seja fundamentado “na existência sociocultural e na contribuição histórica para a formação do Estado brasileiro” (p. 3). Deste modo, o autor sugere que, quando a cota indígena for considerada inviável em virtude do baixo coeficiente demográfico em determinado estado ou região, que seja destinada uma cota mínima de uma vaga para os povos existentes naqueles estados.

O ingresso na UEA se dá majoritariamente através do tradicional vestibular, sendo o exame aplicado anualmente em todas as cidades do estado. A outra via de ingresso é o Sistema de Ingresso Seriado (SIS), no qual discentes do ensino médio realizam provas anuais durante os três anos de escola e seu desempenho é avaliado tendo em vista cada série. Em menor proporção, também é possível o ingresso através de transferência interna ou a partir de outras instituições de ensino (UEA 2020).

O artigo 5º, § 2º, da Lei de Cotas da UEA estabelece que o processo de seleção para o preenchimento de vagas destinadas aos estudantes indígenas seja estabelecido pela própria UEA. Entretanto, a universidade não conta com sistemas alternativos de ingresso focados nesses estudantes. Já outras universidades brasileiras adotam o vestibular indígena. No Estado de São Paulo, por exemplo, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) oferecem um vestibular indígena unificado, constituído por uma prova especialmente direcionada para esses estudantes que é aplicada em municípios com destacável população indígena, incluindo cidades no Amazonas, como São Gabriel da Cachoeira, Tabatinga e Manaus (Sangion 2022). Outro exemplo é o Vestibular dos Povos Indígenas no Paraná, processo

seletivo que engloba oito universidades públicas do estado e que seleciona exclusivamente estudantes de comunidades indígenas situadas no Paraná (Unespar 2022). A demanda pela adoção de um vestibular voltado para os indígenas é compartilhada por um estudante indígena entrevistado por Estácio (2011):

“O ingresso deveria ocorrer de maneira diferente do que ocorre hoje. E isso a Universidade (UEA) tem de pensar. Inclusive fazer a prova (ou até mesmo o vestibular) em língua indígena. Porque muitos compreendem melhor as suas línguas do que até mesmo o português. Seria interessante ter esta opção que hoje não tem” (universitário indígena citado por Estácio 2011, p. 151).

Segundo o site oficial da UEA, a instituição oferece dois cursos com enfoque indígena, em formato de oferta especial, criados para atender a uma demanda específica, são eles: (i) Licenciatura para Professores Indígenas do Alto Solimões com sete habilitações (Língua Indígena Ticuna, Língua Portuguesa e Literatura e Espanhol; Língua Indígena Kokama, Língua Portuguesa e Literatura e Espanhol; Artes e Educação Física, Biologia e Química; Física e Matemática; História e Geografia; Antropologia, Sociologia e Filosofia); e (ii) Pedagogia Intercultural Indígena.

O curso de Licenciatura para Professoras Indígenas do Alto Solimões teve início em 2009 e teve por foco os anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, visando à formação de profissionais que atuem tanto lecionando como na gestão escolar da educação indígena nos municípios de Tabatinga, Benjamim Constant, Atalaia do Norte, Santo Antônio do Içá, Amaturá, São Paulo de Olivença e Tonantins. Esse curso foi criado com o apoio do Programa de Formação do Magistério Indígena (Proind).

O curso de Pedagogia Intercultural Indígena visa à formação de professores para atuarem na Educação Infantil, anos iniciais do Ensino Fundamental e na gestão escolar. O curso é oferecido na modalidade presencial modular, caracterizada pelo deslocamento de professores(as) para os municípios para o cumprimento de carga horária da disciplina, assim como interações mediadas pela tecnologia. O curso foi ofertado por meio do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (Parfor), um plano emergencial de formação de professores financiado pela Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), em 2014.

No dia 30/06/2023, foi publicado, no site da UEA, o edital 079/2023, do Curso de Licenciatura Intercultural Indígena, voltado exclusivamente aos indí-

genas, a ser realizado nas seguintes localidades: em Boca do Acre no Núcleo de Ensino Superior de Boca do Acre – NESBCA/UEA, atendendo aos municípios de Boca do Acre e Pauini; em Parintins, no Centro de Estudos Superiores de Parintins – CESP/UE, atendendo aos municípios de Parintins, Barreirinha, Itacotiara, Maués e Nhamundá; e em Tefé, no Centro de Estudos Superiores de Tefé – CEST/UEA, atendendo aos municípios de Tefé, Marãã, Alvarães, Uarini, Japurá e Juruá. A seleção seria realizada mediante análise de currículo. O curso é fruto de uma parceria com a Secretaria de Estado de Educação e Desporto (Seduc – AM) e com movimentos indígenas.

Apesar dos esforços mencionados, o número de alunos indígenas na UEA ainda é pequeno se comparado ao número de estudantes na UEA (Figura 3A). É possível notar que, no ano de 2021, 2.444 vagas foram preenchidas através do vestibular como um todo, mas apenas 69 (2,8%) dessas vagas foram ocupadas por estudantes indígenas (Figura 3A). Entretanto, o preenchimento da vaga se refere exclusivamente à aprovação no vestibular e não está atrelado à realização da matrícula. Por exemplo, analisando o ano de 2006, 173 vagas exclusivas para indígenas foram ofertadas, 88 foram preenchidas, mas apenas três indígenas efetuaram a matrícula (Figura 3A e 3B). Ainda, mesmo com matrícula efetuada, o percentual de evasão de alunos indígenas por desistência ou abandono do curso soma 37,5% das vagas preenchidas entre o período de 2013 e 2021 (Figura 3C). Nota-se também que os primeiros alunos indígenas se matricularam em 2006, mas as primeiras diplomações só ocorreram em 2014. Destacamos que os dados de desligamento por abandono ou evasão por desistência são aqui apresentados de maneira inédita, uma vez que não estão disponibilizados publicamente (Figura 3C). O presente estudo obteve acesso aos dados através de um processo oficial de solicitação de dados junto à UEA (processo nº 01.02.011304.005260/2023-66).

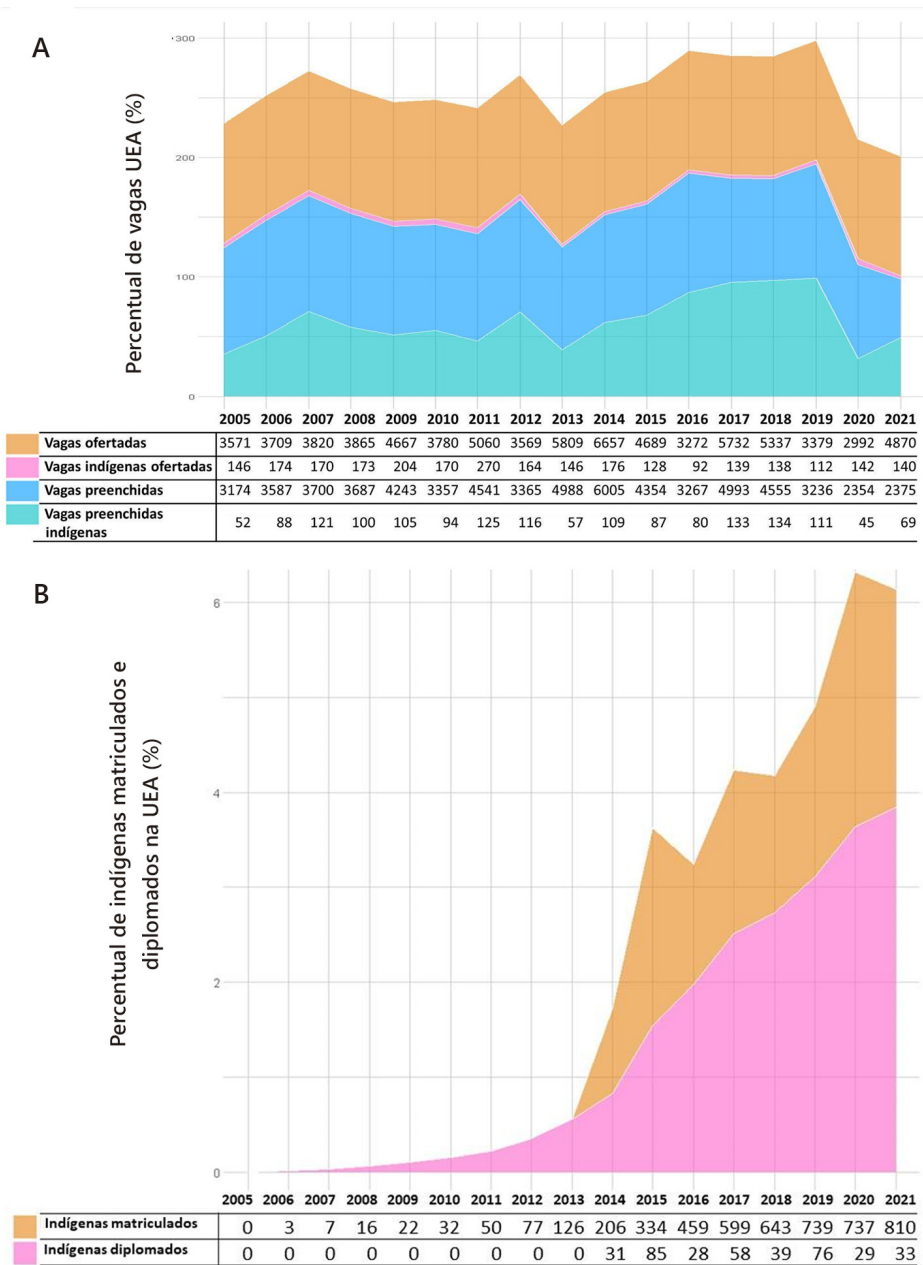


Figura 3 Percentual de vagas na Universidade do Estado do Amazonas, comparando-se estudantes não-indígenas e indígenas. A) Percentagem de vagas oferecidas para indígenas e vagas preenchidas por indígenas em relação ao total de vagas oferecidas e preenchidas; B) Percentagem de vagas de matriculados e diplomados indígenas em relação ao total de matriculados e diplomados como um todo na universidade. (Continua).

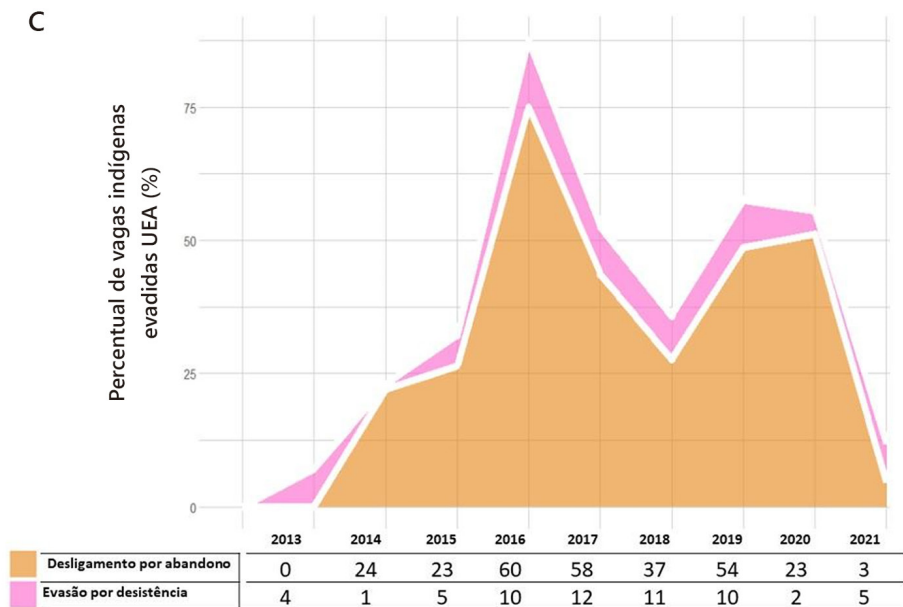


Figura 3 (Continuação). C) Porcentagem de evasão de alunos indígenas por abandono e desistência em relação ao total de indígenas matriculados na universidade. As tabelas representam o número absoluto de vagas ofertadas, diplomadas e matriculadas na Universidade do Estado do Amazonas. (Fonte: UEA em números, 2022; Processo interno nº 01.02.011304.005260/2023-66.)

Dentre os desafios relacionados à efetivação de matrículas, estão os processos burocráticos existentes na universidade. Na UEA, a efetivação da matrícula está atrelada à apresentação do Registro Administrativo de Nascimento e Óbito de Índios (RANI), um documento expedido pela Funai (Estácio 2015). Tal exigência está relacionada à Lei de Cotas da UEA, que institui como indígena apenas aquele que for formalmente reconhecido por instituições formais. Este processo reafirma uma relação de “tutela” entre o Estado e as comunidades indígenas, caracterizando-se como uma prática com raízes coloniais que acresce barreiras ao acesso à universidade (Estácio 2015; Machado 2017). Tal perspectiva é corroborada por estudante indígena que relata:

“Sempre fui índio, mas, quando me inscrevi para o vestibular da UEA e fui aprovado, aí tive que tirar o registro da Funai, isso a UEA exigia. Mas índio, eu sempre fui. Não foi o registro da Funai que me fez índio. Pois, como falei, eu já era índio, sempre fui, desde que nasci” (universitário indígena citado por Estácio 2011, p. 155).

Destaca-se que, para matrícula no Curso de Licenciatura Intercultural Indígena, é solicitado o RANI ou Declaração da Comunidade Indígena sobre a condição étnica do(a) candidato(a) que assegure seu pertencimento à aldeia, assinada por dois/duas representantes da comunidade (cacique(as), anciãos(as), dentre outras lideranças indígenas da comunidade), com número de identidade e endereço (itens 5.1.3 e 5.1.4 do edital 79/2023). A criação de cursos específicos para a população indígena avança em diversas questões e é resultado da luta e pressão social dos movimentos indígenas junto ao poder público. Em comunicação pessoal com o coordenador do Curso de Licenciatura Intercultural Indígena (edital 079/2023), o mesmo destacou a importância e envolvimento do Movimento Indígena durante todo o processo de negociação e criação do curso, trazendo as demandas de cada território e propondo a criação de instrumentos que fomentem a permanência, como periodicidade das aulas, local das aulas e bolsas-auxílio. Ressalta-se, portanto, que o ingresso na universidade é apenas o primeiro passo; em seguida, surge o desafio da permanência e conclusão do curso, como apontado nos dados sobre o alto grau de evasão (Figura 3C).

2.1 Permanência

Baniwa (2013) enfatiza a importância da ampliação dos conceitos das políticas afirmativas, superando a perspectiva de ingresso e propondo ações para a permanência efetiva, uma vez que a ausência de políticas de permanência amplia o abismo sócio-cosmocultural (Machado 2007). Deste modo, após o ingresso na universidade, os desafios dos indígenas se modificam, mas continuam. Entrevistas realizadas por Estácio (2015) exemplificam a realidade dos estudantes. Em um dos relatos, a seguinte situação é descrita:

“As quotas da UEA favorecem apenas a entrada, e aí depois você se vire para permanecer. Não tem apoio de nada. Não existe nenhum acompanhamento. Ninguém chega perguntando: ‘Como é que está indo? Como é que está o ensino? Quais são as suas dificuldades?’ Não tem nada disso. Quando eu tive dificuldades financeiras, pois não tinha dinheiro para o transporte, para xerox, aí eu tive de parar de estudar. Isso porque ninguém me ajudou, nem Funai, nem UEA. Meu marido também estudava, aí eu decidi parar por um tempo para ele terminar os estudos dele. Mas agora eu voltei a estudar, e não importa quanto tempo eu vou levar, mas eu vou pra faculdade” (universitária indígena citada por Estácio 2015, p. 7-8).

Essa fala ressalta dois dos principais desafios à permanência: a falta de recursos financeiros e a falta de acompanhamento pedagógico e psicológico do estudante por parte da universidade, também apontado por Baniwa (2013) e Luciano & Amaral (2021) como centrais para a continuidade.

A UEA tem um Programa de Assistência Estudantil que envolve seis modalidades: Casa do Estudante (moradia estudantil); Auxílio Transporte; Auxílio Material (didático/pedagógico); Auxílio Socioeconômico; Alimentação (restaurantes universitários); e Auxílio Creche. Somam-se a eles o Espaço de Atendimento Psicossocial (Epsico) direcionado à saúde psicológica dos universitários. Os estudantes indígenas têm acesso aos programas, como os demais estudantes universitários, porém não identificamos propostas direcionadas para os indígenas, com profissionais qualificados para atuar junto a este público específico.

A carência de recursos, suporte e acompanhamento se soma aos desafios relacionados às diferenças culturais, conforme um dos estudantes retrata a seguir:

"Eu vim do interior e não tenho família aqui na cidade (Manaus). E mais, não sabia que aqui precisava de dinheiro todo dia. Até para ir estudar, para pagar o ônibus. Então tive que trabalhar para poder viver aqui, e o horário do meu trabalho é o mesmo do meu curso. Então, entre trabalhar e estudar, eu tive, quero dizer, tenho que trabalhar" (universitário indígena citado por Estácio 2015, p. 7).

O relato acima exemplifica como a falta de recursos financeiros e materiais, juntamente com as especificidades culturais do modo de vida urbano, influenciam a permanência do estudante indígena na universidade. Em muitos casos, os desafios enfrentados são tais que resultam no abandono, evasão e/ou desistência (Machado 2007; Baniwa 2013; MEIAM 2019; Luciano *et al.* 2021). Embora o problema seja sistêmico e persistente, algumas iniciativas ilustram mecanismos institucionais que oferecem um respaldo maior à permanência do estudante indígena no ensino superior.

Nas universidades do Paraná, após o ingresso no ensino superior mediante o Vestibular dos Povos Indígenas, o estudante passa a ser acompanhado pela Comissão Universidade para o Índio (CUIA) (Krainski *et al.* 2022). Tal comissão foi criada em 2004 e objetiva o desenvolvimento de ações integradas que colaborem para o acesso, permanência e conclusão dos cursos de graduação. Krainski *et al.* (2022) relatam que a comissão contribui para a inclusão, acompanhamento e permanência, através de ações para a visibilização do estudante indígena na universidade, assim como o fornecimento de bolsas.

Em fevereiro de 2023, a Universidade Estadual de Campinas, em resposta a uma demanda e mobilização do Coletivo Indígena da Unicamp, anunciou a criação de um grupo de trabalho para o aperfeiçoamento de medidas de acesso e permanência dos estudantes indígenas na universidade. Entre as diversas demandas que são requeridas pelo Coletivo para fomentar a permanência, incluem-se a contratação de profissionais de saúde indígena, principalmente focados na saúde mental; reajuste no valor das bolsas de permanência; criação de espaços para convívio acadêmico e cultural; assim como a contratação de professores e pesquisadores indígenas. Tais políticas educacionais sugerem possíveis caminhos institucionais para os modelos de governança universitária que podem ser potencialmente aplicáveis à permanência indígena na UEA (Nunes 2023).

2.2 Discriminação de estudantes indígenas no ambiente universitário

O preconceito, a discriminação, a violência física e simbólica, os maus-tratos, a omissão ou a restrição de direitos são manifestações do racismo contra povos indígenas (Machado 2007; Machado 2017; Troquez 2022). O racismo é um problema sistêmico, que apresenta certas especificidades no contexto universitário. Por exemplo, conforme discutido nas seções anteriores, a carência de políticas de apoio financeiro focadas nos estudantes indígenas é uma manifestação do racismo. Nesta seção, destacamos um tipo específico de manifestação do racismo contra povos indígenas, neste caso, os relatos de discriminação identificados em nossa revisão. Destaca-se que o racismo estrutural é apontado como um dos motivos da evasão escolar dos indígenas universitários (Baniwa 2019; Luciano *et. al.* 2021).

Na UEA, estudantes indígenas relatam que são discriminados por possuírem nomes indígenas e não usarem o português como primeira língua. Muitas vezes, estudantes têm receio de ser identificados como indígenas. De fato, um estudante diz acreditar que “a universidade parece não estar pronta para o novo, para o diferente, nem para a riqueza dos povos indígenas” (entrevista realizada por Melo 2019). Outro estudante oferece um relato de sua experiência:

“A pressão era grande, principalmente por conta do sobrenome, porque as pessoas já identificavam logo que eu era indígena. Outra coisa que identificavam era por conta do linguajar. Hoje, eu já falo português melhor do que falava antes, o preconceito era grande; e sofria ameaças também, eu e os meus irmãos” (universitário indígena entrevistado por Lima 2019).

Também são relatados casos de exclusão por parte de outros alunos:

“Eu senti o preconceito na pele. Eu vivenciei isso de cara, logo na realização de um dos primeiros trabalhos em grupo. O professor dividiu a sala em grupos, por fila, e o meu grupo marcou para a realização do trabalho, fez o trabalho e me excluiu. Na data da entrega, verifiquei que meu nome não estava na lista. Então, falei para o professor que respeitava muito os colegas e que o grupo que eu tinha ficado havia me excluído do trabalho. E, assim, solicitei uma nova data para que eu realizasse sozinho o trabalho. Então, você tem que se impor, senão você não é respeitado” (universitário indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 124).

Deste modo, nota-se a necessidade de abordagens antirracistas que identifiquem a discriminação a partir das experiências vividas pelos estudantes e proponham soluções. Abordagens antirracistas se embasam no reconhecimento das relações de poder que estruturam a nossa sociedade com o objetivo de identificar, contestar e mudar os valores, estruturas e comportamentos que perpetuam o racismo e outras formas de opressão (Dei 2005). Um projeto de educação embasado em uma perspectiva antirracista pode contribuir para a visibilização da questão e propor práticas e medidas que mitiguem o problema (Troquez 2022). Embora se trate de uma questão sistêmica, os esforços de outras instituições apontam possíveis caminhos para a mitigação do racismo contra indígenas no contexto universitário. Por exemplo, a Universidade Federal do Oeste do Pará possui um manual intitulado *Racismo na universidade? Orientações para a igualdade étnico-racial e superação do racismo*, que descreve como identificar casos de racismo e os mecanismos institucionais para efetuar denúncias aos órgãos competentes universitários (Ufopa 2017). De acordo com Peixoto (2017), a publicação desse manual ocorreu após mobilização dos estudantes indígenas, que denunciaram casos de discriminação. Embora a publicação de um manual não necessariamente implique mudanças de comportamento e nas estruturas, a mobilização dos estudantes indígenas diante da discriminação dá visibilidade ao problema e propicia o debate, a valorização da temática e a criação de espaços antirracistas e fomentadores de práticas decoloniais (Peixoto 2017).

2.3 O conhecimento indígena e tradicional no contexto universitário

Os modelos de educação adotados nos países da América Latina como um todo são influenciados por paradigmas ocidentais de modernidade e desenvolvimento, nos quais a diversidade multicultural não é valorizada e o acesso à

educação se dá de maneira desigual entre pessoas de diferentes etnias e posições socioeconômicas (Nájera-Castellanos *et al.* 2018; Mato 2011). No ensino de nível superior, o foco é majoritariamente o conhecimento de caráter científico, e outros sistemas de conhecimento, como o conhecimento indígena e tradicional, não são reconhecidos ou não são discutidos (Baniwa 2019). No contexto da UEA, observa-se quão desafiador é reconhecer e integrar os saberes dos estudantes indígenas no ensino, pesquisa e extensão (Estácio 2011). Tal dificuldade é ressaltada nas seguintes falas de estudantes indígenas da UEA:

“Quando você entra na universidade, ela nos torna invisíveis; ela não tem um currículo transversal, que dialogue com os nossos saberes. E na UEA especificamente, na qual eu estudo, você tem uma disciplina com 60 horas, falando da questão indígena no estado, que tem a maior população indígena, mas não tem esse olhar dos nossos conhecimentos. Então, estar dentro desses espaços é você se apartar dos seus conhecimentos, dos seus valores, dos seus costumes” (universitário indígena entrevistado por Lima 2019).

“Só não estou gostando de algumas disciplinas, como a de História, que não tem nada a ver com nós, indígenas. Apenas com os brancos. Todas as disciplinas da faculdade deveriam se voltar um pouco para os indígenas daqui. Para a nossa realidade. Utilizando os nossos conhecimentos e também aquilo que a gente sabe. Porque muito do que está nos textos da professora não é nossa realidade, não é a nossa verdade. E a gente não tem espaço para falar, porque só pode falar o que está no texto” (universitário indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 172).

Evidencia-se, portanto, que as questões relacionadas à permanência do estudante indígena na universidade estão atreladas à inclusão de seus saberes, considerando-se também que o português não é a primeira língua de muitos deles, conforme relata um estudante:

“Aqui na UEA, a universidade aceita nós índios nos cursos, e os professores querem que a gente fale bem e domine o português. E, assim, eu não me saio muito bem. Mas, se aceitasse eu usar a minha língua, com certeza, eu me sairia melhor. Mas os professores não aceitam, porque dizem que não vão entender. Mas eu posso não entender os textos deles. E isso, eu não aceito. Isso para mim não é fácil” (universitário indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 172).

Na América Latina como um todo, existem propostas de educação intercultural, ou educação intercultural bilíngue, em universidades, que objetivam a inclusão dos povos indígenas, ao mesmo tempo em que consideram as singularidades e diversidade desses grupos (Mato 2011; Corbetta 2021). A educação intercultural é uma perspectiva anti-hegemônica que toma o multiculturalismo como ponto de partida para o ensino, pesquisa e extensão, prezando pelo reconhecimento, respeito e convivência com a diferença nos ambientes universitários. A ideia da interculturalidade na universidade tem sido difundida nos últimos anos, mas pouco tem sido praticada e vivenciada além dos debates em grupos restritos (Baniwa 2019).

De modo a concretizar uma perspectiva intercultural na UEA, alguns autores sugerem certas diretrizes para efetivamente praticá-la. Em uma revisão sobre o estado da arte da educação intercultural, Corbetta (2021) traz as seguintes recomendações para melhorá-la na América Latina: (1) aumentar e reportar anualmente o orçamento alocado para a educação intercultural; (2) formação inicial e contínua de docentes em educação bilíngue; (3) promover pesquisas em línguas e saberes indígenas; (4) definir currículos que incorporem a pluralidade de conhecimentos e epistemologias; (5) criação de materiais didáticos inclusivos; (6) formação de mães e pais que demandem educação de acordo com sua língua e cultura; e, finalmente, (7) participação dos povos indígenas na concepção, planejamento, monitoramento e avaliação das políticas associadas à educação intercultural. Paralelamente, autores indígenas, como Baniwa (2019), propõem que, para diminuir a dominância dos pensamentos etnocêntricos, deve-se levar em consideração o campo da espiritualidade dos povos originários, que vem da natureza e nela está referenciada. Tais sugestões são relevantes para que as universidades interculturais não se tornem espaços de homogeneização e assimilação cultural dos povos indígenas (Mato 2011).

A própria experiência da UEA de realização de Cursos Interculturais pode e deve fomentar uma reflexão institucional para o aprimoramento do ensino superior regular de modo a fortalecer a inclusão, o acesso e a permanência dos estudantes indígenas. No caso da realização do Curso de Licenciatura Intercultural Indígena (edital 79/2023), foram previstos diversos instrumentos para garantir a permanência: realização do curso próximo ao território indígena, bolsas de auxílio financeiro, aulas modulares e plano pedagógico-intercultural que mantém diálogos com os conhecimentos tradicionais. Por fim, aponta-se que, para ser verdadeiramente transformadora, a educação intercultural requer uma abordagem que atue em sinergia com reivindicações e melhorias dos direitos

sociais, econômicos, políticos, civis, culturais, cosmopolíticos e ambientais (Varela & Lapique 2019, Baniwa 2019).

Outra janela de oportunidade para possibilitar diálogos, engajamento com comunidades indígenas e integração de diversos sistemas de conhecimento é por meio da curricularização da extensão. Essa curricularização implica a inserção de atividades extensionistas nos projetos pedagógicos dos cursos universitários, com carga horária definida em suas matrizes curriculares, conforme Resolução 7/2018, que determina o direcionamento de 10% da carga horária dos cursos de graduação para atividades extensionistas. Nesse sentido, trata-se de ações de extensão que envolvam “comunidades externas às instituições de ensino superior e que estejam vinculadas à formação do estudante” (Brasil 2018). O objetivo é incluir grupos externos ao contexto universitário (Arroyo & Rocha 2010), em busca de fomentar a autonomia das comunidades em um relacionamento dialógico com a sociedade, a ser fortalecido e efetivado com criticidade (Freire 2014). O intuito é fortalecer a capacidade de impacto e de transformação social necessários para a atividade extensiva, colaborando com as comunidades tradicionais para a ampliação do exercício de seus direitos constitucionais. Deste modo, práticas e medidas que fomentem a curricularização da extensão de maneira colaborativa entre universidade e comunidades indígenas podem auxiliar no fomento da educação intercultural e na valorização de saberes tradicionais no ensino superior.

2.4 Reivindicações do Movimento dos Estudantes Indígenas do Amazonas (MEIAM) para inclusão, acesso e permanência na UEA

Os estudantes indígenas no Estado do Amazonas são os protagonistas de uma articulação política que exige melhorias das condições relativas à inclusão, acesso e permanência na universidade. O Movimento dos Estudantes Indígenas do Amazonas (MEIAM) é líder desse movimento que conta com a colaboração de diversas outras organizações indígenas, como a Frente Amazônica de Mobilização em Defesa dos Direitos Indígenas e o Fórum de Educação Escolar Indígena do Amazonas, e também não-indígenas, a exemplo da Associação dos Docentes da Universidade Federal do Amazonas. Em agosto de 2019, o MEIAM publicou uma carta que lista suas principais reivindicações para a obtenção de melhorias na UEA (Quadro 2).

Quadro 2 – Trecho da carta de reivindicações do Movimento dos Estudantes Indígenas do Amazonas visando a melhorias para os acadêmicos indígenas da Universidade do Estado do Amazonas (MEIAM 2019, p. 2-3)

I. Instaurar uma Comissão, com a presença de estudantes indígenas e Organizações Indígenas, para pensar e propor uma política articulada de acesso e de permanência exitosas de estudantes indígenas na UEA;

II. Realização de estudo para a criação e instauração de uma Comissão de Heteroidentificação, com a finalidade de acompanhar o processo de inscrição, matrícula e ingresso de estudantes indígenas pelas quotas étnicas da UEA. Comissão esta que deverá ter, entre os seus integrantes, estudantes indígenas e representantes das Organizações Indígenas do Amazonas;

III. Criação de vaga no Conselho Universitário (CONSUNIV) e no Conselho Curador da Universidade do Estado do Amazonas, para garantir, respectivamente, a presença e a participação tanto dos estudantes indígenas quanto de integrante de Organização Indígena do Estado do Amazonas;

IV. Instauração de uma assessoria indígena, junto ao gabinete do Magnífico Reitor da UEA, para acompanhar, articular e desenvolver ações de acesso e permanência exitosas de estudantes indígenas na Universidade do Estado do Amazonas, bem como articular e fortalecer o diálogo entre os povos e organizações indígenas e a administração superior da UEA. Reivindicamos que a indicação para esta assessoria seja discutida e encaminhada para a reitoria pelo Movimento dos Estudantes Indígenas do Amazonas e nos comprometemos que a referida indicação será discutida junto às Organizações Indígenas do Amazonas.

É possível observar que o foco de tais reivindicações é a criação e ampliação de espaços dentro da estrutura administrativa da universidade, nos quais os próprios estudantes indígenas possam tomar e implementar decisões que influenciam suas vidas. Deste modo, tal posicionamento enfatiza o interesse de partilhar do poder decisório na governança universitária e reforçar a autonomia dos estudantes para determinar quais são seus problemas e quais são as soluções desejadas. As reivindicações, portanto, caracterizam uma mudança de paradigma quando comparado aos modelos históricos que as instituições governamentais brasileiras adotam em relação aos indígenas. A carta do MEIAM pode ser considerada como um manifesto dos povos indígenas, no sentido de trazer à tona seus descontentamentos, soluções e maneiras de articulação que extrapolam os trâmites de gestão tradicionais e fragmentados impostos pelas universidades, demonstrando, assim, seu potencial para gerir aquilo que diz

respeito aos seus povos, sem depender da agenda do Estado. A carta também enfatiza o empoderamento dos estudantes indígenas e um afastamento do modelo de “tutela”. Tal perspectiva se alinha com a busca por autonomia enfatizada por outros movimentos indígenas nacionais (Machado 2017).

Em nossa revisão, não encontramos referências ou dados secundários que discutem possíveis avanços na UEA em relação às reivindicações do MEIAM (2019). Deste modo, o monitoramento de potenciais atendimentos em relação às reivindicações da carta se constitui em uma lacuna de conhecimento. Tal lacuna se destaca como relevante, uma vez que, à medida que progresso seja efetivamente realizado, este processo pode também ser um facilitador de transformação da própria instituição de ensino.

Considerações finais

A questão da inclusão, acesso e permanência de indígenas nas universidades brasileiras – particularmente no contexto da UEA – configura-se como um grande desafio institucional. As dificuldades que se apresentam não devem ser encaradas como um empecilho para a proposição de ações que consigam minimizar a problemática, mas sim como uma oportunidade de a universidade se mobilizar e fazer a diferença no atendimento às singularidades dos indígenas, reafirmando sua missão:

“A Universidade do Estado do Amazonas (UEA) é uma universidade pública, autônoma em sua política educacional, que tem como missão promover a educação, desenvolver o conhecimento científico, particularmente sobre a Amazônia, conjuntamente com os valores éticos capazes de integrar o homem à sociedade e de aprimorar a qualidade dos recursos humanos existentes na região em que está inserida” (UEA 2023).

Acreditamos que este trabalho tem potencial para contribuir com reflexões e ações de indivíduos e coletivos comprometidos com a garantia de inclusão, acesso e permanência dos indígenas nas universidades brasileiras. Nosso público-alvo são os tomadores de decisão em universidades brasileiras, principalmente da UEA, especificamente aqueles que atuam nos seguintes departamentos da instituição: Pró-reitoria de Administração, Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários, Pró-reitoria de Ensino de Graduação, Pró-reitoria de Interiorização, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e Pró-reitoria de Plane-

jamento. De modo a alcançar uma audiência mais ampla, também produzimos a charge como produto que discorre sobre o problema (Figura 1).

Nos atuais moldes da nossa sociedade, os conhecimentos acadêmicos permitem a formação de estudantes indígenas para a ocupação de cargos de tomada de decisão em diversas arenas, incluindo as próprias universidades, potencialmente iniciando um processo de valorização de diversos saberes. A representatividade nesses espaços pode gradualmente preencher os abismos criados pela falta de diálogo entre o conhecimento científico e os saberes tradicionais. O primeiro passo está na não-exclusão, inclusão, acesso e permanência dos indígenas na universidade.

Agradecimentos – Os(as) autores(as) agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo apoio ao projeto “São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive Amazonia” (Processo 2022/06028-3) e a todos os professores e colegas que participaram do SPSAS Amazônia e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos à direção da Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas pelo compartilhamento de dados sobre estudantes indígenas (Processo 01.02.011304.005260/66).

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

AMARAL, W. R.; BAIBICH-FARIA, T. M. A presença dos estudantes indígenas nas universidades estaduais do Paraná: trajetórias e pertencimentos. 2012. **R. bras. Est. pedag.** 93, 818–835.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO AMAZONAS. 2004. **LEI Nº 2894 de 31/05/2004**: Dispõe sobre as vagas oferecidas em concursos vestibulares pela Universidade do Estado do Amazonas e dá outras providências. <https://sapl.al.am.leg.br/norma/7349>. Último acesso em: 28/03/2023.

ARROYO, D.; ROCHA, M. 2010. Meta-avaliação de uma extensão universitária: estudo de caso. **Avaliação**, Sorocaba, v. 15, n. 2, p. 131-157.

BANIWA, G. 2013. A lei das cotas e os povos indígenas: mais um desafio para a diversidade. **Cadernos Pensamento Crítico Larino-Americano - Fórum**, encarte 34, p. 18-21.

- BANIWA, G. 2019. Educação para o manejo do mundo. **Revista Articulando e Construindo Saberes**, v.4: e59074, DOI: 10.5216/racs.v4.59074.
- BERGAMASCHI, M.; DOEBBER, M.; BRITO, P. 2019. Estudantes indígenas em universidades brasileiras: um estudo das políticas de acesso e permanência. **Rev. Bras. Estud. Pedagógicos**, 99, 37-53.
- BETTIOL, C. A., SOUZA, A. S. D.; LEITE, Y. U. F. Políticas públicas para formação de professores indígenas: direito, problematizações e perspectivas. In: Anais da VII Jornada Internacional de Políticas Públicas. **Para além da crise global: experiências e antecipações concretas**. p. 1-11. <<http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2015/pdfs/eixo13/politicas-publicas-para-formacao-de-professores-indigenas-direito-problematizacoes-e-perspectivas.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- BOTELHO, L. L. R., CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. 2011. O Método da Revisão Integrativa nos Estudos Organizacionais. **Gestão e Sociedade**. v. 5, n. 11, 121-136.
- BROOME, M.E. 1993. Integrative literature reviews for the development of concepts. In B.L. Rogers & K. Knafl (Eds.), **Concept Development in Nursing**, W.B. Saunders Co. 2nd ed., pp. 231-250.
- BPBES. 2018. **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. 2018. <https://www.bpbes.net.br/>. Último acesso em: 27/03/ 2023.
- COSTA, S. D. F.; CARNIEL, F. 2022. Inclusão indígena na educação superior: perspectivas guarani e institucionais. **Rev. Bras. Educ.** 27. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782022270019>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- COSTA, M. G. F.; OLIVEIRA, J. A. 2011. Uma década de interiorização do ensino superior no Estado do Amazonas: relato de caso da Universidade do Estado do Amazonas. **T & C Amazônia**, 9 (20) 25-30.
- DEI, G. J. S. 2005. **Chapter One: Critical Issues in Anti-racist Research Methodologies: An Introduction**. Counterpoints. New York, N.Y., 252, 1-27.
- ESTÁCIO, M. A. F. 2015. **A presença indígena no ensino superior: A experiência da universidade do Estado do Amazonas**. XXVIII Simpósio Nacional de História, Florianópolis, SC, 2015, p 1-14.
- ESTÁCIO, M. A. F. 2011. As quotas para indígenas na universidade do estado do Amazonas. **Dissertação**. (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Amazonas.
- FERREIRA, M. A. V., SOARES, V.; CASTRO, T. S. 2021. Alunos indígenas na universidade: o que mudou nas práticas curriculares do professor do ensino superior? **Rev. Exitus**, 11, 01-25. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2021v11n1ID1574>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E. 2021. Is there a future for indigenous and local knowledge? **Journal of Peasant Studies**, v. 49, n. 6., p. 1139-1157. <https://doi.org/10.1080/03066150.2021.1926994>
- GRANT, M. J.; BOOTH, A. 2009. A typology of reviews: an analysis of review types and associated methodologies. **Health Inf Libr J.**, 26:91-108.
- INEP. 2020. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep. **Censo da Educação Superior**. Disponível em :<<https://inepdata.inep.gov.br/analytics/saw.dll?Portal>>. Acesso em: 21 fev. 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2010. **Os indígenas no Censo Demográfico 2010**.
- KRAINSKI, L. B., KRUEGER, D. A. M., GOITOTO, C. A. G. J. 2022. Somos todos universidade: inclusão e permanência de estudantes indígenas nas universidades públicas do Paraná. **Conjecturas**, 22(5), 16-29.
- LIMA, J. 2019. **Educação indígena: inclusão requer valorização dos povos da Amazônia nas universidades**. Amazônia Real. <https://amazoniareal.com.br/educacao-indigena-inclusao-requer-valorizacao-dos-povos-da-amazonia-nas-universidades/>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- LUNA, W.F., TEIXEIRA, K.C. & LIMA, G.K. 2021. Mapeamento e experiências de indígenas nas escolas médicas federais brasileiras: acesso e políticas de permanência. **Interface - Comun. Saúde Educ.** Botucatu 25. <https://doi.org/10.1590/interface.200621>. Acesso em 23 mar. 2023.
- LUCIANO, G.; AMARAL, W. 2021. Povos indígenas e educação superior no Brasil e no Paraná: desafios e perspectivas. **Integración y Conocimiento**, 10 (2), 13-37.

- MACHADO, A. M. 2017. Movimento indígena ou indígenas em movimento. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal da Grande Dourados – MovimentoAção**. Dourados, v. 4, no. 6, p. 165-177, ISSN Eletrônico: 2358-9205
- MACHADO, A. M. 2007. De incapaz a mestrando. **Tellus**, ano 7, n. 13, p. 155-161.
- MACHADO, A. M., BELTRÃO, J. F. 2018. Interculturalizar ou guaranizar a escola? Questão posta ao Brasil plural. In: DE SOUZA LIMA, A.C., FELIPE BELTRÃO, J., LOBO, A., CASTILHO, S., LACERDA, P., OSORIO, P. (Eds.). **A Antropologia e a Esfera Pública no Brasil: Perspectivas e Prospectivas Sobre a Associação Brasileira de Antropologia no Seu 60o Aniversário**. p. 666.
- MATO, D. 2011. Universidades Indígenas de America Latina: Logros, Problemas y Desafíos. **Revista Andaluza de Antropología**. 1, 63-85.
- MOVIMENTO DOS ESTUDANTES INDÍGENAS DO AMAZONAS. 2019. Carta de Reivindicações (MEIAM).
- MELO, D.; ARAÚJO, L. 2019. **Apesar de relatos de racismo, Ufam não tem registro oficial de casos**. Associação dos Docentes da Universidade Federal do Amazonas (ADUA). https://adua.org.br/mobile/frame1.php?pagina=noticia.php&ID_ARTIGO=340. Acesso em: 24 mar. 2023.
- MENDES, K. D. S., SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. 2018. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto - Enferm**. 17, 758–764. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>. Último acesso em: 28/03/2023.
- NÁJERA CASTELLANOS A. J., CONSTANTINO AGUILAR M. A., PINTO ROJAS R. R. 2018. La filosofía intercultural, un concepto en deconstrucción y referente descolonizador en los procesos educativos. In: M. Y. Castañeda Seijas. (Ed.). **Debates sobre la vinculación comunitaria**. Universidad Intercultural de Chiapas, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. p. 39-50.
- NUNES, T. 2023. **Unicamp cria Grupo de Trabalho para aperfeiçoar política de permanência indígena**. <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2023/02/15/unicamp-cria-grupo-de-trabalho-para-aperfeicoar-politica-de-permanencia>. Último acesso em: 23/03/2023.
- PAIVA, G. D. S. 2021. Des-construção da identidade indígena. Universidade do Estado do Amazonas. (TCC, Graduação em Pedagogia), Universidade Federal do Amazonas.
- PALANDI, V. et al. 2021. Entre experiências, afetos e vivências interculturais. **Extensão em Revista**, [S.l.], n. 7, ISSN 2525-5347. <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/extensaoemrevista/article/view/2294>>. Último acesso em: 25/03/2023.
- UNESPAR. 2022. Edital n.º 001/2022. SIPAD/PROGRAD/NC/UFPR da Chamada Geral do XXI Vestibular dos Povos Indígenas no Paraná. <https://servicos.nc.ufpr.br/PortalNC/PublicacaoDocumento?pub=4442>. Último acesso em: 28/03/2023.
- PEIXOTO, K. P. F. 2017. **Racismo contra indígenas: reconhecer é combater**. Ano 21, Vol 28(2). <https://doi.org/10.51359/2525-5223.2017.25363>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- SANGION, J. 2022. **Vestibular indígena 2023 tem recorde de inscritos**. <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2022/12/16/vestibular-indigena-2023-tem-recorde-de-inscritos>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- SANTOS, B. S. 2007. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos estudos CEBRAP (79)**. <https://doi.org/10.1590/S0101-33002007000300004>. Último acesso em: 28/03/2023.
- SILVA, C. R. D.; COSTA, S. L. 2022. Da retomada ao presente: políticas afirmativas para povos indígenas no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, 2022, 237, 4-15.
- SILVA, M. 2008. Charge virtual como gênero jornalístico na difusão da ciência. In: SOUSA, C. M. **Jornalismo científico & desenvolvimento regional: estudos e experiências**. EDUEP, p. 25-36.
- SOARES, C. B, HOGA L. A. K, PEDUZZI, M, SANGALETI, C, YONEKURA T. & SILVA, D. 2014. Integrative review: concepts and methods used in nursing. **Rev. Esc. Enferm. USP**, 48(2):329–339.
- SPA. 2021. **The Amazon We Want**: Science Panel for the Amazon. <https://www.theamazonwewant.org/>. Acesso em 27 mar. 2023.

- SOUZA, M. T., SILVA, M. D. & CARVALHO, R. 2020. Integrative review: what is it? How to do it?. **Einstein**, 8 (1), 102-106.
- TOLEDO, V; BARRERA-BASSOLS, N. 2008. **La Memoria Biocultural**: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Editorial Icaria, Barcelona, España. 233 pp.
- TORONTO, C. E. Overview of the Integrative Review. In: TORONTO, C. E. & REMINGTON, R. A Step-by-Step Guide to Conducting an Integrative Review. **Switzerland: Springer Nature**, 2020, p. 1-10.
- TROQUEZ, M. C. C. 2022. Racismo contra povos indígenas e educação. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, v. 31, n. 67. <https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2022.v31.n67.p98-112>.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ-UFOPA. 2021. **Racismo na universidade?** Orientações para promoção da igualdade étnico-racial e superação do racismo. <http://www.ufopa.edu.br/media/file/site/proges/documentos/2021/557d218c1e23b893a231d0cbbd67a829.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DO AMAZONAS-UEA. **Prosas**. 2023. <https://prosas.com.br/empreendedores/11453-universidade-estadual-do-amazonas-uea>. Acesso em 23 mar. 2023.
- UNESPAR. 2022. Edital 03/2022 - CCCV – XXI - **Vestibular dos Povos Indígenas do Paraná**. Universidade Estadual do Paraná. Paraná. <https://unespar.edu.br/xxi-vestibular-indigena>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- VARELA, D. A.; LAPIQUE, C. 2019. Elementos para la construcción y evaluación de política pública: Contribuciones del Coloquio de las Américas. In: GONZÁLEZ, J. E. (Ed.). **Multiculturalismo e interculturalidad en las Américas. Canadá, México, Guatemala, Colombia, Bolivia, Brasil, Uruguay** 2019. Cátedra Unesco - Diálogo intercultural, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. p. 206-214.
- WHITTEMORE, R.; CHAO, AJANG, M., MINGES, K. E. & PARK, C. 2014. Methods for knowledge synthesis: An overview. **Heart & Lung**, 43(5), 453–461. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2014.05.014>
- WHITTEMORE, R; KNAFL, K. 2005. The integrative review: updated methodology. **J Adv Nurs J Adv Nurs**, 2005 Dec;52(5):546-53. doi: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x.

Sobre os autores

Ana Carla Rodrigues é Bióloga, Mestre em Ecologia e Conservação pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Atualmente, é doutoranda em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e pesquisadora colaboradora do Instituto Juruá. <https://orcid.org/0000-0002-7687-1502>

Ana María Flores Gutiérrez é Bióloga, formada na Faculdade de Ciências da Universidade Nacional Autônoma do México (UNAM), com mestrado e atualmente doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UNAM. <https://orcid.org/0000-0002-2808-0511>

André Luiz Giles é Biólogo pela Universidade Estadual Paulista (UNESP Botucatu), Mestre em botânica pela UNESP-Botucatu. Doutor em ecologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua nas áreas de ecologia aplicada, restauração ecológica e ecologia funcional. <https://orcid.org/0000-0002-1973-400X>

Carolina de Albuquerque é Bacharel em Direito pela Universidade de Mogi das Cruzes, com mestrado em Direito pela Universidade Metodista de Piracicaba e doutorado em Ciências (Ecologia Aplicada) pela Universidade de São Paulo (USP) e em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Atualmente é Docente da Universidade Federal de Rondônia. <https://orcid.org/0000-0001-8383-4972>

José Moisés de Oliveira Silva é graduado em Ciências Sociais pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Mestre em Antropologia Social pelo Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social (UFAL) e Doutorando em Antropologia pelo Programa de Pós-Graduação em Antropologia da Universidade Federal do Pará (UFPA). <https://orcid.org/0000-0002-6664-7697>

Juliana de Oliveira Vicentini é Geógrafa pelo Instituto Superior de Ciências Aplicadas, com MBA em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo (USP), mestrado e doutorado em Ciências (Ecologia Aplicada) pela USP. Atualmente está no segundo pós-doutorando no programa USPSusten da USP. <https://orcid.org/0000-0002-9031-6679>

Rafael Cavalcanti Lembi é Técnico em Meio Ambiente formado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Biólogo (bacharelado e licenciatura) e Mestre em Ecologia formado pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é doutorando em Sustentabilidade na Michigan State University, Estados Unidos. <https://orcid.org/0000-0003-2310-2950>

Vivian Battaini é Bióloga pela Universidade Estadual Paulista (UNESP – Rio Claro). Doutora e Mestre em Ciências – Programa Ecologia Aplicada da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Atualmente é professora da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). <https://orcid.org/0000-0003-2231-0010>



A diversidade urbana na Amazônia e as agendas globais para a sustentabilidade urbana: propostas e desafios para a Mesorregião Ilha do Marajó – Pará

Monique Bruna Silva do Carmo^{1*}; Welbson do Vale Madeira²; Heloísa Corrêa Pereira³; Paula Regina Humbelino de Melo⁴; Camila Amaral Pereira⁵; Juan Carlos Amilibia⁶; Renata Maciel Ribeiro⁷

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – moniquebruna@ymail.com,

² Universidade Federal do Maranhão – welbson.madeira@ufma.br

³ Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá OS-MCTI –
heloisapereira@mamiraua.org.br

⁴ Universidade Federal do Amazonas – paulamelos@ufam.edu.br

⁵ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – camilaeconomia@outlook.com

⁶ Provita ONG – Venezuela – jambilibia@provitaonline.org

⁷ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – renata.ribeiro@inpe.br

* Monique Bruna Silva do Carmo – moniquebruna@ymail.com

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_007

RESUMO

O processo de urbanização do território amazônico tem sido apreendido de forma inadequada e incompleta nas agendas globais para a sustentabilidade urbana. Isso mostra a deficiência dos aparatos técnico-operacionais dessas agendas como ferramentas avaliativas, no contexto de um urbano gerado e consolidado em um ambiente de complexidade e diversidade socioambiental. Este artigo procura contribuir para esse debate e contempla cinco dimensões temáticas relacionadas ao processo de urbanização na Amazônia – socioambiental, econômica, gestão pública, educação e organização social – e sugere estratégias para adaptação de alguns indicadores de sustentabilidade urbana existentes a um contexto socioterritorial específico, a Mesorregião do Marajó, no estado do Pará (Brasil). Para tal, adotam-se os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como base para discussão e são sugeridas novas métricas para a sustentabilidade urbana. Os resultados foram sistematizados em um quadro síntese de indicadores que podem ajudar a entender a sustentabilidade urbana em um contexto de diversidade e complexidades, destacando a importância da interdisciplinaridade para a compreensão de elementos sutis que ressaltam iniciativas de urbanização que não se adequam ao modelo e narrativa única sobre o que se entende por cidade e pelo fenômeno urbano.

Palavras-chave: urbanodiversidade, sustentabilidade urbana, pequenas cidades, Mesorregião do Marajó..

Introdução

Na tentativa de superar o dito “vazio demográfico”, após a década de 1960 foram estabelecidas políticas de integração da região Amazônica que resultaram na concentração populacional nas cidades, as quais eram, então, carentes de infraestrutura básica e serviços urbanos. Essa expansão das áreas urbanas da Amazônia impactaram a floresta, fragmentaram as relações socioespaciais das cidades e geraram modificações territoriais que são visíveis especialmente até os dias de hoje. Como é destacado por Becker (1985), ainda que o processo de urbanização na região tenha sido significativo, são cidades que permanecem carentes de infraestrutura urbana básica, trabalhos e geração de serviços.

Historicamente, o processo de ocupação da Amazônia, reestruturado a partir das frentes econômicas e das políticas criadas no século XX, que visavam expandir a fronteira agrícola na direção do Centro-Oeste e do Norte do Brasil, se deu a partir da expansão da fronteira agrícola, com a presença de grandes latifundiários e empresas agrícolas (Ianne 1979; Pinto 1980). Becker (1990) também chama a atenção para a presença dos grandes projetos econômicos extrativistas, que produziram as *company towns*, resultantes da difusão e formação espontânea, ou planejada, de cidades e povoados para atender às necessidades dos complexos industriais. Além desses aspectos, o padrão de organização do território urbano amazônico está enraizado em diferentes paisagens, como: cidades *rio-várzea-floresta* e cidades *estrada-terra-firme* (Gonçalves 2001). No caso das cidades *rio-várzea-floresta*, são encontradas cidades ribeirinhas, que seguem o padrão de ocupação vinculado ao rio e à floresta. Para Oliveira (2006), as cidades ribeirinhas são núcleos urbanos que se encontram situadas às margens dos rios com espacialidades diversas e que se articulam a estruturas pre-existentes quase sempre locais. “É preciso compreender o território que resulta desse processo, que se, de um lado, reflete as duras condições de vida, de outro, também é sinal de resistência, de força inquebrantável para a construção de uma nova vida que não é necessariamente melhor ou pior, mas é outra vida” (Oliveira 2006, p. 9). As cidades da Mesorregião do Marajó se inserem nesta lógica.

A Ilha do Marajó é composta por 15 municípios, sendo que 13 destes, ou seja, Afuá, Anajás, Bagre, Chaves, Cachoeira do Arari, Currálinho, Gurupá, Melgaço, Muaná, Ponta de Pedras, Salvaterra, Santa Cruz do Arari e Soure, são considerados de pequeno porte, com menos de 21 mil habitantes (IBGE, 2020). Entre outras situações de precariedade em termos de infraestrutura, verificam-se cidades que não possuem aterros sanitários por estarem cercadas de fazendas particulares, como Soure e outras, em que, devido à localização em áreas de

inundação, o lixo recolhido é despejado nas proximidades dos núcleos urbanos, queimado em madeiras ou despejado diretamente nos rios, como é o caso da cidade de Afuá (Carmo 2020).

Segundo Quintela *et al.* (2018), o Marajó é um exemplo da coexistência de tradição e modernidade, com suas disputas e conflitos, o que, no entendimento da proposta deste artigo, é representativo da *diversidade urbana*. Portanto, como estratégia para a sustentabilidade urbana na Ilha do Marajó, avalia-se que é necessário construir abordagens acadêmicas capazes de captar as particularidades do território diante dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU (2016) para as cidades. Considerando-se os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que estabelecem como eixo fundamental a otimização simultânea de *inclusão social, crescimento econômico e proteção ao meio ambiente* (ONU 2016), a Agenda 2030 propõe 17 Objetivos para nortear as políticas nacionais e as possíveis atividades de cooperação internacional nos próximos anos.

Apesar de considerada uma abordagem bastante completa e abrangente, Hickel (2019) destaca que existem dois lados desta Agenda que aparecem em iminente risco de contradição: um que defende a relação harmônica do homem com o ambiente natural, estabelecendo limites de uso de recursos ao nível de resiliência planetária e medidas de contenção das mudanças no clima; e outro que apela para o crescimento econômico global contínuo, defendendo um pressuposto que permite manter os níveis atuais ou superiores de crescimento econômico. Essas contradições também se refletem na perspectiva das cidades e mostram a incapacidade de cumprimento desta Agenda no contexto dos ODS 11 – *Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis* –, ao mesmo tempo em que se busque o cumprimento do ODS 8 – *Promover o crescimento econômico, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos*. Neste sentido, a pergunta norteadora deste artigo é: *como construir caminhos alternativos que priorizem o vínculo entre as cidades e a natureza, considerando um processo de urbanização que nasce e cresce em um contexto específico?*

Para avançar na construção de respostas para esta e outras questões, partimos de Ribeiro *et al.* (2021), que define a sustentabilidade urbana na Amazônia como um sistema multidimensional que abrange: (i) o conhecimento tradicional aliado às tecnologias para o planejamento e gestão do território, (ii) a mudança de paradigmas de consumo, da terra e dos recursos, a partir da valorização de práticas da existência cotidiana, (iii) a compreensão das dinâmicas política-econômicas subjacentes aos processos de produção e remodelação do espaço, e,

por último, (iv) a retomada do desenvolvimento baseado no uso não predatório dos recursos da sociobiodiversidade, que têm a cidade e seu entorno como base para sua reprodução. Estes elementos de discussão ajudam a nortear o entendimento sobre quais seriam as dimensões de análise necessárias para a compreensão da sustentabilidade urbana no contexto das cidades da Ilha do Marajó.

Para tal, o texto é dividido da seguinte forma: i) discussão sobre a relação sociedade-natureza no contexto socioterritorial da análise para a composição da *dimensão socioambiental*; ii) discussão sobre o dinamismo econômico para a composição de indicadores da *dimensão socioeconômica*; iii) discussão sobre a infraestrutura urbana para a composição de indicadores da *dimensão de gestão do território*; iv) discussão sobre o potencial da saúde planetária para a composição de indicadores da *dimensão de educação para a sustentabilidade*; v) discussão sobre a importância da organização da sociedade civil para a composição de indicadores da *dimensão de organização social*. Por último, como anexo, propomos um quadro com uma síntese de proposta de métricas para avaliar a aplicabilidade dos ODS para a região, considerando as temáticas discutidas nos itens anteriores.

Dimensão socioambiental: relação sociedade-natureza

A vida na Ilha do Marajó está fortemente enraizada na relação de seu povo com a natureza, pois essa é fonte de meios de sobrevivência, promotora da vida e renascimento de memórias que perpetuam a história do lugar. E é pela proximidade com o meio natural que o homem, a terra, o rio e o mar continuam interligados, relação que se torna mais aguda com o desenvolvimento de atividades produtivas. No caso específico, as civilizações indígenas que se fixaram no Marajó, há mais de 3.000 anos, deixaram testemunhos interessantes, sobretudo paisagens que deram fama à maior ilha deltaica do mundo (ECURED 2023). Atualmente, o Marajó tem uma cultura própria, ligada à pecuária e à criação de búfalos – carne que é preparada como prato típico da culinária regional e em que os animais são criados em enormes fazendas, muitas vezes isoladas.

O uso do meio ambiente pelo homem é percebido como atividade humana essencial para a sobrevivência, através da qual o homem transforma a natureza e é transformado por ela, onde ele produz e reproduz sua existência, fazendo a história do ser social (Ferreira 2006). O espaço da natureza, ao ser adaptado ou inserido à modernização contemporânea, tornou-se o lócus das atividades de

produção e troca. Ao mesmo tempo, a modernidade colocou o homem diante de impasses e contradições de uma sociedade que caminhou e continua caminhando cada vez mais rápido em direção ao progresso (Castro 2017). O meio ambiente, compreendido como concentrador de recursos naturais, tornou-se objeto de interesse e transformou-se em um sistema de produção e exploração. Nesse contexto, conforme Sathler *et al.* (2009), a integração econômica-espacial promovida pela globalização não foi suficiente para reduzir as desigualdades na Amazônia. A Ilha do Marajó sofre os reflexos dessa realidade.

No início do século XVIII, a economia marajoara era dependente de produtos naturais, como a borracha e a castanha-do-pará, sendo responsável pela criação e expansão dos povoados (Costa *et al.* 2022). Em 1960, a atividade pecuária com base no latifúndio tradicional tornou-se ainda mais presente na economia em virtude da natureza local, com a presença dos grandes campos alagados. Nos dias atuais, as práticas econômicas se mantêm com a presença dos grandes latifundiários, que, com a produção bubalina, dividem extensas áreas de campos alagados com a população ribeirinha, que vive ao longo dos igarapés e rios e desenvolvem atividades econômicas extrativistas. Além disso, antes, as relações econômicas na região se davam em nível local e regional. No período recente, ocorrem em diferentes escalas, mas de forma desarticulada (Browder & Godfrey 2006).

Em termos gerais, apesar das relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, os problemas relacionados às mudanças climáticas, uso desenfreado da biodiversidade e consequente aumento da pobreza foram fatores que limitaram o desenvolvimento da região. Estudo feito por Santos *et al.* (2021) sobre a vulnerabilidade dos municípios da região costeira do estado do Pará mostra que os municípios mais expostos e vulneráveis às alterações climáticas e eventos extremos se encontram na região da Ilha do Marajó. Os eventos climáticos extremos de anomalias de precipitação e temperatura levaram a mudanças do clima que já estão afetando as relações socioambientais, fazendo com que ocorra cada vez mais a intensificação da vulnerabilidade na região.

Segundo o PNUD (2013), municípios da Ilha do Marajó, como Melgaço (0,418), Chaves (0,453), Bagre (0,471) e Anajás (0,484), não alcançaram 20% de acesso a sete consultas de pré-natal, exceção para Afuá (0,489) e Portel (0,483), que apresentam baixo IDH se comparado aos outros municípios brasileiros. O aspecto sociodemográfico da região é um fator que agrava e torna essas cidades ainda mais sensíveis às vulnerabilidades socioambientais, uma vez que as populações marginalizadas estão vivendo nessas áreas e são as que têm maior dificuldade em se adaptar às mudanças ambientais resultantes das mudanças climáticas.

Articulando-se aos problemas identificados para a Ilha do Marajó, temos os ODS 12 e 14, que tratam da relação entre os seres humanos e a natureza (ODS 12 – *Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis*), em um contexto que tem por base fundamental os rios (ODS 14 – *Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável*). Estes são objetivos importantes, mas que carecem de conhecimento sobre as especificidades do Território Amazônico, destacado aqui pelo contexto marajoara, e que também considerem a pluralidade social, cultural e ambiental como fatores determinantes na relação sociedade-natureza (Quadro 1, em anexo).

Portanto, para que a Ilha do Marajó sirva como objeto de estudo da sustentabilidade urbana sob o aspecto da *dimensão socioambiental*, faz-se necessário considerar como a relação entre a sociedade e a natureza se mantém na complexidade do ordenamento espacial do território marajoara. Nesse, os rios e a floresta fazem parte da organização e dinâmica espacial das cidades e funcionam como mediadores para o deslocamento de pessoas e mercadorias. A conservação de um ambiente saudável depende do tipo de desenvolvimento estratégico sustentável que ocorre em uma região ou país. A dimensão socioambiental, desde as relações natureza e sociedade, deve ser percebida a partir do uso responsável dos recursos, mas, mais do que isso, é preciso pensar no território e em suas múltiplas práticas sociais, nos diferentes usos dos recursos naturais e suas particularidades, essenciais para a conservação dos ecossistemas e da vida humana.

Avançar nessa discussão implica uma nova realidade econômica e ambiental, considerando o dinamismo socioeconômico e as diferentes escalas de ocupação espacial da Amazônia. E, ainda, sobre como essas realidades reverberam nas relações entre a sociedade e a natureza. Como desdobramento dessa discussão, no tópico a seguir são apontados elementos gerais que podem favorecer a construção de um sistema de indicadores que dê conta do dinamismo econômico nas dimensões territoriais urbanas e rurais, articulados ao contexto das cidades marajoaras.

Dimensão socioeconômica: dinamismo econômico

As economias urbanas da Amazônia possuem altíssimo potencial para estimular o desenvolvimento de economias baseadas em biodiversidade (Silva 2018). Por outro lado, as economias rurais são decisivas no que diz respeito

às dinâmicas do desenvolvimento da Amazônia, principalmente quando se trata de inclusão social e sustentabilidade (Costa 2015). Como desdobramento, é possível conceber indicadores que articulem a duas dimensões, como procuramos mostrar no Quadro 1 (anexo).

Da parte do governo federal brasileiro foram estabelecidas estratégias para alcançar os ODS, podendo-se destacar as seguintes (Brasil 2017): i) criação de uma comissão nacional para difundir os objetivos e favorecer diálogos entre os entes federativos e a sociedade civil, ii) esforço no sentido de adequar metas globais à realidade brasileira, inclusive considerando as legislações e os planos e programas de desenvolvimento, e iii) elaboração de diagnósticos sobre a realidade nacional e realidades locais, estabelecimento de prioridades nacionais e mapeamento de políticas já existentes. Para a compreensão da importância do dinamismo econômico para a sustentabilidade urbana no contexto das cidades do Marajó, discute-se a atuação do ODS 8, voltado a promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos. Todavia, é importante destacar suas controvérsias, como a premissa de relações entre crescimento econômico e desenvolvimento e as possibilidades de haver crescimento econômico sem danos ambientais (Goiria & Herrera 2021). Dito isso, um dos desafios postos para pesquisadores e gestores públicos na Amazônia é a consolidação de um sistema que aponte para uma sustentabilidade econômica e ambiental, valorize as produções e condições de vivência locais e favoreça as articulações urbano-rural, de forma integrada e não dicotômica.

Neste sentido, entendemos que a contribuição significativa da economia para a sustentabilidade é a compreensão e adoção de medidas, políticas e estratégias que visem à autonomia regional e ao dinamismo econômico (Quadro 1). Uma experiência, nesse sentido, pode ser observada na comunidade Ponta Alegre – localizada no rio Canaticu, município de Curalinho. Trata-se do “Projeto Embarca Marajó: Navegando na Maré da Sustentabilidade”. Este projeto proporciona o acesso a serviços bancários à população que vive distante dos centros urbanos, com maior infraestrutura, fortalecendo iniciativas como a criação de moedas sociais.

As moedas sociais são importantes estratégias para o dinamismo econômico em pequenas cidades (Yunnus 2000). Elas são gestadas em bancos comunitários, a partir de serviços financeiros solidários em rede, e possuem três características centrais: i) a administração de recursos feita pelos membros da sociedade, ii) um sistema integrado de desenvolvimento local, que possibilita o crédito, produção, comercialização e capacitação ao mesmo tempo, e iii) a circu-

lação de moeda social no território, que é aceita e reconhecida pelos produtores, comerciantes e consumidores do local, possibilitando, assim, a criação de um mercado alternativo para as famílias e fortalecendo as redes internas de trocas.

Os moradores locais trocam seu dinheiro oficial (reais) por uma moeda social, cujo valor está restrito a determinada área de aceitação, ou seja, somente pontos comerciais previamente cadastrados, e que aderem a esse circuito econômico particular, estão aptos a receber essa moeda pelo valor de face a ela atribuído, para a comercialização de produtos e serviços (Silva 2017). Essa prática vem sendo desenvolvida na Ilha do Marajó e é um dos exemplos de como a sustentabilidade econômica e a ambiental podem caminhar juntas, favorecendo a construção do conhecimento territorial a partir das práticas locais. Também, como resultado efetivo das ações do “Projeto Embarca Marajó: Navegando na Maré da Sustentabilidade”, em 2016 foi criado o primeiro banco comunitário do Marajó, localizado na comunidade de São Miguel do Pracuúba, no município de Muaná. Registre-se que há outras experiências em outros estados, como é o caso da moeda social on-line, o e-dinheiro, moeda virtual criada pelo Banco Palmas, no Tocantins, e adotada por várias outras agências que integram a Rede Brasileira de Bancos Comunitários. Com isso, sugere-se demonstrar em termos práticos, à esfera pública municipal, a importância de se aderir a iniciativas que partam da esfera local e estejam adaptadas ao seu contexto socioeconômico.

As ações mais amplas dos objetivos dos ODS chamam a atenção para a necessidade de promover o crescimento econômico sustentável, mas em suas ações locais não são consideradas as especificidades econômicas do território e as práticas locais como fatores determinantes para promover o crescimento econômico sustentado. Para garantir emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todas e todos, é preciso considerar que a territorialização se dá de acordo com as particularidades do lugar, e adotar ações mais contextualizadas com a realidade local, considerando um conjunto de fatores, sendo eles: sociais, econômicos, ambientais, institucionais e culturais distintos. A territorialização ocorre a partir das diferentes formas de apropriação e usos do território. Cada cidade, comunidade ou vila agrega particularidades em suas práticas socioculturais, que são determinantes na produção socioespacial.

Em suma, diante dessa elucidação, para que seja possível alcançar o Objetivo 8, que é *“Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos”*, faz-se necessário considerar as práticas de economia sustentáveis que já vêm sendo desenvolvidas em algumas comunidades, reconhecendo a diversidade territorial

em conjunto com a importância dessa prática como ferramenta do planejamento estratégico econômico sustentável marajoara.

Além desses aspectos, as dimensões espaciais rural-urbano se colocam como um desafio para articulação mais estratégica. O exemplo do Marajó se apresenta como um cenário promissor para as práticas socioeconômicas e ambientais em direção à sustentabilidade. No entanto, essas ações refletem a resiliência da população diante dos desafios presentes nas ações políticas e de gestão territorial e políticas adequadas à realidade das cidades na Amazônia. Partimos da premissa de que a diversidade urbana da Amazônia impõe desafios à população, que devem ser superados a partir das dimensões de gestão e ações estratégicas para atender à diversidade das cidades dessa imensa região.

Dimensão de gestão do território: infraestrutura urbana

A organização territorial da Amazônia, diante da organização socioespacial, é representada pela diversidade de cidades que se formaram em diferentes momentos históricos, que foram, e ainda são, importantes na estruturação econômica e social do espaço urbano. Foi a partir da década de 1960 que novos núcleos urbanos passaram a emergir na floresta amazônica, o que levou à intensificação do processo de urbanização. Além disso, segundo Browder e Goldfrey (1997), embora Belém e Manaus tenham se consolidado como as principais primazias, houve, naquele momento, uma tendência regional que levou à desconcentração das Regiões Metropolitanas e que permaneceu nos anos seguintes, favorecendo a expansão das regiões periféricas com a construção de novos assentamentos, áreas sem infraestrutura e sem serviços urbanos básicos. A urbanização desarticulada criou um urbano diferenciado e favoreceu o surgimento de novas relações inter e intraurbanas que são particulares da região. Segundo Carmo e Costa (2019), a organização territorial resultou em identidades institucionais e econômicas distintas, assim como no processo de urbanização nas cidades do delta do Amazonas, incluindo o território da Ilha do Marajó.

Segundo Silva (2015), a produção do espaço urbano das cidades está relacionada a diferentes fatores, sendo eles: a característica do sítio e sua situação, o papel do núcleo urbano no contexto local e regional, diante das contradições do capitalismo, a divisão territorial do trabalho e a composição da rede urbana. Em relação à rede urbana, deve-se entender que, no Marajó, as cidades desempenham papéis semelhantes, porém com singularidades e particularidades. Os núcleos urbanos do Arquipélago do Marajó oferecem serviços básicos de infra-

estrutura urbana de forma restrita aos seus moradores, que, se comparados aos centros urbanos polarizadores, tornam-se os bens mais necessários à vida das comunidades locais. Por estarem localizadas distantes das áreas "core", o acesso à infraestrutura e serviços não fica concentrado em um único polo, mas sim em diferentes localizações.

O relatório "Impacto, Vulnerabilidade e Adaptações das Cidades Costeiras Brasileiras às Mudanças Climáticas" (PBMC, 2017) mostra que muitas cidades, vilas e comunidades locais na Região Norte do Brasil encontram-se em condição de vulnerabilidade, o que vai ao encontro dos dados sobre infraestrutura urbana e serviços básicos das cidades da Ilha do Marajó disponibilizados pelo IBGE (2010). Neles, observamos que todas as cidades estavam classificadas como áreas de grande vulnerabilidade socioambiental devido à intensa ocupação de áreas de várzea. Por estarem localizadas em áreas de inundação e pela ausência de serviços de infraestrutura urbana, como tratamento de esgoto e acesso à água tratada, são cidades de alta vulnerabilidade ambiental, que poderão sofrer com os efeitos da intensidade e aumento das chuvas e elevação dos níveis do mar. Por outro lado, as cidades marajoaras possuem menos recursos e fiscalização ambiental, e, com isso, o gerenciamento das áreas urbanas carece de políticas públicas urbanas e ambientais específicas que minimizem os problemas encontrados.

Segundo Costa e Brondizio (2017), as áreas urbanas do Arquipélago do Marajó, em grande parte, estão inseridas no processo de urbanização que se consolidou na região ao longo dos últimos 20 anos. Contudo, o agrupamento dos núcleos sempre se deu de forma lenta e não concentrada. São núcleos urbanos que contam com pouca infraestrutura, além de serem dependentes do repasse de recursos públicos (Costa *et al.* 2008). Além das áreas urbanas em áreas de várzea, existem áreas de terra-firme (Figura 1), que foram estruturadas no decorrer dos anos, conforme a expansão das áreas urbanas das cidades. Assim, é possível encontrar cidades em áreas de terra-firme ou a presença da várzea e da terra-firme dentro da mesma cidade.

Há precariedade no acesso aos serviços de infraestrutura urbana, o que dificulta a qualidade da oferta dos serviços básicos, como tratamento de esgoto, água tratada, coleta e tratamento de lixo. Estudo feito por Mansur *et al.* (2016) na delimitação da região do delta do rio Amazonas, que inclui todas as cidades da Ilha do Marajó, levantou-se que há aproximadamente 80-90% da população urbana vivendo em condições de vulnerabilidade, resultante da combinação da falta de serviços sanitários e assentamentos não planejados em áreas impró-

rias. Além disso, segundo os mesmos autores, menos de 20% da população ribeirinha do delta possui moradias com acesso aos serviços de coleta de esgoto, sendo que a coleta é praticamente inexistente nas cidades de pequeno porte (Mansur *et al.* 2016). O acesso à água tratada, assim como o tratamento de esgoto sanitário, é deficiente e traz problemas ambientais, principalmente ligados à saúde da população. Ainda há moradias que não possuem acesso à água tratada, muitas ainda utilizam água do rio para afazeres domésticos e consumo (Carmo 2020), muitas moradias não possuem um sistema de drenagem, e o esgoto doméstico é despejado diretamente nos rios (Figura 2).



a) Trecho da rua Antero Lobato aterrada.

b) Início da estiva a partir da rua Antero Lobato.



c) Trecho da rua Antero Lobato asfaltada.

d) Trecho da rua Antero Lobato com asfalto.

Figura 1 Áreas de várzea e terra-firme na cidade de Ponta de Pedras (PA). *Fonte:* Valota (2015).

As políticas públicas e serviços (nível local, regional e federal) estão desconectados da realidade local. A precarização desses serviços não foi superada pelas políticas públicas de infraestrutura e muito menos houve planejamento envolvendo a diversidade urbana marajoara. É preciso que as políticas públicas, do mesmo modo que os ODS, tenham olhares sensíveis para a região, pois,

assim como em outras cidades da Amazônia, múltiplas territorialidades (Hasbaert 2005) precisam ser enxergadas. Assim, essas métricas têm de ser pensadas para as realidades locais, levando em consideração suas particularidades, para que possam ser implementadas políticas públicas de infraestrutura urbana adequadas à *urbanodiversidade* (Trindade Jr. 2010). Para que as cidades marajoaras sejam sustentáveis, deve-se ter como principal arcabouço a construção de um debate que inclua as particularidades do urbano da Amazônia.



Figura 2 Bairro em área de várzea na cidade de Ponta de Pedras (PA). Fonte: Carmo (2020).

No que diz respeito à gestão do território, os ODS 6 (*Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos*), 7 (*Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos*), 9.1¹ e 11.2² destacam diferentes elementos necessários à análise da infraestrutura nas cidades, referentes ao acesso a serviços públicos de saneamento básico, energia elétrica

1. Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos.
2. Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.

e mobilidade urbana. Diante do contexto da diversidade urbana na ilha, para que seja possível alcançar esses objetivos e metas, é preciso reconhecer os diferentes tipos de urbanos existentes na Ilha do Marajó e levantar debates junto aos órgãos públicos para realização de propostas da implementação de serviços básicos de infraestrutura de forma particular em cada núcleo urbano (Quadro 1). O principal objetivo é garantir que as particularidades locais sejam consideradas nos planos de gestão. Esse fator será determinante para termos um panorama das áreas mais vulneráveis sob o ponto de vista de acesso à urbanidade (infraestrutura urbana), a partir da implementação de políticas públicas e serviços que condizem com a realidade territorial da Ilha do Marajó.

De modo particular, a meta 2 do ODS 11 fala sobre a mobilidade urbana, um desafio que precisa ser pensado de acordo com as particularidades de cada região. No Marajó, a mobilidade intraurbana é realizada por moradores que estão nas áreas rurais e que precisam se deslocar até o centro urbano das cidades mais próximas. Já a mobilidade interurbana se dá quando os moradores das cidades precisam se deslocar até os grandes centros urbanos, geralmente em busca de serviços que não são ofertados nas cidades da região, como os serviços de saúde especializados, serviços bancários, etc. No caso dos municípios da Ilha do Marajó, o deslocamento quase sempre ocorre em direção a Belém e Macapá, dependendo da localização e proximidade. Segundo Bartoli (2020), a difusão dos motores adaptados às embarcações rústicas tem sido fundamental para o deslocamento da população entre suas comunidades e as sedes comerciais e entornos de influência.

Na Ilha do Marajó, o transporte de pessoas e mercadorias é realizado por meios multimodais nas hidrovias, e a travessia pode ser feita por lanchas (em até 2 ou 3 horas), por navios (podem levar de 4 a 40 horas) ou rabetas³. Dependendo do percurso e do tipo de transporte, as viagens podem levar de 2 a 40 horas entre uma cidade e outra dentro da ilha. A meta 11.2 discorre sobre o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos (ONU 2022). Por outro lado, não há nenhuma menção à inclusão dos sistemas de transporte hidroviário. Segundo Bartoli (2020), o transporte fluvial na Amazônia exerce grande influência na estruturação da rede urbana e, principalmente,

3. Rabeta é um pequeno motor de propulsão que fica acoplado ao casco.

na construção das territorialidades diversas. São “*territorialidades de diversas redes de sujeitos, com formação de sistemas territoriais*” (Bartoli 2020, p. 33).

Diante da diversidade urbana, para que seja possível alcançar a meta de “*Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis*”, é preciso reconhecer os diferentes tipos de urbanos existentes na Ilha do Marajó e levantar debates junto aos órgãos públicos para a realização de propostas de implementação de serviços básicos de infraestrutura de forma personalizada em cada núcleo urbano. O principal objetivo é garantir que as particularidades geográficas (localização, construção de moradias adequadas e implementação de infraestrutura urbana) sejam consideradas nos planos de gestão. Esse fator será determinante para termos um panorama das áreas mais vulneráveis sob o ponto de vista de acesso à urbanidade, a partir da implementação de políticas públicas e serviços que condizem com a realidade territorial da Ilha do Marajó.

Dimensão da educação para a sustentabilidade: saúde planetária

A saúde planetária é um conceito que fomenta um campo de atuação de pesquisas transdisciplinares, importantes para compreender a inter-relação e a interdependência entre os seres humanos e o ambiente (Whitmee *et al.* 2015). O conceito traz fundamentos práticos e busca, a partir de ações individuais e coletivas, salvaguardar a saúde do planeta e, conseqüentemente, a saúde das pessoas. Como proposta transdisciplinar, a saúde planetária permite conexões entre todas as áreas de conhecimento. Assim, trata-se de uma discussão que propõe uma nova abordagem perante os ODS a partir de métricas que englobam questões de emergência discutidas no contexto da Agenda 2030 e da diversidade urbana na Amazônia brasileira. Educar crianças e jovens a partir de uma *Educação em Saúde Planetária* é permitir diálogos entre diversas áreas de conhecimento, destacando a responsabilidade com a saúde humana e a saúde ambiental, empoderando crianças e jovens para serem líderes futuros em causas emergentes, além de lhes proporcionar melhores condições de vida.

Por se tratar de uma abordagem transversal, é possível observar a saúde planetária permear todas as metas de todos os ODS. No entanto, neste tópico, direciona-se a discussão para os ODS associados à temática de Educação (ODS 4 – *Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos*), discutindo suas metas e a necessidade de adaptação para o contexto socioterritorial do Marajó. Neste

sentido, o Programa Cidades Sustentáveis (PCS 2017) complementa esse ODS e destaca a necessidade de integrar a educação formal e não formal – conhecimentos, valores e habilidades.

Os municípios da Ilha do Marajó contam com 1.255 escolas – 143 localizadas em áreas urbanas e 1.112 áreas oficialmente definidas como rurais – que atendem a 172.573 estudantes matriculados. Do total de estudantes matriculados, 68.722 estudam em área urbana e 103.851 em área rural (TCMPA 2022). Em 2022, foi publicado um relatório de um Projeto de Fortalecimento da Educação dos municípios do Estado do Pará, com destaque à necessidade de desenvolver ações no Marajó, considerando os problemas educacionais existentes, cujos indicadores apontam baixo desempenho da rede de ensino em todos os municípios do arquipélago e altas taxas de abandono escolar.

Um dado relevante destacado no relatório do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é a taxa média de reprovação de estudantes dos municípios que compõem o Marajó: 17,22% nos anos iniciais e 15,21% nos anos finais. É a maior taxa de reprovação do Estado do Pará, implicando também taxas altas de distorção idade-série. Todas essas questões encontram-se ligadas a outros indicadores, como a Aprendizagem Adequada, avaliada a partir dos dados da Prova Brasil, em que os resultados apontam aprendizado insuficiente no nível básico dos estudantes do Marajó (TCMPA 2022).

Diante do cenário educacional apresentado nesses relatórios para a Ilha do Marajó, torna-se importante ponderar que existem indicadores quantitativos que, apesar de precisarem ser fortalecidos, dão conta de fornecer um diagnóstico geral da educação formal. Assim, optou-se por apresentar novos indicadores que possam ampliar a compreensão da educação de forma mais abrangente e inclusiva, destacando as particularidades da Região Amazônica, mais especificamente da Ilha do Marajó. As métricas propostas para a *Educação em Saúde Planetária* tem o objetivo de destacar a necessidade de representar melhor as particulares da educação não-curricular, que define os modos de vida e está fortemente interligada com a natureza (Quadro 1). Um dos fatores importantes é entender a percepção dos moradores sobre o espaço onde vivem, considerando a fragilidade do ambiente onde moram. Assim, as métricas propostas têm o intuito de re(pensar) práticas educativas e institucionais que propiciem uma formação crítica, responsável e resiliente com o meio ambiente, considerando as questões que prejudicam severamente a saúde humana e a saúde ambiental.

Dimensão de organização social: organização da sociedade civil

As estratégias adotadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) para alcance das metas dos ODS incluem mobilizar os meios necessários para implementar uma agenda de trabalho através de parceria global, envolvendo diferentes atores em diferentes escalas (ONU, 2015), como governos locais, atores não-estatais, sociedade civil e setor privado. Neste contexto, os governos nacionais são responsáveis pela implementação das agendas de trabalho para atingir as metas de desenvolvimento. No entanto, há a presença significativa de atores não-estatais, sendo considerados instrumentos eficazes e inovadores para a realização dos objetivos na política de desenvolvimento sustentável (Beishem 2012; Boecha 2021).

A presença de diferentes atores sociais na implementação de políticas públicas com metas globais, ou mesmo em âmbito nacional, é extremamente importante para a consolidação e legitimidade das Agendas para a sustentabilidade. Complementando esse contexto estratégico, as Organizações da Sociedade Civil (OSC) têm papel relevante nesse processo, destacando-se como protagonistas as conexões multiníveis, que envolvem relações nacionais, globais e multilaterais voltadas para os ODS (Mello & Pereira 2022). Essas organizações surgem por meio da participação social, focando no desenvolvimento de ações de interesse público e coletivo, sem fins lucrativos (Mello & Pereira 2022), e desempenham papel importante junto às organizações locais e na capilaridade das políticas públicas, além de contribuir para a adesão de políticas contextualizadas com a realidade local e fomentar as mudanças sociais necessárias.

No Brasil, existem 815.676 organizações da sociedade civil (OSC) em atividade, sendo que 41,5% destas estão concentradas na Região Sudeste e 24,7% no Nordeste; a Região Norte está em último lugar no ranking, concentrando 7,2% das OSC do país (IPEA, 2021). Na ilha do Marajó, o contexto das organizações reflete a necessidade de pensar ações estratégicas para investimento e apoio às organizações em âmbito regional. Estudo realizado pelo programa "Escuta Marajó", no âmbito do projeto Viva Marajó, mapeou organizações da sociedade civil e lideranças que atuam na região – um total de 62 organizações – e constatou que metade delas é representada por entidades da organização da sociedade civil e a outra metade por instituições ligadas ao poder público.

As instituições com maior capilaridade na região estão inseridas no Colegiado de Desenvolvimento Territorial do Marajó (CODETEM), relacionado ao Território da Cidadania – política coordenada pelo Ministério do Desenvolvi-

mento Agrário (MDA) –, representando a maior rede de articulação na região. Na composição das lideranças atuam os membros da sociedade civil marajoara, do movimento social de pescadores, de mulheres, de trabalhadores e trabalhadoras rurais, de organizações culturais, da Igreja Católica – por meio da Prelazia do Marajó e da Diocese de Ponta de Pedras. Além dessas instituições, o estudo do programa “Escuta Marajó” destaca as ações de organizações como o Museu do Marajó, Caruanas – cultura e ecologia, e Lupa Marajó, assim como instituições de pesquisa como o Museu Paraense Emílio Goeldi, que mantém uma base científica na Ilha do Marajó (Estação Científica Ferreira Penna, na Floresta Nacional de Caxiuanã).

Todas essas instituições representam uma forte possibilidade de articulação em âmbito regional, de modo a formar parcerias com o intuito de articular ações necessárias para se alinharem com a necessidade de incluir a pauta da diversidade urbana na Amazônia no contexto dos ODS. No entanto, a atuação e investimentos direcionados às instituições nessa região apresentam certas fragilidades, como, por exemplo, garantir a sustentabilidade financeira das instituições consideradas como isoladas dos grandes centros. É importante garantir a autonomia dessas organizações, dando segurança para que atuem de forma abrangente e efetiva, especialmente no que se refere ao monitoramento das políticas públicas socioambientais (Instituto Peabiru 2013). As organizações da sociedade civil têm o relevante papel de agente social na implantação da Agenda global, considerando-se o alinhamento entre as áreas de atuação e as metas dos ODS. Assim, as OSC atuam em conjunto com as instituições governamentais, definindo estratégias de atuação e monitoramento dos projetos. Sem o necessário investimento, essas instituições ficam impedidas de operar nos diferentes níveis de organização.

No contexto dos ODS, a organização social e a participação da sociedade civil nos espaços de tomada de decisão são tratadas no contexto da meta 7 do ODS 16 – *Garantir a tomada de decisão responsiva, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis*. A propósito, em 2014 foi criado o Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 (GT Agenda 2030), com 50 participantes, entre ONGs, movimentos sociais, fóruns e fundações brasileiras (Escuerdo 2020). As ações do GT incluíram desde dar visibilidade aos ODS, destacando os impactos sobre as pessoas e os territórios, até reunir, analisar e produzir conteúdo que dê conta da efetividade das ações em prol do alcance das metas, divulgado anualmente a partir do Relatório Luz (GT Agenda 2030 s.d.). Das instituições participantes do GT, apenas o Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB) atua na região do Marajó, demonstrando a necessidade de

inclusão das instituições que representam as organizações situadas nas cidades ribeirinhas da Amazônia.

Em escala maior, a aplicação das metas dos ODS no Brasil apresenta uma série de desafios que refletem o contexto de múltiplas crises econômicas e políticas contrárias à democracia e ao desenvolvimento das políticas ambientais, o que compromete o alinhamento em prol das causas lideradas pela ONU e reverbera no alcance das metas estabelecidas. É neste sentido que se faz necessário aumentar a participação social em tomadas de decisões, considerando que os moradores conhecem as necessidades da sua cidade, e aumentar o número de iniciativas de fortalecimento e incentivo às organizações sociais civis que atuam na região.

Essas questões que se sobrepõem à demanda de criação de indicadores destacam a necessidade de auxílio no processo de implementação das metas, adaptação e monitoramento dos indicadores que já existem. Considerando esses aspectos, a contribuição deste trabalho é no sentido de sugerir métricas para observar a participação das OSC em espaços de tomada de decisão, sua força de atuação perante a população, sustentabilidade financeira, equidade de gênero e etnia nesses espaços sociais (Quadro 1).

Considerações finais

A Agenda 2030 propõe novas perspectivas para superar o desenvolvimento desigual de forma sustentável, tanto no Brasil como no mundo. Mas *de que forma essas metas abarcam cidades como as da Ilha do Marajó? De que forma contribuem para superar os múltiplos territórios e suas particularidades ambientais, culturais, econômicas, geográficas e sociais?* O descolamento entre a expectativa dos indicadores derivados desta Agenda e a realidade local reforça a inadequação de aparatos operacionais-metodológicos para o estudo da sustentabilidade urbana na Amazônia. Tal fato revela a necessidade de inserir os processos que deem origem e definam as características do urbano-amazônico e a importância de uma abordagem direcionada às demandas e características de cada região. Isto é chamado, no contexto da Agenda 2030, de processo de territorialização dos indicadores. O cumprimento da Agenda 2030 da ODS na Ilha do Marajó somente será possível se houver a inserção da diversidade territorial do Arquipélago Marajoara, incluindo as práticas culturais, sociais, ambientais e econômicas como fatores importantes e decisivos nos projetos de desenvolvimento local.

Quadro 1 Síntese de métricas para a composição de indicadores para avaliação da sustentabilidade urbana no contexto geográfico da Mesorregião do Marajó.

DIMENSÃO	ODS	PROPOSTA DE INDICADORES COMPLEMENTARES	JUSTIFICATIVAS E POSSIBILIDADES
SOCIOAMBIENTAL	<p><i>Objetivo 12.</i> "Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis"</p> <p><i>Objetivo 14.</i> "Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável"</p>	<ul style="list-style-type: none"> Variáveis e tipos de uso do solo e ocupação da terra predominantes, discriminados por tipo de ecossistema. Mapeamento da localização das moradias das comunidades tradicionais. Tipo e quantidade de resíduos perigosos gerados <i>per capita</i>. Proporção de resíduos perigosos tratados, discriminados por tipo de tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Confirmar e indicar a relação entre os padrões de produção e de consumo sustentáveis a partir da relação entre sociedade e natureza. Reduzir as complexidades do ordenamento espacial do território considerando-se as peculiaridades sociais, culturais e ambientais marajoara. Incluir a relação humano-natureza como fatores determinantes da organização e dinâmica espacial das cidades. Incluir a qualidade da água como fundamental para as cidades ribeirinhas e seus moradores.
	SOCIOECONÔMICA	<p><i>Objetivo 8.</i> "Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos"</p>	<ul style="list-style-type: none"> Número de trabalhadores e trabalhadoras formais e informais empregados(as) em atividades relacionadas às cadeias de produtos da sociobiodiversidade. Informações socioeconômicas por domicílio (número de pessoas com acesso a benefícios, número de pessoas responsáveis alfabetizadas). Percentual de receitas tributárias municipais próprias. Percentual de empresas no município que produzam ou vendam produtos relacionados à biodiversidade local. Estratégias voltadas para o turismo sustentável ou de base comunitária. Número de bancos comunitários (moeda social local).

Quadro 1 Síntese de métricas para a composição de indicadores para avaliação da sustentabilidade urbana no contexto geográfico da Mesorregião do Marajó (*continuação*).

DIMENSÃO	ODS	PROPOSTA DE INDICADORES COMPLEMENTARES	JUSTIFICATIVAS E POSSIBILIDADES
GESTÃO DO TERRITÓRIO	<p><i>Objetivo 6.</i> "Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos"</p> <p><i>Objetivo 7.</i> "Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos"</p> <p><i>Objetivo 9.1.</i> "Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos"</p> <p><i>Objetivo 11.</i> "Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis"</p> <p><i>Objetivo 11.2.</i> "Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de ocupação desordenada em áreas periurbanas. • Taxa de ocupação de áreas de ocupação irregular, insegura e desordenada. • Número de domicílios conectados à rede geral de esgoto, água tratada e coleta de lixo. • Mobilidade pendular a partir dos microdados do IBGE (perfil dos moradores que realizam os fluxos pendulares: estudo e trabalho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar a importância da dinâmica regional. • Assegurar as particularidades urbanas para que seja possível a implementação de políticas públicas de infraestrutura urbana adequadas à diversidade urbana. • Propor metodologias de planejamento urbano e regional que sejam sensíveis à realidade geográfica das cidades da Ilha do Marajó. • Assegurar o transporte fluvial de qualidade e seguro e sua importância nas territorialidades diversas.

Quadro 1 Síntese de métricas para a composição de indicadores para avaliação da sustentabilidade urbana no contexto geográfico da Mesorregião do Marajó (*continuação*).

DIMENSÃO	ODS	PROPOSTA DE INDICADORES COMPLEMENTARES	JUSTIFICATIVAS E POSSIBILIDADES
EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE	Objetivo 4. "Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos" ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Número de escolas em que as propostas interdisciplinares em educação ambiental aparecem como tema transversal no currículo. • Parcerias entre escola e comunidade para a educação ambiental. • Apoio financeiro voltado para desenvolvimento de projetos para a escola e a educação ambiental. • Percepção que o morador tem do espaço que ele habita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar disciplinas interdisciplinares relacionadas à educação ambiental. • Aumentar a parceria entre escolas e comunidade em relação à conscientização ambiental. • Incluir a percepção dos moradores como aspecto fundamental para a elaboração de propostas e metodologias de educação ambiental.
	Objetivo 16.7. "Garantir a tomada de decisão responsiva, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis"	<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de participação social em tomadas de decisão. • Perfil de sustentabilidade financeira das organizações. • Número de iniciativas de fortalecimento e incentivo às organizações da sociedade civil que atuam regionalmente. • Número de moradores ribeirinhos e quilombolas participando da liderança nas organizações. • Número de mulheres na liderança das organizações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a participação social em tomadas de decisão. • Assegurar iniciativas de fortalecimento e incentivo às organizações da sociedade civil que atuam regionalmente. • Assegurar maior participação dos ribeirinhos e quilombolas em espaços de liderança nas organizações e tomadas de decisão. • Incentivar a participação de mulheres em espaços de liderança nas organizações.

O esforço de sintetização de dimensões para análise da sustentabilidade das cidades no contexto da Mesorregião do Marajó teve como resultado um quadro-síntese de indicadores que ajudam a entender a sustentabilidade urbana em um contexto de *diversidade urbana*. Dividido em cinco principais dimensões, pôde-se observar o papel fundamental da interdisciplinaridade para a compreensão de elementos sutis do processo de urbanização. A montagem final de um sistema de indicadores, obviamente, demanda uma pesquisa mais apurada, para que se possa definir parâmetros de sustentabilidade, e articulação com algumas prefeituras municipais da Mesorregião do Marajó e suas associações, a fim de que sejam viabilizadas coletas regulares de informações não abarcadas nas pesquisas de órgãos oficiais.

Nosso objetivo foi trazer elucidacões e propostas de métricas interessantes que ampliem o olhar para a urbanização em cidades não totalmente convertidas ao urbano-industrial, onde permanece o estreito vínculo com a natureza e seus ciclos. No entanto, acreditamos que a construção de um sistema de indicadores de sustentabilidade urbana em nível regional possa ser um desdobramento concreto da presente proposta, e as pessoas que subscrevem este texto se colocam à disposição para dialogar com instituições interessadas nessa discussão.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referencias bibliográficas

BARTOLI, E. Cidades na Amazônia: centralidades e sistemas territoriais na sub-região do Baixo Amazonas (AM). **Espaço e Economia [Online]**, v. 20, 2020. Disponível em: <http://journals.openedition.org/espacoeconomia/17823>. Acesso em: 02 maio 2023.

BECKER, B. K. Fronteira e urbanização repensadas. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 51, n, 3- 4, p. 357-371, 1985.

BROWDER, J.; GODFREY, B. **Cidades da floresta: urbanização, desenvolvimento e globalização na Amazônia brasileira**. Manaus: EDUA, 2006. 384 p.

BEISHEIM, M. Partnerships for Sustainable Development: Why and how Rio+20 Must improve the framework for multi-stakeholder partnerships. **Stiftung Wissenschaft und Politik German Institute for International and Security Affairs**. Berlim, 2012. Disponível em: <https://sdgs.un.org/publications>.

BOECHAT, G. O Papel da sociedade civil nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: uma análise da identidade política brasileira e seu comportamento no apoio de uma agenda global. **Revista de**

Iniciação científica em relações internacionais, v. 9, n. 17, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br>.

BRASIL. Lei 13.019, de 31 de julho de 2014. **Marco regulatório das organizações da sociedade civil**. Brasília, Secretaria Geral da Presidência da República, 2014.

BRASIL. Presidência da República (2017). **Relatório nacional voluntário sobre os objetivos de Desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br>>. Acesso em: 20 março 2023.

CARMO, M B S. **Pequenas cidades do delta do rio amazonas: caracterização e tipologias urbanas**. Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional. Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, 2020.

CARMO, M. B S. do.; COSTA, S. M F da. **Os diferentes urbanos do Delta do Amazonas: Uma abordagem sobre a importância das pequenas cidades**. Anais do XVI SIMPURB. Simpósio Nacional de Geografia Urbana. 2019.

COSTA, F. de A. Notas sobre uma economia importante, (super) verde e (ancestralmente) inclusiva na Amazônia. In: AZEVEDO, A. A.; CAMPANILI, M.; PEREIRA, C. (Org.). **Caminhos para uma agricultura familiar sob bases ecológicas: produzindo com baixa emissão de carbono**. Brasília, DF: IPAM, 2015. cap. 3, p. 53-96. Disponível em: <http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/333>. Acesso em: 3 maio 2023

COSTA, S. M. F.; BRONDIZIO, E.; PADOCH, C. **Inter-urban dependency in Amazonian cities: urban growth, social networks, and resources flow**. In: AAG ANNUAL MEETING, 2008, Boston. **Proceedings...** Boston: AAG - American Association of Geography, 2008. v. 1. p. 1-1.

COSTA, S. M. F.; BRONDIZIO, E.; MONTOIA, G, H. M. **As cidades pequenas do estuário do rio amazonas: crescimento urbano e rede sociais da cidade de Ponta de Pedras, PA**. In: SIMPOSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA-SIMPURB, 11, 2009. Anais. Brasília: UNB, 2011

COSTA, S. M. F.; ROSA, N. C. **O processo de urbanização na Amazônia e suas peculiaridades: uma análise do delta do rio amazonas**. Políticas Públicas & Cidades. V. 5 (2), 2017

COSTA, S. M F da.; DOMICIANO, G. V.; CARMO, M. B S do. **O processo de formação e estruturação da cidade de Soure (PA), entre 1757 e 1900**. XVII Simpósio Nacional de Geografia Urbana. 2022. Disponível em: https://www.sisgeenco.com.br/anais/simpurb/2022/arquivos/GT7_COM_1093_1115_20221206185408.pdf

COSTA, S. M. F.; ROSA, N. C. O processo de urbanização na Amazônia e suas peculiaridades: uma análise do delta do rio amazonas. **Políticas Públicas & Cidades**, v. 5, n. 2, 2017.

COSTA, S.M.F da.; LIMA, V.M.; CARMO, M.B.S do.; MONTOIA, G.R.M. Aspecto espaciais e a dispersão da Covid-19 nas pequenas cidades do delta do rio Amazonas. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 09, n. 69, 2021.

ECURED. **Isla de Marajó** (Brasil). ECURED, 2023. Disponível em: [https://www.ecured.cu/Isla_de_Maraj%C3%B3_\(Brasil\)](https://www.ecured.cu/Isla_de_Maraj%C3%B3_(Brasil))

ESCUERDO, C. Identificação das organizações da sociedade civil (OSC) com os objetivos de desenvolvimento sustentável: um estudo a partir do mapa das OSC. **Artigos GIFE**, v. 2, n. 2, artigo 6, 2020. Disponível em: <https://sinapse.gife.org.br>.

FERREIRA, R. **Ribeirinhos urbanos: modos de vida e representações sociais dos moradores do Puraquequara**. UFAM, Manaus, 2006.

GOIRIA, Jorge Gutiérrez, HERRERA (2021). ODS 8: El crecimiento económico y su difícil encaje en la Agenda 2030. **Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo**, v. 3, n. 14, p. 52-66.

GURRIA, E. **El valor de la naturaleza para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible**. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2020. Disponível em: <https://www.undp.org/es/blog/el-valor-de-la-naturaleza-para-lograr-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, IBGE, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Evidências para políticas públicas número 6: Mapa das Organizações da Sociedade Civil**, 2021. Disponível em: <https://mapaosc.ipea.gov.br/arquivos/posts>.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Agenda 2030. ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em < https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180801_ods_metas_nac_dos_ods_bj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf>. Acesso em 15 março de 2023.

INSTITUTO PEABIRU. **Relatório três de aprendizado: ordenamento fundiário de uma território verde**. Viva Marajó, Belém, Pará, junho de 2013. Disponível em: https://peabiru.org.br/wp-content/uploads/2012/09/peabiru2013_viva-marajoc81_3-anos-atividades.pdf. Acesso em: 30 mar. 2013.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES (IPBES). **The global assessment report on biodiversity and ecosystem services**. IPBES, 2019. Disponível em: https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf.

ISC. **International Science Council**, 2020. Disponível em: <https://council.science/es/current/blog/sustainable-human-development-means-living-in-harmony-with-nature/>

KRONENBERGER, D. M. P. Os desafios da construção dos indicadores ODS globais. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 71, n. 1, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100012>.

MELLO, J.; PEREIRA, A. C. **Dinâmicas do terceiro setor no Brasil: trajetórias de criação e fechamento de organizações da sociedade civil (OSCS) de 1901 a 2020**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2022.

MANSUR, A. V. Newton A. An Assessment of urban vulnerability in the Amazon Delta and Estuary: a multi-criterion index of flood exposure, socio-economic conditions and infrastructure. **Sustainability Science**, v. 11, n. 4, p. 625-643, 2016.

MONTE-MÓR, R. L. **A Relação Urbano-Rural no Brasil Contemporâneo**. II Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Santa Cruz do Sul, RS – Brasil - 28 setembro a 01 de outubro de 2004. Disponível em: <<https://www.unisc.br/site/sidr/2004/conferencias/06.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2023.

OLIVEIRA, J. A. A cultura, as cidades e os rios na Amazônia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.58, n. 3, jul./set. 2006.

ONU. **First Person: COVID-19 is not a silver lining for the climate, says UN Environment chief**. United Nations, 2020. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2020/04/1061082>.

ONU e CEPAL. **Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible**. ONU e CEPAL, 2018. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2016. 184 p.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS - PCS. **Indicadores do Programa Cidades Sustentáveis e Orientações para o Plano de Metas**, 2017. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/inicial/home>. Acesso em: 05 jan. 2023.

QUINTELA, P. D. A.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G. Desenvolvimento sustentável do Marajó, Pará: uma visão a partir do Barômetro da Sustentabilidade. **Novos Cadernos NAEA**, [S.l.], v. 21, n. 1, jul. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/4891>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

RIBEIRO, R.; MONTEIRO, A. M. V. ; AMARAL, S. **Sustentabilidade urbana na Amazônia: uma categoria em busca de seu significado**. Temáticas, Campinas, SP, v. 29, n. 58, p. 49-73, 2021.

RODRÍGUEZ, E.; QUINTANILLA, A. L. Relación ser humano-naturaleza: Desarrollo, adaptabilidad y posicionamiento hacia la búsqueda de bienestar subjetivo. **Avances en Investigación Agropecuaria**, Universidad de Colima, México, v. 23, n. 3, p. 7-22, 2019.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 2009.

SANTOS, M. **Da totalidade ao lugar**. 1.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

SANTOS, M. R. S. da.; VITORINO, M. I.; PEREIRA, L. C. C.; PIMENTEL, M. A. SILVA da.; QUINTÃO, A. F. Vulnerabilidade socioambiental às Mudanças Climáticas: Condições dos Município Costeiros no Estado do Pará. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24, 2021.

SILVA, P. F. J. Cidades pequenas e indústria no estado de São Paulo. In: SPOSITO, E. S. (Org.). **Medidas antidumping e política doméstica: o caso da citricultura estadunidense [online]**. São Paulo: Editora UNESP, 2015. p. 265-301. Available from SciELO Books.

SILVA, H. **Socialização da natureza e alternativas de desenvolvimento na Amazônia Brasileira**. Tese de doutorado em Economia. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais (UFMG), 2018.

SILVA, H., et. al. **Biodiversidade e economia urbana na Amazônia**. Nota de Política Econômica. n. 026. São Paulo: MADE-FEA/ USP, 2022. Disponível em: <https://madeusp.com.br/wp-content/uploads/2022/10/npe_26.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2023.

TRINDADE JR, S. C. C. Diferenciação territorial e urbanodiversidade: elementos para pensar uma agenda urbana em nível nacional. **Cidades, Presidente Prudente, Grupo de Estudos Urbanos**, v. 7, n. 12, p. 227-255, 2010.

TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PARÁ - TCMPA. **Relatório de fortalecimento da Educação dos municípios do Estado do Pará**. Etapa Marajó. 2022. Disponível em: <https://www.cnptcbr.org/wp-content/uploads/2022/07/Relat%C3%B3rio-MARAJ%C3%93.pdf> Acesso em: 05 jan. 2023.

WHITMEE, S. Salvaguardando a saúde humana na época do Antropoceno: relatório da Comissão Rockefeller Foundation-Lancet sobre saúde planetária. **A lanceta**, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, 2015.

YUNNUS, M. **O banqueiro dos pobres**. São Paulo: Ática, 2000.

Sobre os autores

Camila Amaral Pereira é Economista graduada pela Universidade Federal do Ouro Preto (UFOP), com mestrado em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal de Campinas (UNICAMP) e doutorado em História Econômica pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é pesquisadora do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). <https://orcid.org/0000-0003-0035-6536>

Heloísa Corrêa Pereira é graduada em Turismo pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela UFAM, e possui Doutorado em Demografia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é pesquisadora titular no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (OS/MCTI). <https://orcid.org/0000-0002-2088-518X>

Juan Carlos Amilibia Gómez é Biólogo pela Universidad Central de Venezuela (UCV), com mestrado em Ecologia UCV. Atualmente é especialista no programa da ONG Amazônia da Provita. <https://orcid.org/0000-0001-8265-5614>

Monique Bruna Silva do Carmo é Geógrafa pela Universidade do Vale Paraíba (UNIVAP), com mestrado e doutorado em Planejamento Urbano e Regional pela UNIVAP. Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pesquisadora associada do Center for the Analysis of Social-Ecological Landscapes (CASEL – Indiana University) e do Laboratório de Estudo das Cidades da UNIVAP. <https://orcid.org/0000-0003-2743-5883>

Paula Regina Humbelino de Melo é graduada em Ciências: Biologia e Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), tem Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades na UFAM e doutoranda em Educação em Ciências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é professora na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). <https://orcid.org/0000-0002-0560-2938>

Renata Maciel Ribeiro obteve o bacharelado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal Fluminense (UFF), mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e é doutoranda do programa Ciência do Sistema Terrestre do INPE. Atualmente é pesquisadora associada do Laboratório de Investigação de Sistemas Socioambientais do INPE. <https://orcid.org/0000-0003-3081-4446>

Welbson do Vale Madeira é economista pela Universidade Federal do Maranhão, como mestrado em Economia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), doutorado em Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Pós-Doutorado em Economia Política pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente é professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). <https://orcid.org/0000-0003-0958-8894>



Direitos territoriais e conservação da diversidade biocultural na Amazônia: Um estudo comparativo sobre demarcação e titulação de territórios indígenas e quilombolas no Brasil, Equador e Suriname

Viviana Buitrón Cañadas^{1,*}, Louise Cardoso de Mello^{2,*}, Marcos Catelli Rocha³, Alci Albiero-Jr⁴, Mayra Robles Sumter^{5,*}, Aline Pontes-Lopes⁶, Annelise Frazão⁷, Julio Braga Moreira⁸, Ane Alencar⁹, Camila Brás Costa¹⁰

¹ Departamento de Geografia, Universidad de Santiago de Compostela – viviana.buitronc@gmail.com

² Instituto de História, Universidade Federal Fluminense e Universidad Pablo de Olavide de Sevilla

³ Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina – marcos.catelli@gmail.com

⁴ Departamento de Antropologia Social, Universidade Federal do Amazonas

⁵ Departamento de Ciências Sociais, Anton de Kom University of Suriname – mayra.sumter@uvs.edu

⁶ Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

⁷ Departamento de Biodiversidade e Bioestatística, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista

⁸ Faculdade de Direito, Universidade de Coimbra

⁹ Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

¹⁰ BioIngredientes e Sistemas Socioprodutivos, Natura Cosméticos

* Autoras correspondentes: viviana.buitronc@gmail.com; louise_ribeiro@hotmail.com; mayra.sumter@uvs.edu

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_008

RESUMO

Estudos recentes têm apontado o papel crucial dos povos indígenas e das comunidades tradicionais na conservação e gestão sustentável do meio ambiente no contexto da crise climática, iluminando o que organizações indígenas e quilombolas têm reivindicado há décadas. Este artigo busca entender que medidas devem acompanhar a demarcação e titulação de terras indígenas e quilombolas para garantir a efetiva conservação da diversidade biocultural na Pan-Amazônia. Para isso, foca-se em três estudos de caso que representam diferentes estágios do processo de conquista de direitos territoriais: os territórios indígenas no Yasuní no Equador, a Terra Indígena Arara do Rio Amônia, no Brasil, e o território quilombola reivindicado pelos *marron* Saamaka, no Suriname. Ao analisar as principais ameaças e atores envolvidos em cada caso, este trabalho visa assinalar as soluções bem-sucedidas e recomendar possíveis inovações que devem acompanhar o reconhecimento e a implementação de direitos territoriais, de modo a garantir a conservação da diversidade biocultural nesses territórios.

Palavras-chave: direitos territoriais, diversidade biocultural, povos indígenas, comunidades quilombolas, Pan-Amazônia.

Introdução

Nas últimas duas conferências da ONU sobre mudança climática, realizadas em Glasgow (COP 26, Escócia) em 2021 e em Sharm El Sheikh (COP 27, Egito) em 2022, a Articulação dos Povos Indígenas do Brasil (2021) levou a reivindicação de que “não existe solução para a crise climática sem Terras e Povos Indígenas”. Junto com a Coordenação das Organizações Indígenas da Bacia Amazônica (COICA) e a Coalizão Negra por Direitos, essas delegações frisaram a importância da delimitação e demarcação dos territórios indígenas e quilombolas para a redução do desmatamento e a conservação do meio ambiente.

Em uma iniciativa inédita, o Relatório do Painel Científico para a Amazônia, lançado na COP 26 em 2021, reuniu mais de 200 especialistas de diversas áreas na região em torno do propósito de avaliar a situação atual da Bacia Amazônica, com seus mais de 47 milhões de habitantes, em diálogo com os povos originários e as comunidades locais. Ao situar a Pan-Amazônia como uma entidade regional do sistema planetário, o relatório enfoca as transformações socioecológicas nos últimos 50 anos e chama a atenção para a necessidade de encontrar soluções e definir caminhos futuros para o desenvolvimento sustentável da região e de seus povos (Nobre *et al.* 2021).

Duas conclusões principais emergem de suas mais de 1200 páginas. A primeira é a afirmação de que a região está mais próxima do que nunca de seu ponto de inflexão, ou seja, de irreversibilidade da degradação a ponto de não mais conseguir se recuperar. A segunda é a constatação de que o reconhecimento e o exercício dos direitos territoriais dos povos originários e comunidades tradicionais na Amazônia constituem um mecanismo primordial para a conservação da diversidade biocultural da região (Nobre *et al.* 2021, caps. 10, 13 e 31). Expandindo o conceito de sociobiodiversidade, a noção de diversidade biocultural parte da relação indissociável entre diversidade cultural e biológica (incluindo natureza, território, conhecimento, línguas, modos de vida e governança), de forma que a conservação da primeira vai de mão dada com a conservação da segunda (Athayde *et al.* 2021). Além disso, o painel científico também destacou a profunda brecha entre o reconhecimento constitucional e a operacionalização na prática dos direitos étnicos e territoriais dos povos indígenas e das comunidades tradicionais (Berling & Vanhulst 2015).

Diante disso, o principal objetivo deste trabalho é averiguar que medidas devem acompanhar a demarcação e titulação dos territórios para garantir a conservação da diversidade biocultural na região Pan-Amazônica. Para abordar essa questão, este artigo enfoca três estudos de caso que representam diferen-

tes fases de processos de reconhecimento e implementação de direitos territoriais: os territórios indígenas em Yasuní, no Equador, a Terra Indígena Arara do Rio Amônia, no Brasil, e o território quilombola reivindicado pelos *marron* Saamaka, no Suriname (Figura 1). Ao analisar e comparar as principais ameaças e desafios enfrentados em cada estudo de caso, bem como os principais atores envolvidos, este artigo busca assinalar soluções bem-sucedidas e sugerir possíveis inovações que devem acompanhar o processo de reconhecimento e implementação dos direitos territoriais, de modo a garantir a conservação da diversidade biocultural na Amazônia em um contexto marcado pela emergência climática.



Figura 1 Povos indígenas e comunidades quilombolas na Pan-Amazônia. A: Localização dos territórios indígenas em diferentes estágios de demarcação (Raisg 2020), territórios quilombolas que estão delimitados no Brasil e sob reivindicação no Suriname (Brasil: Incra; Suriname: Planatlas, 1988; ACT, 2001), e áreas de conservação. A informação disponível sobre os territórios quilombolas no Brasil é dispersa e não está atualizada, uma vez que em 2022 existiam mais de 1.000 comunidades quilombolas na Amazônia brasileira, e pelo menos metade delas ainda está aguardando o processo de delimitação de seus territórios (Fundação Cultural Palmares 2022). B: Povo Waorani (Fonte: www.amazonfrontlines.org). C: Povo Apolima Arara (Fonte: Blog Lindomar Padilha). D: Povo Saamaka (Fonte: Waterkant.net).

Enquanto a maior parte das soluções foi engendrada pelos próprios povos indígenas e comunidades quilombolas ao longo de suas trajetórias de luta,

as inovações pretendem ser contribuições originais dos autores desta pesquisa (Alencar 2022) com base nas experiências aprendidas em cada estudo de caso, em diálogo com a literatura especializada e nas reivindicações dos movimentos sociais. Apesar de haver um vasto arcabouço legal no que diz respeito ao reconhecimento dos direitos territoriais e à demarcação e titulação de territórios indígenas e de comunidades tradicionais no âmbito internacional, o que testemunhamos em nível nacional, especialmente nos países da Pan-Amazônia, é que esses direitos ainda não são plenamente usufruídos por essas populações, seja pela ausência de previsão legal nas legislações domésticas ou pela não aplicação das leis existentes. Vale destacar que os estudos de caso analisados em cada país possuem diferentes processos territoriais de demarcação e/ou titulação. Por um lado, a demarcação alude ao processo oficial de definição e reconhecimento dos limites geográficos de territórios indígenas no Brasil. Esse processo é referido no Equador como “delimitação”, que no Brasil se aplica especificamente ao caso de territórios quilombolas. Por outro lado, a titulação se refere ao mecanismo legal de regularização da ocupação de terras públicas após a delimitação dos territórios tradicionalmente habitados por quilombolas e *marrons*, respectivamente nos contextos do Brasil e do Suriname.

De acordo com a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho sobre Povos Indígenas e Tribais (1989, artigos 14 e 15), os direitos de propriedade e posse dos povos indígenas e tribais sobre as terras que tradicionalmente habitam deverão ser reconhecidos, e os governos deverão tomar as medidas necessárias para determinar essas terras e assegurar a proteção efetiva de tais direitos. Além disso, os direitos dos povos indígenas e tribais sobre os recursos naturais existentes em suas terras devem ser especialmente protegidos, incluindo o direito de participar na utilização, gestão e conservação desses recursos.

É importante destacar que o Brasil e o Equador são signatários da Convenção 169, ratificada por seus respectivos parlamentos, e, por conseguinte, suas disposições já fazem parte da legislação nacional. O Suriname, no entanto, ainda não aderiu a essa Convenção. No Equador, o Território Indígena Waorani em Yasuní foi reconhecido e criado em 1990, abrangendo uma área que fazia parte do Parque Nacional Yasuní, criado em 1979 e reconhecido como Reserva da Biosfera da UNESCO em 1989, porém em constante redelimitação (Crespo Plaza 2007). Considerada uma das constituições mais avançadas da América Latina, a Constituição do Equador de 2008 reconheceu os direitos da natureza (artigo 71) e o direito coletivo a “viver em um ambiente saudável e ecologicamente equilibrado, que garanta a sustentabilidade e o *buen vivir, sumak kawsay*” (bem viver), declarando ainda como interesse público “a preservação do meio ambiente, a

conservação dos ecossistemas, da biodiversidade e da integridade do patrimônio genético do país, a prevenção dos danos ambientais e a recuperação dos espaços naturais degradados” (artigo 14). A Constituição equatoriana também reconhece e garante às comunas, comunidades, povos e nacionalidades indígenas diversos direitos coletivos, incluindo a manutenção da posse de terras e territórios ancestrais e a obtenção da sua livre adjudicação (artigo 57, nº 5), a preservação e o desenvolvimento de formas próprias de convivência e organização social, bem como a geração e o exercício da autoridade nos seus territórios legalmente reconhecidos e nas terras comunitárias de posse ancestral (nº 9).

Na Amazônia brasileira, a Terra Indígena Arara do Rio Amônia foi uma das 13 terras indígenas em fase final do processo de demarcação identificadas para serem homologadas segundo o Relatório Final do Grupo Técnico de Povos Indígenas do Governo de Transição, em 2022. Isso significa que os requisitos definidos pelo Decreto nº 1.775, de 8 de janeiro de 1996, que estabelece o procedimento administrativo de demarcação de terras indígenas, já haviam sido plenamente atendidos, em consonância com o Estatuto do Índio (Lei nº 6.001/1973) e com o artigo 231 da Constituição brasileira. Cabe mencionar que, em um julgamento precedente da Terra Indígena Raposa Serra do Sol, o Supremo Tribunal Federal determinou as denominadas “salvaguardas institucionais”, que passaram a constituir “novas” exigências para demarcações de terras indígenas, em decorrência de uma interpretação do artigo 231 da Constituição brasileira. No caso do julgamento em curso do projeto de lei do Marco Temporal, ainda está por ser decidido se essas novas regras terão repercussão geral e substituirão as exigências do Decreto nº 1.775/1996. O PL 490/2007 do Marco Temporal somente reconhece as reivindicações indígenas sobre terras comprovadamente ocupadas por eles e usadas para sua produção e reprodução física e cultural à época da promulgação da Constituição de 1988. Em maio de 2023, o Marco Temporal foi aprovado na Câmara dos Deputados. A votação ocorreu em caráter de urgência, atendendo aos interesses dos deputados ligados à bancada ruralista e ao lobby da mineração e da exploração de outros recursos nesses territórios. Apesar da forte resistência e mobilização de organizações e povos indígenas, o projeto de lei se encontra atualmente no Senado. Caso venha a ser aprovado, as consequências para sua luta por direitos territoriais podem ser devastadoras.

Por fim, a Constituição do Suriname nem sequer prevê o reconhecimento, a demarcação ou a titulação de terras indígenas ou tribais. No entanto, por ser membro da Organização dos Estados Americanos (OEA), o Suriname está sujeito ao Sistema Interamericano de Direitos Humanos e, portanto, tem sido objeto

de processos judiciais na Corte Interamericana de Direitos Humanos, como no Caso *Saramaka vs. Suriname* em 2007. No veredito desse caso, a Corte decidiu que o Estado do Suriname deve suprimir ou alterar as disposições legais que impedem a proteção dos direitos de propriedade do povo Saamaka¹ e adotar na sua legislação doméstica, através de consultas prévias, efetivas e plenamente informadas com o povo Saamaka, as medidas legislativas e administrativas necessárias para reconhecer, proteger, garantir e dar efeito legal ao direito do povo Saamaka de obter a titulação coletiva do território que tradicionalmente utiliza e ocupa. Esse veredito incluía tanto as terras como os recursos naturais necessários à sua sobrevivência social, cultural e econômica, bem como aqueles necessários para gerir, distribuir e controlar eficazmente o território, de acordo com suas leis consuetudinárias e seu sistema tradicional de posse coletiva da terra, sem prejuízo de outras comunidades tribais e indígenas. Mesmo após mais de uma década, o Suriname ainda não alterou nem suas políticas, nem sua legislação. Em outras palavras, o Suriname não tomou medidas para garantir os direitos coletivos das comunidades indígenas e tradicionais, seguindo a decisão/jurisprudência da Corte Interamericana de Direitos Humanos (Koordijk 2019).

Nos últimos cinquenta anos, na América Latina, a reivindicação dos povos indígenas e das comunidades tradicionais pelo reconhecimento dos seus direitos coletivos tem-se transformado, passando progressivamente do âmbito jurídico dos direitos fundiários para a arena política da luta pelos direitos territoriais (Porto-Gonçalves 2002; Arruti 2022). Embora território seja um conceito polissêmico, com ontologias plurais e múltiplas interpretações, em linhas gerais, pode ser definido como um espaço multidimensional ao qual são atribuídos diferentes significados (jurídico, político, econômico, cultural, etc.) pelos grupos humanos que coletivamente o vivenciam, delimitam, apropriam e/ou exercem poder sobre ele por meio de suas relações. Nesse sentido, a garantia e a proteção do território surgiram como uma reivindicação dos povos indígenas e das comunidades tradicionais para garantir a (re)criação de suas tradições ecológicas, econômicas e culturais, e a (re)produção dos seus conhecimentos ambientais e de sua diversidade biocultural – a qual é manejada pelos povos originários há mais de 12.000 anos na Amazônia (cf. Escobar 2010; Neves 2022). Como Leff (2021) eloquentemente afirmou, o território está no coração da ecologia política latino-americana.

1. Como eles se autodenominam.

A delimitação de territórios e fronteiras nacionais durante a criação da maioria dos Estados-nação amazônicos nos séculos XIX e XX consistiu em um processo bastante violento, impulsionado pela expansão capitalista das fronteiras das *commodities* na região, como a borracha, o ouro, o petróleo, dentre outras, e por seus impiedosos ciclos econômicos globais. A percepção ocidental da Amazônia como um território virgem e vazio a ser ocupado e como um repositório ilimitado de recursos selvagens a serem domesticados e explorados prevalece até hoje. Além disso, essa percepção eurocentrada se choca com as cosmovisões da maior parte dos povos indígenas – e comunidades tradicionais – da Amazônia, para os quais o território é o “elemento fundamental” em torno do qual se articulam todos os aspectos dos seus modos de vida, cultura e identidade coletiva (High 2020; Scazza & Nenquimo 2021), e com o qual sua relação “não é de propriedade, exploração e apropriação, mas de respeito e gestão de um bem comum” que serve a todos os seres humanos e não humanos (Articulação dos Povos Indígenas do Brasil 2021).

Estudos de caso

Territórios indígenas em Yasuní, no Equador

Localizado no nordeste da Amazônia equatoriana (Figura 2A), Yasuní é uma das florestas com maior biodiversidade por quilômetro quadrado (UNESCO 2018). Reconhecida como reserva da biosfera pela UNESCO em 1989, a área tem uma superfície de 2,7 milhões de hectares. Seu núcleo principal, o Parque Nacional Yasuní (PNY), tem mais de 1 milhão de hectares. Yasuní alberga mais de 20.000 habitantes, incluindo povos indígenas como os Waorani, que contam com mais de 3.000 indivíduos (CONFENAIE n.d.). Dentro desse grupo, o clã Tagaeri-Taromenane (TT) está entre os últimos povos indígenas conhecidos que vivem em isolamento voluntário e contato inicial (PIACI).

Estima-se que cerca de 20% das reservas totais de petróleo do Equador estejam localizadas no seu subsolo, bem como uma grande quantidade de diversos tipos de madeira de valor comercial. Esses recursos tornaram essa área vulnerável por meio da expansão de práticas extrativas intensivas, reconfigurando a região como uma fronteira extrativa, como em outros países amazônicos (cf. Cardoso de Mello & Van Melkebeke 2019; Coy *et al.* 2017). Devido ao avanço de atores externos nessa área e à sua importância para a economia nacional, o território Yasuní tem sido constantemente contestado. Isso se dá principalmente diante da expansão dos interesses petrolíferos estatais e privados, que ameaça

não só o acesso à terra e os direitos territoriais dos povos indígenas (Finer *et al.* 2009), mas também suas práticas tradicionais de mobilidade, seminomadismo e manejo da floresta (Mena *et al.* 2000).

No que diz respeito ao reconhecimento e à delimitação territorial, desde uma perspectiva histórica, sua trajetória de luta pelo território revela uma interseção entre diferentes atores, o poder exercido pelo Estado e por empresas privadas, e os interesses relacionados à conservação (Figura MC1). Os primeiros vestígios da presença Waorani e dos confrontos com invasores foram detectados nos primeiros anos do século XX (Figura MC1). Mais tarde, na década de 1940, a gigante do petróleo Shell iniciou suas operações de extração no território Waorani. Até então, a presença do Estado na Amazônia equatoriana era bastante marginal, ignorando a ocupação indígena e considerando a região como terra vazia. A partir de meados do século XX, houve contato crescente dos Waorani com missionários evangélicos norte-americanos. Essas intrusões no seu território provocaram hostilidades contra os trabalhadores do setor petrolífero e os missionários, bem como conflitos interétnicos e entre clãs e alterações nos seus padrões de mobilidade.

As primeiras iniciativas de conservação promoveram a criação do PNY em 1979. Um ano mais tarde, a companhia petrolífera Texaco construiu infraestruturas e uma estrada no território Waorani, que ficaram conhecidas como Bloco 31. Desde então, o Estado equatoriano modificou mais de uma vez os limites e a dimensão do parque, favorecendo a extração de petróleo. Foi apenas em 1983 que a primeira reserva Waorani foi reconhecida e titulada, e a Reserva Étnica Waorani seria criada em 1990. Com o reconhecimento dos TT como os últimos povos indígenas a viverem isolados, o Estado equatoriano criou a Zona Intangível (ZITT) em 1999, entretanto, sem definição de fronteiras. Esta área somente seria delimitada em 2007, desconsiderando a ocupação e consulta dos PIACI, e alinhando-se às exigências da indústria petrolífera (Lu *et al.* 2017).

Na década de 2000, empresas petrolíferas com interesses na zona incluíam a Occidental Petroleum, a Texaco e a Petrobras; enquanto isso, a exploração madeireira ilegal também aumentava na ZITT. Esse cenário de ameaças agravou o conflito e piorou a situação socioambiental, provocando fortes manifestações de parte dos Waorani, o que levou o governo a bloquear a construção da estrada na área e a Comissão Interamericana de Direitos Humanos a emitir medidas cautelares.

Com a ascensão da esquerda progressista ao poder, o Estado equatoriano criou a Iniciativa Yasuní-ITT², em 2007, para deixar o petróleo no subsolo em troca de pagamentos de carbono, posicionando a área no centro da luta contra a mudança climática. Além disso, em 2008, uma nova Constituição era aprovada, incorporando de forma inovadora a cosmovisão indígena no que diz respeito à *Pacha Mama* (Mãe Terra). Assim, a Constituição concedia direitos à natureza, reconhecia a posse de terras comunais e os territórios ancestrais de indígenas e proibia qualquer atividade extrativa intensiva nos territórios dos PIACI. No entanto, a Iniciativa Yasuní-ITT fracassou em 2013. Mediante uma exceção constitucional à Declaração de Interesse Nacional (DNI), o Estado legalizou a extração de petróleo no PNY, alterando seu posicionamento ambiental e justificando as atividades petrolíferas com discursos baseados na distribuição de recursos e erradicação da pobreza. A aposta do Estado pelo modelo extrativista implica a configuração de “espaços de sacrifício” (cf. Silveira *et al.* 2017), em que a reorganização territorial favorece as zonas petrolíferas, marginaliza as populações locais e ameaça seus direitos. A Iniciativa Yasuní-ITT e a abertura da fronteira petrolífera levaram os Waorani a reorganizar e ampliar sua defesa territorial, principalmente a partir de 2010, procurando apoio internacional para tornar o conflito visível para o mundo. Cabe ressaltar que a luta dos Waorani combinou elementos étnicos e o papel central de liderança das mulheres Waorani (Blasco 2020), mostrando que a luta por direitos territoriais é estrategicamente política (Cardwell 2023).

Enquanto o governo de esquerda havia estabelecido as regras para a extração de petróleo, o partido de direita recentemente no poder deu prosseguimento à política extrativa que promove a expansão da fronteira petrolífera. O atual governo anunciou a licitação de um bloco petrolífero no coração do PNY (Orozco 2023), apesar da moratória petrolífera de 12 meses acordada em setembro de 2022 sobre o arrendamento de novos campos petrolíferos (Koenig 2022). Além disso, uma mudança nos limites do PNY, que também afeta os limites da Reserva Waorani e do ZITT, está em andamento desde 2019 e ainda se encontra pendente de resolução devido à contestação de diferentes atores, incluindo empresas petrolíferas. Em agosto de 2022, a CIDH realizou, em Brasília, uma audiência pública histórica sobre as contínuas violações de direitos dos PIACI por parte do Estado (Land is Life 2022). A notícia mais recente sobre

2. Ishpingo-Tambococha-Tiputini (ITT) se refere ao campo petrolífero que dá nome à iniciativa Yasuní-ITT.

o Yasuní é a decisão constitucional a favor da consulta popular para manter indefinidamente o petróleo cru do Bloco 43 no subsolo, solicitada há mais de dez anos por diferentes organizações civis e populações locais (Geografia Crítica Ecuador 2023).

Portanto, independentemente do tipo de governo e da legislação existente em matéria de reconhecimento e delimitação territorial, o Yasuní e os povos indígenas, especialmente os PIACI, ainda enfrentam várias ameaças. Essas ameaças vão desde a excessiva dependência do país em relação ao mercado de *commodities*, o que faz com que as políticas públicas e a legislação socioambiental se voltem para os interesses extrativistas de empresas petrolíferas privadas e estatais, em detrimento da conservação da natureza e da diversidade biocultural, até o corte ilegal de árvores, em particular na ZITT, e as sucessivas alterações na demarcação de fronteiras por parte do Estado tanto na Reserva Waorani como na ZITT, a fim de acomodar os interesses da indústria petrolífera (Lu *et al.* 2017). Essas constantes sobreposições e mudanças na delimitação dos territórios indígenas e suas áreas de caça, coleta e captação de recursos dentro do PNY também são responsáveis pelos crescentes conflitos interétnicos entre os Waorani e os PIACI (Rivas 2017). Esses fatores são ainda agravados pela falta de conhecimento do Estado sobre a ocupação ancestral dos povos indígenas e seus padrões de mobilidade (Cabodevilla 2010).

Diante dessas ameaças externas e pressões internas, os povos indígenas do Yasuní se organizaram politicamente e se mobilizaram ativamente para o reconhecimento e exercício dos seus direitos territoriais. Assim, eles procuraram formação e educação política e ambiental para prevenir e resistir melhor às mudanças nas delimitações fronteiriças que tanto afetam seus modos de vida. Reforçaram suas redes de apoio entre as partes interessadas e as lideranças indígenas, especialmente as mulheres, tanto em nível nacional quanto internacional, para ganhar mais visibilidade para a sua causa. Esta estratégia de visibilidade incluiu igualmente campanhas de comunicação, divulgações na imprensa internacional (cf. Korn 2018) e ações coletivas dos cidadãos, sobretudo nas zonas urbanas (Rivas 2017).

Ao mesmo tempo, o estudo de caso Yasuní demonstra a importância de estabelecer estratégias de conservação com respaldo jurídico, como os parques nacionais. Essas áreas protegidas têm o potencial de apoiar ainda mais as medidas de conservação nos territórios indígenas, e vice-versa. Sempre e quando essas medidas forem bem aplicadas, o parque nacional e suas zonas-tampão podem proteger as populações nativas e suas terras contra a extração petrolífera. Além do mais, graças às suas práticas ecológicas tradicionais e de utiliza-

ção dos recursos naturais, os povos indígenas têm exercido um papel decisivo na conservação da diversidade biocultural e na regeneração dos ciclos naturais (Pohle 2008). Essa codependência com respeito à natureza não se limita a práticas diferenciadas de gestão territorial, modos de vida e governança, mas, no caso do Equador, também veio a integrar a Carta Magna do país.

O Território Indígena Arara do Rio Amônia no Acre, Brasil

No final de 2022, o movimento indígena no Brasil compôs o Grupo Técnico dos Povos Indígenas no Governo de Transição do presidente recém-eleito, Lula da Silva. O relatório final do GT elabora uma breve avaliação crítica do desmonte das políticas indigenistas no Brasil durante o mandato do ex-presidente Jair Bolsonaro e sugere algumas prioridades para ações emergenciais do novo governo Lula. Essas sugestões incluíam a revogação de atos normativos, como o Marco Temporal, a criação do Ministério dos Povos Indígenas, o fim do garimpo em Terras Indígenas (TIs) e a demarcação de 13 TIs nos primeiros 30 dias de governo (Grupo Técnico de Povos Indígenas 2022). Essas terras foram selecionadas por estarem na fase final do processo de demarcação territorial, constituindo, assim, um símbolo de ação afirmativa dos direitos indígenas, após quatro anos de descaso e ataques do governo Bolsonaro.

Localizada no Estado do Acre, na região sudoeste entre a Amazônia brasileira e a Amazônia peruana, a TI Arara do Rio Amônia foi uma dessas 13 TIs priorizadas para demarcação (Figura 2B). O território possui 20.764 hectares e é habitado por cerca de 400 indígenas, com aproximadamente 80 famílias divididas em cinco grupos: Novo Destino, Hilda Siqueira, Txaná, Nova Esperança e Nova Morada (com. pess. 2023)³. O nome Apolima-Arara tem origem na miscigenação de indígenas das etnias Txama (Conibo), Amawaka, Santa Rosa, Arara e Kaxinawá (Aquino 2010). Apolima faz referência a uma localidade no Peru onde residiam seus primeiros ancestrais. A grande maioria dos Apolima-Arara fala sua língua materna e, apesar da predominância da língua Pano, alguns falam português, espanhol e ashaninka (Aruak), com quem os Apolima-Arara vivem (Silva & Aguiar 2011).

A luta pela demarcação do território dos Apolima-Arara remonta ao final do século passado (1999). Os principais marcos dessa luta são destacados na linha do tempo ilustrada no Material Complementar (Figura MC2). No entanto, a trajetória de luta do povo por território ancestral é ainda mais antiga, estando

3. Comunicação pessoal entre o coautor Marcos Catelli Rocha e o agente agroflorestal do povo Apolima-Arara, José Ângelo, Rio Branco/AC, 8 fev. 2023.

fortemente associada ao início do ciclo extrativista da borracha no Acre, desde finais do século XIX, quando os primeiros exploradores chegaram à fronteira do Brasil com o Peru. Esse processo foi marcado por violentas “correrias”, que consistiram na expulsão e dispersão das populações indígenas dos seus territórios, além do aprisionamento de mulheres e crianças, que eram capturadas para ser entregues aos seringueiros como recompensa por seus trabalhos (Iglesias & Aquino 2005).

O maior contingente da população Apolima-Arara ocupou tradicionalmente as margens do rio Amônia, em áreas que incidem em parte do território da Reserva Extrativista (RESEX) do alto Juruá, na margem direita, e do Projeto de Assentamento do Incra, denominado PA Amônia, na margem esquerda. Sobreposta⁴ a essas áreas e a uma pequena extensão do limite sul do Parque Nacional da Serra do Divisor (PNSD), a TI Arara do Rio Amônia foi identificada pela Funai em setembro de 2008 (Aquino 2010), sendo declarada um ano depois pela Portaria 2.986 do órgão indigenista. No que diz respeito à rede de atores e/ou instituições que atuam junto aos Apolima-Arara, vale mencionar o Conselho Indigenista Missionário (Cimi), órgão vinculado à Igreja Católica que tem apoiado a luta pela demarcação do território, bem como o ICMBio, a ONG Comissão Pró-Índio do Acre (CPI-Acre) e outros povos indígenas como os Kampa (Rio Amônia) e os Ashaninka, conforme representado no mapa de atores (Figura MC2).

As principais ameaças atualmente enfrentadas pelos Apolima-Arara estão relacionadas à construção de estradas, à extração ilegal de madeira e concessões florestais, ao desmatamento, à exploração de petróleo e gás, ao garimpo e ao tráfico de drogas. Do lado peruano da fronteira, boa parte da Amazônia está loteada para alguns desses empreendimentos. Como salientou um membro do povo Apolima-Arara, muitas dessas atividades de impacto ainda não foram mapeadas, o que sustenta a necessidade de um mapeamento participativo (etnomapeamento) junto aos Apolima-Arara de modo a georreferenciar essas ameaças e buscar formas de combatê-las e preveni-las. Por exemplo, de acordo com José Ângelo, liderança e agente agroflorestal Apolima-Arara, a trilha é uma rota muito antiga que liga a terra indígena à fronteira com o Peru e é utilizada para o narcotráfico por “gente estranha, tudo que não presta, entra e sai por ali” (com. pess. 2023). Segundo Ângelo, o fato de a TI não estar homologada

4. Para uma análise mais detalhada sobre a sobreposição de TIs e unidades de conservação – que foge ao escopo deste trabalho –, com foco no caso Apolima-Arara, ver Arruda 2014; Rezende & Postigo 2013; Costa 2012.

dificulta o controle dessa rota e o tráfego de pessoas por parte dos indígenas, que inclusive estão sofrendo ameaças. Como ele destaca:

A questão do narcotráfico é muito complicada, porque essa trilha que está por dentro de nossa terra ela está afetando muito. Tô sofrendo muitas ameaças, a gente já comunicou a polícia, principalmente a Funai. Tem muitas ameaças em cima das lideranças, principalmente eu que vivo aqui dentro da terra, lutando junto com o povo.

A abertura de novas estradas e ramais rodoviários na região é agravada pela proximidade entre a terra indígena e a sede do município. Pelo menos dois dos ramais rodoviários estão nas imediações da TI, um dos quais se liga à RESEX, onde muitas pessoas estão se assentando. O fato já é conhecido pelo ICMBio e preocupa o povo Apolima-Arara. O outro ramal passa pelo Parque Nacional da Serra do Divisor (PNSD) e um assentamento do Incra. Como afirma José Ângelo, esse ramal corta a TI sem a autorização das comunidades. Ele critica o Incra, alegando que o órgão “assenta as pessoas e deixa aí jogado, as pessoas não têm o que fazer, vão fazer invasão, então é uma preocupação muito grande pra mim. Isso é uma grande ameaça, para a terra, para o povo e para o nosso futuro”. A liderança indígena salienta ainda a difícil situação no PNSD, por se tratar de “uma área de conservação que ninguém pode nem morar dentro, e aqui na nossa região eles estão acabando com tudo”.

Além disso, existe outra proposta de construção da estrada Nuevo Itália-Porto Breu, que conectará os rios Ucayali e Juruá, no Peru. Parte do traçado da estrada encontra-se na fronteira com o Brasil, na TI Kampa do Rio Amônia. Isso preocupa particularmente os Apolima-Arara, que conclamaram as autoridades – principalmente a Funai – para que tomassem as providências necessárias contra a construção da estrada. De acordo com o dossiê elaborado por organizações indígenas e indigenistas do Brasil e do Peru⁵, a estrada causará graves impactos socioambientais, pois essa região transnacional possui unidades de conservação e é habitada por nove povos indígenas, além de comunidades tradicionais. Concretamente, o empreendimento terá impacto direto em pelo menos 34 comunidades nativas peruanas, bem como nas Terras Indígenas Kaxinawá Ashaninka do Rio Breu, Kampa do Rio Amônia, Arara do Rio Amônia, Kuntanawa e na Reserva Extrativista do Alto Juruá, no Brasil.

5. Disponível em: https://apiwtxa.org.br/wp-content/uploads/2021/08/Dossiê-Estrada-Illegal-Nueva-Italia---Puerto-Breu_ok.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

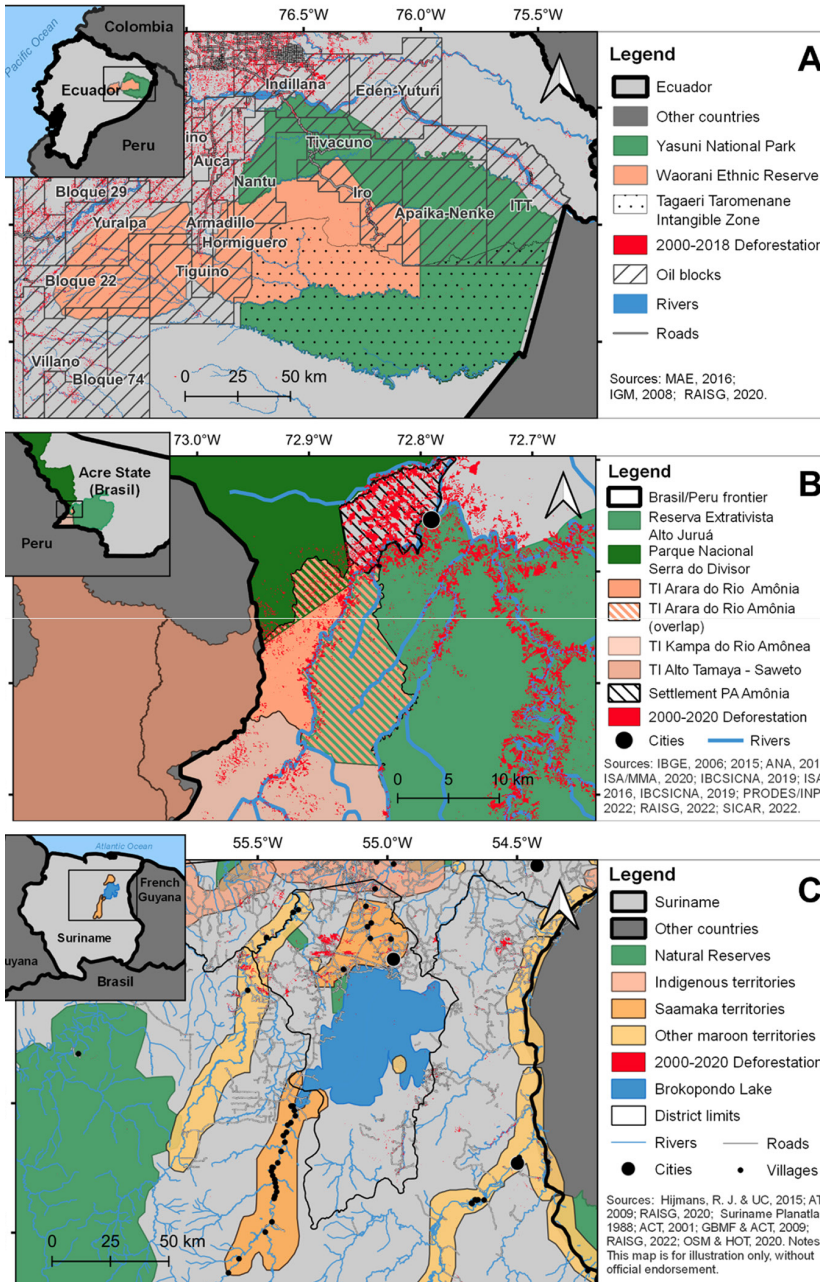


Figura 2 Localização geográfica dos territórios indígenas e *marron* abordados no estudo. A: Território Waorani e ZITT, Equador. B: Território Arara, Brasil. C: Territórios Saamaka, Suriname. Todos os mapas estão baseados no Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000 Datum.

Outra ameaça é a presença de moradores tradicionais extrativistas que atualmente habitam a RESEX Alto Juruá, pois alguns se recusam a sair da TI e receber a indenização do governo federal à qual teriam direito. Como explica José Ângelo: “Muitos ficaram de má-fé e outros não quiseram receber sua indenização. Esse tipo de gente, quando eles ficam dentro de uma terra indígena e eles tem que sair, eles tratam de acabar com tudo durante aqueles momentos que eles estão aqui dentro”. Esses moradores não-indígenas consistem em cerca de oito famílias e aproximadamente 20 pessoas, que perpetram todo tipo de invasão ao território indígena para pesca ilegal, caça com cães e extração e comercialização de madeira beneficiada em tábuas/pranchas.

Diante de tudo isso, a liderança José Ângelo ressalta que o povo Apolima-Arara aguarda ansiosamente a homologação da TI para concluir o processo de demarcação do território, a fim de que possam não só exercer seus direitos territoriais e modos de vida, mas também recuperar e reflorestar as terras degradadas. Vale mencionar que a região do alto rio Juruá, onde se localiza a TI Arara do Rio Amônia, é uma das áreas de maior biodiversidade do planeta (Brown & Freitas 2002), compreendendo um mosaico de áreas naturais protegidas para a conservação tanto de seus recursos naturais (Parques Nacionais) quanto dos modos de vida de povos indígenas e comunidades tradicionais (Terras Indígenas e Reservas Extrativistas). Esse mosaico integra a região transfronteiriça binacional que faz divisa com o Estado do Acre, no lado brasileiro, e o Departamento de Ucayali, no Peru.

No que diz respeito às soluções encontradas, esse contexto transfronteiriço tem possibilitado grande articulação entre organizações indígenas, indigenistas e ambientalistas na região nas últimas duas décadas⁶. Outra estratégia importante foi o desenvolvimento da aliança dos povos da floresta, que surgiu entre as décadas de 1980 e 1990. Nos últimos anos, essa aliança tem favorecido encontros e reuniões regionais entre povos indígenas e comunidades tradicionais de extrativistas visando fortalecer os pontos em comum para a gestão da biodiversidade nessas áreas protegidas. Trata-se de um trabalho muito promissor. Nas palavras de José Ângelo:

Porque essa divisão [dos territórios] é só de limites, precisamos fazer uma gestão integrada, cada um respeitando os limites do outro. RESEX não é diferente de terra indígena, a reserva tem o plano de uso e a TI

6. Mais informações disponíveis em: <https://cpiacre.org.br/dinamicas-transfronteiricas/>. Acesso em fev. 2023.

tem o plano de gestão, porque as duas terras são terras de conservação, e algumas coisas erradas que fazem dentro de reserva é ilegal, e as pessoas que fazem dentro de TI também é. As pessoas fazem, mas tem que ter punição, a justiça tem que ser feita. Isso que a gente quer, pessoas de TI e Reserva vivendo dentro de um projeto de aliança, pra ser envolvido, essa aliança dos povos da floresta. [...] o problema é essas pessoas que ainda estão aqui dentro, sendo que a maior parte é da Reserva. Pode acontecer algum conflito [...]; várias reuniões aconteceram e o povo Apolima-Arara não aceita [sua presença].

Enquanto a presença de moradores não-indígenas continua sendo um problema para os Apolima-Arara da TI do Rio Amônia, este estudo de caso mostrou como a criação de uma aliança dos povos da floresta permitiu uma melhoria na convivência com a comunidade tradicional de extrativistas da RESEX, bem como a identificação da necessidade de uma abordagem integrada de gestão do território que concilie as demandas comuns da diversidade de seus moradores, sem prejuízo dos direitos dos povos originários e das comunidades tradicionais. Durante o processo de redação deste artigo, a Terra Indígena Arara do Rio Amônia foi finalmente demarcada pelo presidente Lula, em 28 de abril de 2023, no último dia da 19ª edição do Acampamento Terra Livre em Brasília, organizado pela APIB. Esse acontecimento representa uma oportunidade singular para avaliar se as medidas acima propostas são bem-sucedidas e/ou apontar quais alternativas devem ser aplicadas, juntamente com a demarcação territorial, para garantir a conservação da diversidade biocultural no território Apolima-Arara.

O território quilombola reivindicado pelos marron Saamaka no Suriname

O Suriname abrange apenas 2% da floresta amazônica. No entanto, esses 2% cobrem 90% da superfície florestal do país. O Suriname tem a maior extensão de floresta tropical não perturbada do mundo e um dos mais altos índices de biodiversidade. Parte do Escudo das Guianas, a região do Greenstone Belt (Cinturão de Rochas Verdes) de Marowijne é composta principalmente de terras altas florestadas, sendo rica em minerais, de modo que também é onde se concentra a maior parte da mineração no Suriname.

Além disso, o Suriname é o único país das Américas que não reconheceu legalmente os direitos dos povos indígenas e tribais (ITP) aos seus territórios tradicionais. Em 2006, o governo do Suriname foi intimado pela Corte Intera-

mericana de Direitos Humanos (CIDH) pela violação dos direitos coletivos do povo Saamaka (Heemskerk 2005; Koorndijk 2019; Price 2018). Os Saamaka são um povo quilombola (*marron*) com uma população de mais de 34.000 habitantes que vive em 71 aldeias, ao longo do alto rio Suriname, nos distritos de Brokopondo e Sipaliwini (ver Figura 2C). São constituídos por 12 clãs Saamaka, ou Lo's. A autoridade tradicional dos Saamaka é exercida por líderes comunitários chamados *Kabitens* (capitães) e *Basja's*. O chefe supremo, ou *Granman*, é o chefe do grupo e é escolhido por linhagem matrilinear. O povo Saamaka está organizado e representado por meio da Associação das Autoridades Tradicionais Saamaka. O governo do Suriname reconhece essa autogovernança das autoridades tradicionais e atribui aos líderes um subsídio pelas suas funções/responsabilidades exercidas nas comunidades.

Os Saamaka foram uma das primeiras comunidades a assinar um tratado de paz com o governo colonial, em 1762 (Figura MC3). Este tratado de paz incluía uma cláusula de exclusão que estabelecia que os colonos não estavam autorizados a ocupar terras que já eram habitadas por comunidades indígenas e quilombolas (Price 2018; Santokhi 2021; Smith 2019). A cláusula de exclusão foi uma das razões pelas quais as populações que viviam no interior foram "deixadas em paz" durante séculos, para além do fato de o desenvolvimento ter se concentrado principalmente na costa do Suriname e na capital, Paramaribo.

Em 1954, a rainha Juliana dos Países Baixos visitou a aldeia Saamaka, Kadju, para anunciar a construção de uma barragem em território Saamaka. Em virtude da construção dessa barragem, grande parte do território Saamaka foi inundada e o povo Saamaka foi deslocado. As famílias foram separadas e obrigadas a se relocar (a Sipaliwini), enquanto outras foram transferidas para aldeias de transmigração em Brownsveg (Brokopondo). Em 1964, a divisão surinamesa da Alcoa, uma empresa de alumínio dos Estados Unidos, concluiu a construção de uma barragem no território de Saamaka a fim de produzir eletricidade para refinar bauxita. Nieuw Koffiekamp, uma aldeia que teve de ser deslocada após as inundações, localiza-se atualmente no meio de um dos filões mais prósperos e ricos em minerais do Greenstone Belt.

Em junho de 1982, foram formulados decretos-lei fundiários, mais conhecidos como *L-Decrees*, para regular o uso e a propriedade da terra pelos cidadãos surinameses (Decreet Beginselen Grondbeleid – De Nationale Assemblée n.d.). Essas leis tratavam dos direitos fundiários individuais de propriedade, concessão, arrendamento e locação de terras surinamesas. Apesar disso, a integridade do território Saamaka foi sendo cada vez mais ameaçada por numerosas concessões de terras a empresas multinacionais, mas não sem resistência. Em 2007,

o recurso internacional da Associação das Autoridades Tradicionais Saamaka perante a CIDH foi finalmente acatado e o governo do Suriname foi intimado a reconhecer os direitos coletivos do povo Saamaka. O governo teria de apoiar o povo Saamaka com projetos de demarcação territorial, dentre outras obrigações, e foi multado em SRD 600.000 (\pm U\$ 200.000 em 2006), valor que seria investido em projetos comunitários dos Saamaka.

O Ministério de Desenvolvimento Regional, que estava envolvido na execução do decreto da CIDH, organizou uma conferência sobre *grondenrechten* (direitos fundiários) em outubro de 2011, mas o evento terminou abruptamente. Um representante dos povos indígenas e tribais leu uma declaração na qual se reivindicava a propriedade dos recursos acima e abaixo do solo. Isso significava que as receitas das atividades de mineração de ouro, bauxita e da exploração da madeira pertenceriam exclusivamente aos povos indígenas e tribais. O governo não concordou, pois considerava que esses recursos eram de “interesse nacional” – como no caso analisado do Equador –, ou seja, deveriam ser destinados ao desenvolvimento econômico de todo o país. O governo alegava que, segundo a Constituição de 1987, a terra do Suriname era una e indivisível. De acordo com Smith (2019), isso transformou em conflito a questão dos direitos territoriais entre o governo e os povos indígenas e tribais.

Em 2012, o Estado nomeou uma comissão composta por representantes de diferentes organismos governamentais e de povos indígenas e tribais para desenvolver um plano estratégico que resolvesse a questão dos direitos territoriais. O resultado foi um projeto de lei sobre direitos de propriedade coletiva dos povos indígenas e tribais que incluía direitos territoriais. Esse projeto de lei foi apresentado à Assembleia Nacional em 2019, mas não houve prosseguimento no que tange à sua aprovação. Em 2020, o novo governo também colocou os direitos territoriais como prioridade em sua agenda política.

Pela primeira vez um quilombola *marron* era nomeado vice-presidente do país. Foram criadas duas comissões presidenciais para trabalhar sobre a titulação de territórios para povos indígenas e quilombolas. A primeira comissão presidencial foi estabelecida em setembro de 2020 para tratar da conversão de terras e da modificação das políticas fundiárias. A comissão era composta por advogados, notários e funcionários do fisco, cujo principal objetivo era alterar os atuais *L-Decrees* de 1982, que se centravam na propriedade fundiária individual. A segunda comissão presidencial, composta por representantes do governo e de organizações da sociedade civil, foi estabelecida em novembro de 2020 para tratar dos direitos territoriais coletivos dos povos indígenas e tribais e encontrar formas de implementá-los efetivamente. Outro projeto de lei foi apresentado à

Assembleia Nacional em junho de 2021. Até 2023, os povos indígenas e tribais ainda aguardavam a aprovação dessas leis.

Uma das principais ameaças ao reconhecimento dos direitos territoriais dos Saamaka é a mineração de ouro e seus efeitos no desmatamento (Baldewsingh 2022) e na perda de terras e meios de subsistência tradicionais (Figura MC3). Os altos preços do ouro, combinados com a falta de regulamentação de uso da terra e de oportunidades de emprego para as comunidades locais, levaram a uma explosão da indústria mineira no Suriname. Entre 2000 e 2014, a mineração de ouro aumentou 893% no Suriname, e a maioria dos mineiros de pequena escala provém das comunidades. Em 14 anos, a taxa média de desmatamento resultante da mineração aumentou de 3.000 hectares para 5.713 hectares (DGR Colorado Plateau 2015). A taxa anual de produção de ouro por área de terra situa o Suriname como o 10º país no mercado global de *commodities* de exportação de ouro. Grande parte da mineração de ouro no Suriname, tanto em pequena escala como em escala industrial, ocorre dentro dos limites dos territórios tradicionais das comunidades locais, e a maioria dos garimpeiros de pequena escala ou são quilombolas *marron* ou garimpeiros brasileiros.

A empresa norte-americana Newmont Corporation é a maior empresa de mineração de ouro do mundo, com minas auríferas ativas na região de Saamaka. Embora a empresa tenha recrutado membros do povo Saamaka, atraindo-os para a atividade de mineração industrial, garimpeiros *marron* e estrangeiros de pequena escala também atuam na região. De acordo com um estudo realizado por De Theije & Heemskerk (2009), o atual vice-presidente do Suriname teria convidado os primeiros garimpeiros brasileiros para trabalharem em dragas, que logo viriam a ser confiscadas do Departamento de Geologia e Mineração do Governo (GMD) quando ele era líder do *Jungle Commando* ("Comando da Selva"), um grupo guerrilheiro durante a guerra civil (1989-1992). Portanto, o mapa de atores para o estudo de caso no Suriname reflete um quadro complexo, no qual o território tradicional Saamaka é explorado por concessionários surinameses e por garimpeiros brasileiros e *marron*, incluindo indivíduos Saamaka.

A liberação de mercúrio no processo de mineração e o impacto dessa neurotoxina nas populações da região constituem grande ameaça para o povo Saamaka. Estudos recentes demonstram que os níveis de mercúrio nos rios causam deficiências neurológicas em crianças expostas durante a fase de pré e pós-natal (Baldewsingh 2022). O consumo de peixe e de caça selvagem é um dos principais meios de ingestão de mercúrio. Além de as famílias dependerem do rendimento das atividades mineiras, elas são forçadas a desenvolver seus modos de vida em um ambiente contaminado (Baldewsingh 2022; Heemskerk

& Kooye 2003). Igualmente, o aumento dos casos de malária em consequência das atividades de mineração – ao se criarem grandes poças de água parada (Baldewsingh 2022; De Theije & Heemskerk 2009; Heemskerk 2005) – causa grande impacto nas comunidades Saamaka.

Também situado no território de Saamaka está o Parque Natural de Brownsberg. Criado em 1969, esse destino turístico e de pesquisa, com seus 14.000 hectares, costumava ser uma zona mineira – seu nome provém do pioneiro da mineração John Brown. Infelizmente, desde 1999, o garimpo ilegal em pequena escala também aumentou nessa área protegida e nas imediações. Um cenário bastante complexo, em que a mineração de pequena escala das comunidades Saamaka coexiste com o garimpo ilegal, provocando impacto direto na luta pelo reconhecimento dos direitos territoriais coletivos.

Outra ameaça que o povo Saamaka enfrenta é a exploração madeireira. Embora seus direitos territoriais não sejam reconhecidos pela legislação nacional, o governo do Suriname designou a denominada “floresta comunitária” às comunidades tribais e indígenas locais. Essas comunidades estão autorizadas a utilizar as florestas circundantes para atividades econômicas que garantam sua subsistência. Contudo, há casos em que líderes comunitários teriam convidado empresas madeireiras para extrair madeira tropical, enquanto indivíduos não-indígenas/quilombolas também se candidataram e receberam concessões do governo para explorar essas terras comunais. Diante disso, a gestão dessas florestas comunitárias foi motivo de conflitos internos entre os membros e os líderes das comunidades sobre a designação e distribuição das receitas, os quais acabariam por chegar ao Ministério do Desenvolvimento Regional.

Por último, a falta de confiança institucional e interpessoal entre as comunidades locais e o governo pode ser considerada outro desafio ao avanço dos direitos territoriais coletivos do povo Saamaka (De Theije & Heemskerk 2009; Heemskerk et al. 2015). Embora os governos anteriores tenham tentado regular o setor mineiro estabelecendo organismos governamentais de controle, o envolvimento de alguns funcionários do governo em atividades mineiras nos territórios Saamaka também dificultou sua luta pelos direitos territoriais coletivos.

Em 2007, o Suriname assinou a Declaração da ONU sobre os Direitos dos Povos Indígenas, que reconhece seu direito “às terras, territórios e recursos que possuem e ocupam tradicionalmente ou que tenham de outra forma utilizado ou adquirido”, bem como o direito “de manter e de fortalecer sua própria relação espiritual” com o território (ONU 2007, artigos 26 e 25). Desde então, o governo do Suriname se sentiu pressionado a iniciar vários projetos de lei, bem como projetos de demarcação territorial e de comunicação dos *grondenrechten*

ao público. Os projetos de mapeamento participativo junto às comunidades indígenas apoiados pela Amazon Conservation Team deram espaço para novas negociações sobre a delimitação dos territórios. O projeto de lei focaliza três direitos coletivos fundamentais dos povos indígenas e tribais do Suriname. Primeiramente, o reconhecimento legal dos direitos de propriedade coletiva sobre as áreas tradicionalmente ocupadas dos ITP e sobre os recursos naturais tradicionalmente usados. Em segundo lugar, o reconhecimento das estruturas tradicionais de autoridade/governança dos ITP, concedendo status oficial aos líderes tradicionais. E, por último, o consentimento livre, prévio e informado (FPIC, em inglês) em todas as decisões que possam impactar os territórios e modos de vida dos ITP. Apesar disso, levando em consideração a complexidade dos diversos atores e partes interessadas, a implementação efetiva dos direitos territoriais dos Saamaka ainda não foi alcançada.

Soluções aprendidas e inovações recomendadas

A análise dos três estudos de caso mostrou que, embora o reconhecimento e a demarcação dos direitos territoriais sejam essenciais para a conservação ambiental na Amazônia, estas medidas não têm sido suficientes para garantir de forma eficaz a conservação da diversidade biocultural – incluindo a natureza e os modos de vida e conhecimentos tradicionais –, uma vez que os territórios analisados nos três estudos continuam sob graves ameaças, apesar de terem sido oficialmente reconhecidos e/ou demarcados. Assim sendo, esta seção reúne as diferentes experiências dos povos indígenas Apolima-Arara e Waorani, respectivamente, no Brasil e no Equador, e dos quilombolas (*marron*) Saamaka, no Suriname, com vistas a recomendar inovações que devem acompanhar os processos de reconhecimento de direitos territoriais e de demarcação para que possam contribuir efetivamente para a conservação da diversidade biocultural em seus territórios.

Com base na abordagem teórica proposta por Alencar (2022) sobre a necessidade de se pensar em inovações “renovadas” para a redução efetiva do desmatamento em consonância com as reivindicações das organizações indígenas e quilombolas, as dezesseis inovações aqui recomendadas foram organizadas em quatro categorias: Autonomia, autogovernança e participação política; Aplicação da lei, fiscalização e sanções; Conservação e promoção do conhecimento tradicional; e Soberania econômica comunitária e sustentável:

I. Autonomia, autogovernança e participação política	II. Aplicação da lei, fiscalização e sanções
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconhecer juridicamente os direitos da natureza, de acordo com as cosmovisões indígenas (como o <i>sumak kawsay</i>/bem viver), para que a natureza também possa figurar como um ator ativo nas disputas territoriais, na demarcação de territórios e nas políticas socioambientais. 2. Promover e reforçar alianças locais e transversais (transfronteiriças, de mulheres, rurais-urbanas), não só para reforçar a resistência social contra a pressão do mercado, mas também para abordar os interesses conflitantes e as agendas comuns dos povos indígenas e das comunidades tradicionais, sem prejuízo dos seus direitos coletivos e dos direitos da natureza. 3. Implementar uma paradiplomacia ambiental indígena, através da qual as diferentes partes interessadas em nível subnacional (povos indígenas, comunidades tradicionais, cientistas, representantes dos movimentos sociais, representantes dos setores industriais, etc.) participam ativamente no processo de discussão e resolução de questões ambientais, e cujas deliberações podem ser legalmente vinculantes (instrumentos de <i>hard law</i> ou <i>soft law</i>, como protocolos, acordos sobre boas práticas de conduta, decretos e leis). 4. Promover o mapeamento e a delimitação participativa dos territórios tradicionalmente ocupados (incluindo áreas de captação de recursos e locais sagrados) como um instrumento importante para servir de base ao planejamento e à negociação de projetos, bem como à resolução de conflitos com outras partes interessadas e à fiscalização e prevenção do desmatamento e outras atividades ilegais. 5. Garantir a autonomia política, territorial e religiosa, reconhecendo os processos de decisão tradicionais, apoiando a autoridade comunitária e protegendo lideranças comunitárias. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Implementar leis para proibir a concessão de terras tradicionalmente ocupadas a empresas privadas e interditar atividades extrativas não tradicionais em territórios indígenas/quilombolas demarcados e titulados, quando inexistentes. 7. Fortalecer os órgãos públicos indígenas e ambientais para garantir a aplicação da lei, a fiscalização e sanção, bem como evitar conflitos de interesses ou a exploração pelo capital e facilitar os processos de demarcação e titulação do território. 8. Aplicar a proibição de atividades extrativas intensivas (ou seja, garimpo e exploração madeireira) nos territórios demarcados e titulados, através de mecanismos de fiscalização e alerta eficazmente articulados para prevenir, interceptar e sancionar quaisquer atividades ilegais ou a grilagem nesses territórios. 9. Nos casos de sobreposição de territórios indígenas ou quilombolas e áreas de conservação (incluindo reservas extrativistas ou reservas naturais protegidas e unidades de conservação), as políticas públicas e a legislação devem interpretar a gestão tradicional do território e dos seus recursos como benéfica (e não antagonica) à conservação da biodiversidade, e vice-versa. 10. Integrar e intersectorializar as políticas públicas socioambientais e as informações territoriais – esta última especialmente urgente no caso dos territórios quilombolas da Pan-Amazônia – para melhorar a articulação das medidas de fiscalização e sanção, bem como a elaboração e aplicação da lei.
III. Conservação e valorização dos conhecimentos tradicionais	IV. Soberania econômica comunitária e sustentável
<ol style="list-style-type: none"> 11. Promover o acesso à educação e/ou formação política, jurídica e ambiental, a fim de ajudar os membros e lideranças da comunidade na resolução de conflitos econômicos e de interesses. 12. Implementar os meios para uma educação intercultural diferenciada, com vistas a valorizar os conhecimentos, as línguas e os modos de vida tradicionais, e reforçar o ensino superior e a formação profissional em matéria de conservação e gestão da diversidade biocultural. 13. Promover a criação de plataformas para o desenvolvimento criativo e expressão artística (artes e artesanato, como cinema, <i>hip hop</i>, grafismo, gastronomia), não só para canalizar e visibilizar as reivindicações, a resistência e a luta dos povos indígenas e quilombolas, mas também para valorizar seus saberes, etnicidades e culturas, fomentando oportunidades alternativas especialmente para a juventude. 	<ol style="list-style-type: none"> 14. Desenvolvimento de um sistema econômico justo no qual o Norte Global e as grandes empresas transnacionais se fazem responsáveis por seu impacto direto nas mudanças climáticas e pelos efeitos causados nos países do Sul Global, principalmente em regiões ricas em biodiversidade. 15. Reconhecer oficialmente, aprender e promover a gestão tradicional dos territórios e suas formas de uso dos recursos, visando aplicar de forma sistemática esse conhecimento como uma ferramenta eficaz para regenerar as terras degradadas e desenvolver atividades econômicas sustentáveis na Amazônia. 16. Apoiar e incentivar financeiramente as economias comunitárias agroflorestais e as cadeias de produção agroecológicas sustentáveis como alternativas para reduzir sua vulnerabilidade econômica e sua exposição a atividades ilegais e prejudiciais para o meio ambiente (garimpo, tráfico de droga).

Agradecimentos – Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio à “Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma AMAZÔNIA Sustentável e Inclusiva (Processo 2022/06028-3)”. Gostaríamos de agradecer aos organizadores deste e-book, bem como aos revisores externos, por seus comentários e sugestões. Estendemos nossa gratidão à liderança indígena Apolima-Arara, José Ângelo, por compartilhar seus pontos de vista e colaborar com seu conhecimento em primeira mão do contexto local. Agradecemos, ainda, aos palestrantes e pesquisadores convidados da Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma AMAZÔNIA Sustentável e Inclusiva, pelas conversas instigantes, bem como por suas contribuições para a discussão proposta neste artigo. Um agradecimento especial de APL à FAPESP (concessão nº 2022/04893-9) e de MCR à CAPES, pelo financiamento de suas pesquisas.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Material suplementar

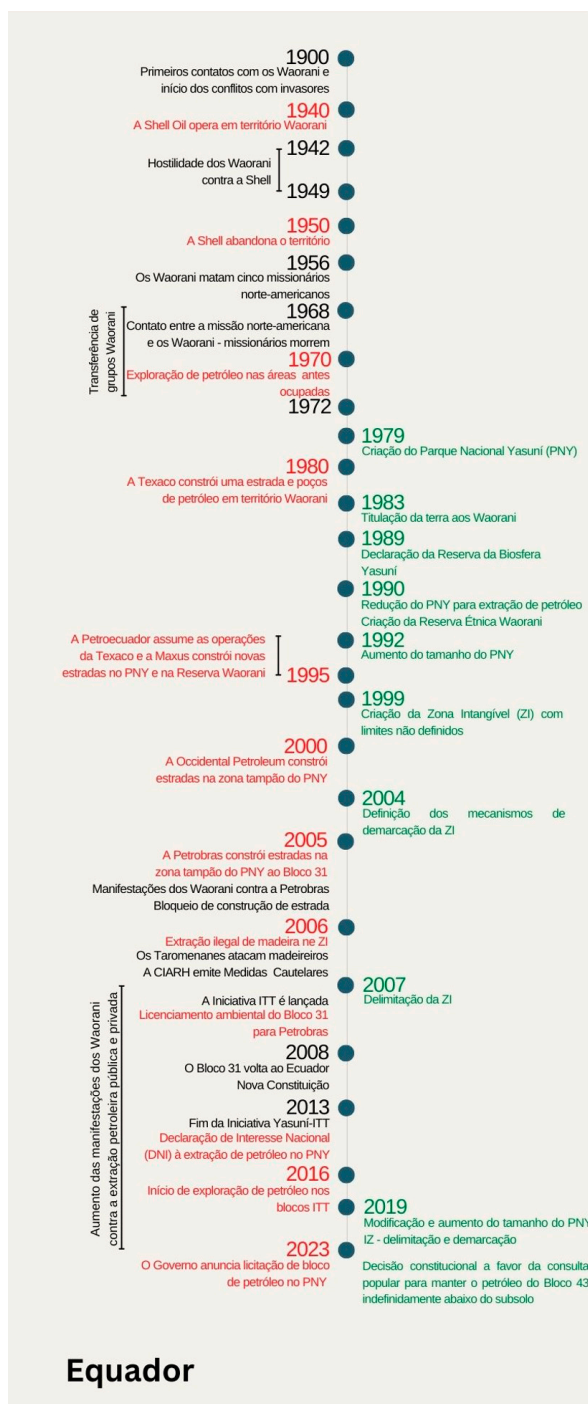


Figura MC1 Linha do tempo dos principais acontecimentos relacionados ao caso dos Territórios Indígenas no Yasuní, Equador. Em verde, os acontecimentos relacionados com a delimitação/titulação do território; em vermelho, as ameaças.



Figura MC2 Linha do tempo dos principais acontecimentos relacionados ao caso da Terra Indígena Arara do Rio Amônia no Brasil. Em verde, os acontecimentos relacionados com a demarcação do território; em vermelho, as ameaças. (1) Durante esse período, a população Apolima-Arara consistia em aproximadamente 135 pessoas, distribuídas pelas aldeias de Pedreira, Assembleia e Jacamim, além de outras espalhadas pelas regiões vizinhas. (2) (Portaria 2.986 - 09/10/2009) Indígenas ocupam o prédio da Funai para pressionar por celeridade no processo. (3) Para dar continuidade às ações relacionadas à demarcação definitiva da Terra Indígena Apolima-Arara. (4) A proposta do ICMBio era que os indígenas compartilhassem a terra com os moradores da Reserva Extrativista do Alto Juruá. Na ocasião, os indígenas se recusaram a aceitar o acordo, alegando que a Justiça Federal já havia reafirmado outras vezes a legitimidade de sua reivindicação territorial.

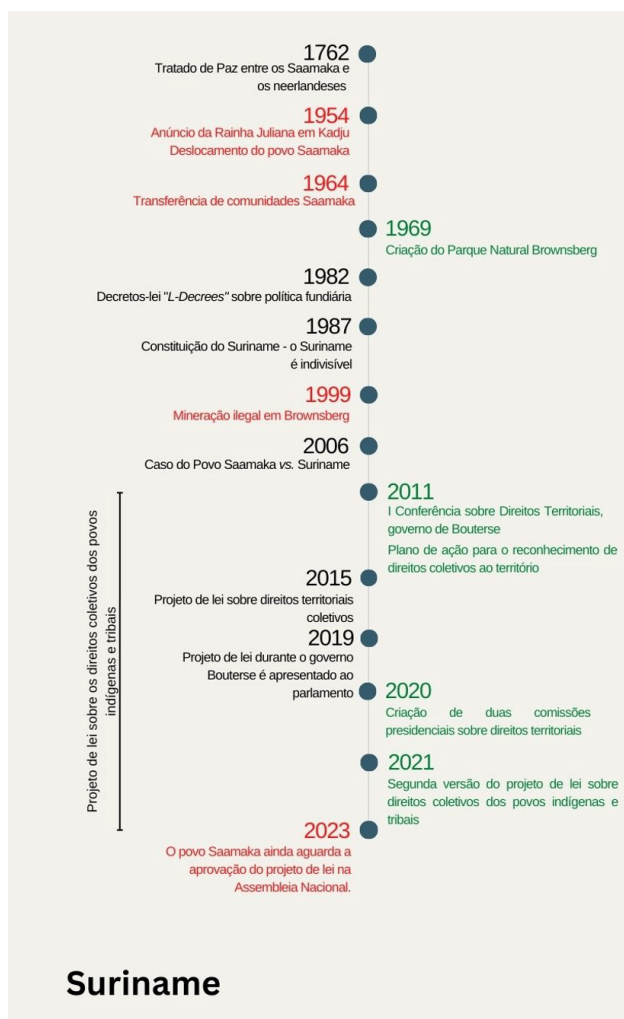


Figura MC3 Linha do tempo dos principais acontecimentos relacionados ao caso do território reivindicado pelos quilombolas (*marron*) Saamaka no Suriname. Em verde, os acontecimentos relacionados com a delimitação/titulação do território; em vermelho, as ameaças.

Figura MC1 Atores envolvidos no caso dos territórios indígenas no Yasuní na Amazônia equatoriana.

Tipo de ator	Nome do ator	Descrição
Estado	Ministério do Meio Ambiente, da Água e da Transição Ecológica (MAATE)	Responsável pela definição da fronteira do PNY, a área protegida associada ao povo Waorani. A última atualização está em curso desde 2018. Pressão de atores externos, como as empresas petrolíferas.
	Autarquias locais	Gestão do território; obras públicas nas cidades e na zona rural, por exemplo, estradas
	Empresas petrolíferas: Petroecuador	Empresa petrolífera estatal; interesses petrolíferos que promovem a extração no Yasuní.
	Empresas petrolíferas: Petrobras	Companhia petrolífera do Brasil; interesses petrolíferos no Yasuní.
	Ministério da Agricultura: antigo IERAC, Subsecretaria de Terras e Reforma Agrária	Titulação de terras
	Ministério da Justiça e dos Direitos Humanos	Promoção dos direitos humanos, incluindo os povos indígenas e os PIACI
	Ministério da Energia	Defesa do setor petrolífero
	Polícia e Forças Armadas	Controle territorial em nome do Estado nacional
Privado	Empresas petrolíferas: Shell	Primeira empresa petrolífera a operar no Yasuní
	Empresas petrolíferas: Texaco	Interesses petrolíferos que promovem a extração no Yasuní.
	Empresas petrolíferas: Occidental Petroleum	Interesses petrolíferos que promovem a extração no Yasuní.
	Empresas petrolíferas: Repsol	Interesses petrolíferos que promovem a extração no Yasuní.
	Madeireiros ilegais	Invasão de territórios indígenas
Sociedade civil, comunidade local	Nacionalidade Waorani do Equador (NAWE, em espanhol)	Organização representativa dos Waorani
	Associação de Mulheres Waorani da Amazônia Equatoriana (AMWAE, em espanhol)	Organização representativa das mulheres Waorani, principais lideranças na defesa dos seus direitos e do território
	Povos Indígenas em Isolamento e Contato Inicial (PIACI, em espanhol)	Povos em isolamento voluntário. Seu território está ameaçado.
Sociedade civil, internacional	WWF	ONG. Pesquisa e promoção de projetos sustentáveis
	WCS	ONG. Pesquisa e promoção de projetos sustentáveis
Intergovernamental	Comissão Interamericana de Direitos Humanos	Audiência sobre as violações do Estado contra os direitos dos povos indígenas
	UNESCO	Declaração de Reserva da Biosfera
Cooperação internacional	Agência de Desenvolvimento (por exemplo, Alemanha)	Apoio financeiro aos projetos e parte dos antigos colaboradores da Iniciativa Yasuní-ITT

Figura MC2 Atores envolvidos no caso da Terra Indígena Arara do Rio Amônia na Amazônia brasileira.

Tipo de ator	Nome do ator	Descrição
Estado	Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)	Conflitos em torno à sobreposição de terras
	Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI)	Apoiou a luta pela demarcação de terras na TI Arara do Rio Amônia
	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)	Gestão de Unidades de Conservação da Natureza; histórico de conflitos relacionados à demarcação da Terra Indígena. Atualmente, a relação com os povos indígenas está avançando
	Reserva Extrativista (RESEX) do Alto Juruá	Conflitos em torno à sobreposição de terras
	Ministério Público Federal	Apoio no processo de demarcação da Terra Indígena Arara do Rio Amônia
Sociedade civil	Conselho Indigenista Missionário (Cimi)	Apoiou a luta pela demarcação de terras na TI Arara do Rio Amônia
	Comissão Pró-Índio do Acre (CPI-Acre)	Apoio em iniciativas de produção agroecológica e em articulação com povos indígenas e organizações parceiras
Privado e estatal	Lobby de madeireiros legais e ilegais	Conflitos e ameaças que dificultam a autonomia indígena
	Lobby da exploração de petróleo e gás	Conflitos e ameaças que dificultam a autonomia indígena
	Lobby do setor de construção de estradas	Conflitos e ameaças que dificultam a autonomia indígena
	Tráfico de drogas	Conflitos e ameaças que dificultam a autonomia indígena
Comunidades	Aliança dos Povos da Floresta	Esta aliança tem favorecido encontros e reuniões regionais entre povos indígenas e extrativistas, a fim de fortalecer as agendas comuns para a gestão da biodiversidade nessas áreas protegidas
	Indígenas Ashaninka	Apoio em iniciativas de produção agroecológica e na articulação com povos indígenas e organizações parceiras
	Seringueiros	Conflitos e ameaças que dificultam a autonomia indígena

Figura MC3 Atores envolvidos no caso do território reivindicado pelos quilombolas (*marron*) Saamaka na Amazônia surinamesa.

Tipo de ator	Nome do ator	Descrição
Estado	Ministério do Desenvolvimento Regional e Esporte (ROS)	Organismo governamental responsável pela legislação sobre direitos coletivos dos povos indígenas e <i>marron</i> (quilombolas), incluindo direitos territoriais
	Ministério dos Recursos Naturais (NH)	Organismo governamental responsável pela designação de recursos naturais mineiros, como ouro e madeira
	Ministério de Política Fundiária e Conservação Florestal (GBB)	Novo organismo governamental responsável pelos direitos territoriais
	Comissão Presidencial sobre direitos territoriais	Composto por funcionários do governo e representantes das comunidades indígenas e <i>marron</i> (quilombolas)
	Comissão Presidencial para a revisão da política territorial e conversão de terras	Consiste em notários, advogados e funcionários do fisco para apoiar o governo na titulação de terras
	Gabinete de direitos territoriais	
Sociedade civil	Autoridade tradicional; autogovernança indígena e quilombola (<i>marron</i>)	
	Organização de conservação da natureza: Stinasu, Brownsberg	Apoiar os direitos territoriais dos Saamaka com projetos de demarcação do território
	Amazon Conservation Team (ACT)	Apoio às comunidades na demarcação de terras e na negociação dos direitos territoriais
	STAS	Comunicação o conceito jurídico ao público
	Associação das Autoridades Saamaka	Líderes na luta pelos direitos e titulações do território dos Saamaka
	Associação das Autoridades Saamaka	Líderes na luta pelos direitos e titulações do território dos povos indígenas
	Stichting A Maroon Kompas	Parceiro de negociação (Njduka)
	Stichting Projecta	
Sociedade civil e comunidade internacional	Programa dos Povos da Floresta	Apoiar as comunidades locais nos seus direitos coletivos
Sociedade civil; Privado	Organizações de turismo	Geração de renda para as comunidades Saamaka
Privado; Internacional	Empresas de mineração: New Mount	Receitas para órgãos privados e públicos
	Empresas de mineração: I am Gold	Receitas para órgãos privados e públicos
Privado; Nacional; (Em menor frequência) estatal	Garimpeiros e mineradores de pequena escala	Rendimentos privados, também para funcionários do Estado
Privado; Nacional; Internacional; (Em menor frequência) estatal	Empresas madeireiras	Rendimentos privados, também para funcionários do Estado
Intergovernamental	Organização dos Estados Americanos (OEA)	
	CIADH	Organismo jurídico internacional para os direitos humanos
Comunitário	Florestas comunitárias	Rendimento para as comunidades

Referências bibliográficas

- ALENCAR, A. 2022, December 1. Conservation measures to deal with the main threats to Amazonian biodiversity, ecosystem services, especially carbon stocks. **Conferência**. Escola São Paulo de Ciências Avançadas AMAZÔNIA Sustentável e Inclusiva, São Pedro.
- AQUINO, T. V. 2010. **Diversidade étnica**: Apolima Arara do Rio Amônia. In Povos Indígenas no Acre. Fundação de Cultura e Comunicação Elias Mansour - FEM, Rio Branco, p.20-27.
- ARRUTI, J.M. 2022. **Panorama Quilombola**. UNICAMP/BCCL, Campinas.
- ARTICULAÇÃO DOS POVOS INDÍGENAS DO BRASIL. 2021. **Demarcação já**. APIB/COP 26, Glasgow. https://apiboficial.org/files/2021/10/CartaAPIBcop26_PT_livreto.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.
- ATHAYDE, S., SHEPARD, G., CARDOSO, T.M., VAN DER VOORT, H., ZENT, S., ROSERO-PEÑA, M. C., et al. 2021. Capítulo 10: Critical interconnections between the cultural and biological diversity of Amazonian peoples and ecosystems. In: C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. H. Roca Alcazar, M. Bustamante, C. Mena, et al. (Eds.). **Amazon Assessment Report 2021**. UN Sustainable Development Solutions Network, Nova York. p.10.1-10.34.
- BALDEWSINGH, G. 2022. Birth outcomes of pregnant women potentially exposed to mercury in the interior of Suriname and the Influence of primary health care. **Suriprint NV**, Paramaribo.
- BERLING, A.; VANHULST, J. 2016. Aportes para una genealogía glocal del buen vivir. **Dossier Economistas Sin Fronteras**, 23:12-17.
- BLASCO, L. 2020. **No esperen que sólo los pueblos indígenas defendamos la Amazonía, es una lucha de todos**. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-54910579>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- BROWN Jr., K. S.; FREITAS, A. V. L. 2002. Diversidade biológica no Alto Juruá: avaliação, causas e manutenção. In: **Enciclopédia da floresta**. O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações (M. M. C. da Cunha; M. B. Almeida, orgs.). São Paulo: Companhia das Letras. p.33-42.
- CABODEVILLA, M. Á. 2010. **Noticias históricas y territorio**. La nación Waorani. Centro de Investigación Cultural de la Amazonía Ecuatoriana – CICAME & Vicariato Apostólico de Aguarico, Francisco de Orellana.
- CARDOSO DE MELLO, L.; VAN MELKEBEKE, S. 2019. From the Amazon to the Congo Valley: A Comparative Study on the Violent Commodification of Labour During the Rubber Boom (1870s–1910s). In: **Commodity Frontiers and Global Capitalist Expansion** (S. Joseph, ed.). Springer International Publishing, Londres, p.137–181.
- CARDWELL, E. 2023. Struggles for Land Justice: Sharing strategies from the UK, Brazil, and East Africa [**Conferência**]. ORFC 2023, Oxford.
- CONFENIAE. n.d. **Nacionalidades** – CONFENIAE. <https://confeniae.net/nacionalidades>. Acesso em: 28 mar. 2023)
- CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR. 2008. Registro Oficial 449 de 20-oct-2008. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.
- COY, M.; PEYRÉ, F. R.; OBERMAYR, C. 2017. South American resourcescapes: Geographical perspectives and conceptual challenges. **Die Erde**, 2-3:93-110.
- CRESPO PLAZA, R. 2015. La legislación contradictoria sobre conservación y explotación petrolera. In: **Yasuní en el siglo XXI**: El Estado ecuatoriano y la conservación de la Amazonía (G. Fontaine & I. Narváez, eds.). Institut Français d'Études Andines, Lima, p.207–227.
- DE THEIJE, M., & HEEMSKERK, M. 2009. Moving Frontiers in the Amazon: Brazilian Small-Scale Gold Miners in Suriname. **Rev. Eur. Est. Lat. y Car.**, 87: 5-25.
- DECREET BEGINSELEN GRONDBELEID – DE NATIONALE ASSEMBLÉE. n.d. <https://dna.sr/wetgeving/surinaamse-wetten/geldende-teksten-tm-2005/decreet-beginselen-grondbeleid/>. Acesso em: 31 mar. 2023.
- DGR COLORADO PLATEAU. 5 nov. 2015. Gold mining explodes in Suriname, puts forests and people at risk. **Deep Green Resistance News Service**. <https://dgrnewsservice.org/civilization/ecocide/ex>

traction/gold-mining-explodes-in-suriname-puts-forests-and-people-at-risk/. Acesso em: 31 mar. 2023.

ESCOBAR, A. 2010. **Territorios de diferencia**. Lugar, movimientos, vida, redes. Envión Editores, Bogotá.

FINER, M., VIJAY, V., PONCE, F., JENKINS, C. N., KAHN, T.R. 2009. Ecuador's Yasuni Biosphere Reserve: A brief modern history and conservation challenges. **Environ. Res. Lett.**, 4(3):1-15.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. 2022. **Certificação Quilombola**. Certidões expedidas às Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQS); DOU, Brasília, 22/08/22. URL: https://www.palmares.gov.br/?page_id=37551. Acesso em: 12 dez. 2022.

GEOGRAFÍA CRÍTICA ECUADOR. 10 mai. 2023. **Habrá Consulta Popular del Yasuní**. Colectivo de Geografía Crítica de Ecuador. <https://geografiacriticaecuador.org/2023/05/10/habra-consulta-popular-del-yasuni/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

GRUPO TÉCNICO DE POVOS INDÍGENAS. 2022. **Relatório do Grupo Técnico de Povos Indígenas: Produto 2 - Relatório Final**. Comissão de Transição Governamental, Brasília.

HEEMSKERK, M. 2005. Rights to Land & Resources for Indigenous Peoples & Maroons in Suriname. **Amazon Conservation Team**, Paramaribo.

HEEMSKERK, M., DUIJVES, C., PINAS, M. 2015. Interpersonal and Institutional Distrust as Disabling Factors in Natural Resources Management: Small-Scale Gold Miners and the Government in Suriname. **Soc. Nat. Res.** 28(2):133-148.

HEEMSKERK, M.; KOOYE, R. V. D. 2003. Challenges to Sustainable Small-Scale Mine Development in Suriname. In: **The Socio-Economic Impacts of Artisanal and Small-Scale Mining in Developing Countries** (G.M. Hilson, ed.). CRC Press, Londres, p. 661-677.

HIGH, C. 2020. "Our Land Is Not for Sale!" Contesting Oil and Translating Environmental Politics in Amazonian Ecuador. **Journal of Latin American and Caribbean Anthropology**, 25(2):301-323.

IGLESIAS, M.P.; AQUINO, T.V. 2005. **Povos e Terras Indígenas no Estado do Acre**. Governo do Estado do Acre, Rio Branco.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (ILO). 1989. **Indigenous and Tribal Peoples Convention No. 169**. Geneva: International Labour Organization. https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:55:0::NO::P55_TYPE,P55_LANG,P55_DOCUMENT,P55_NODE:REV,en,C169,/Document. Acesso em: 30 mar. 2023.

KOENIG, K. 2022. **Ecuador declara moratoria temporal a nuevas concesiones petroleras y mineras**. **Amazon Watch**. <https://amazonwatch.org/es/news/2022/0913-ecuador-declares-temporary-moratorium-on-new-oil-and-mining-concessions>. Acesso em: 29 mar. 2023.

KOORNDIJK, J. L. 2019. Judgements of the Inter-American Court of Human Rights concerning indigenous and tribal land rights in Suriname: New approaches to stimulating full compliance. **International Journal of Human Rights**. 23(10):1615-1647.

KORN, P. 2018. **A Village in Ecuador's Amazon Fights for Life as Oil Wells Move**. In: Natural Resources Defense Council. <https://www.nrdc.org/onearth/village-ecuadors-amazon-fights-life-oil-wells-move>. Acesso em: 29 mar. 2023.

LAND IS LIFE. 2022. **Rights Violations of Peoples Living in Voluntary Isolation Heard for the First Time in the Inter-American Court**. <https://www.landislife.org/rights-violations-of-peoples-living-in-voluntary-isolation-heard-for-the-first-time-in-the-inter-american-court-1245/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

LEFF, E. 2021. **Ecologia política: da desconstrução do capital à territorialização da vida**. Editora da Unicamp, Campinas.

LU, F., VALDIVIA, G. & SILVA, N.L. 2017. **Oil, Revolution, and Indigenous Citizenship in Ecuadorian Amazonia**. Palgrave Macmillan US, Nova York.

MENA, P., STALLINGS, J.R., REGALADO, J. & CUEVA, R. 2000. The Sustainability of Current Hunting Practices by the Huaorani. In: **Hunting for Sustainability in Tropical Forests** (J.G. Robinson & E.L. Bennett, eds.). Columbia University Press, Nova York, p.57-78.

- NEVES, E. G. 2022. **Sob os tempos do equinócio: oito mil anos de história na Amazônia central.** Ubu Editora, São Paulo.
- NOBRE C, ENCALADA A, ANDERSON E, ROCA ALCAZAR FH, BUSTAMANTE M, MENA C, et al. (eds.). 2021. **Amazon Assessment Report 2021.** United Nations Sustainable Development Solutions Network, Nova York.
- OROZCO, M. 2023. **Ecuador licitará el ITT, el bloque petrolero con más reservas.** Primicias, Quito. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/licitacion-bloque-petrolero-itt-ecuador/>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- POHLE, P. 2008. Indigenous land use practices and biodiversity conservation in southern Ecuador. *In: The Tropical Mountain Forest: Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot* (S.R. Gradstein, J. Homeier & D. Gansert, eds.). Universitätsverlag Göttingen, Göttingen, p.163-176.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. 2002. Da geografia às geografias: um mundo em busca de novas territorialidades. *In: La guerra infinita: hegemonía y terror mundial* (A. E. Cerdeña; E. Sader, orgs.). CLACSO, Buenos Aires, p.217-256.
- PRICE, R. 2018. 'Development' versus human rights: The Saamaka Maroons' fight for the rainforests of Suriname. **LSE Latin American and Caribbean Blog.** <https://blogs.lse.ac.uk/latamcaribbean/2018/05/31/development-versus-human-rights-the-saamaka-maroons-fight-for-the-rainforest-s-of-suriname/>. Acesso em: 31 mar. 2023.
- RIVAS, A. 2017. **Los pueblos indígenas aislados de Yasuní, Amazonía de Ecuador.** Una estrategia de protección integral y de educación ambiental. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología, Madrid.
- SCAZZA, M., NENQUIMO, O. 2021. **From spears to maps:** The case of Waorani resistance in Ecuador for the defense of their right to prior consultation. IIED, Londres.
- SILVA, L. F.; AGUIAR, M. S. 2011. Apolima-Arara: um povo, uma cultura, uma história. *In: Anais/Resumos.* 63ª Reunião Anual da SBPC. 63ª Reunião Anual da SBPC, Goiânia, p.1-10.
- SILVEIRA, M. M. M., MOREANO, M., ROMERO, N., MURILLO, D., RUALES, G., TORRES, N. 2017. Geografías de sacrificio y geografías de esperanza: Tensiones territoriales en el Ecuador plurinacional. **Journal of Latin American Geography**, 16(1):69-92.
- SANTOKHI, R. C. 2021. **Aanbieding Welt Collectieve Rechten Inheemse en Tribale Volken.** https://www.dna.sr/media/322328/21_899_Pres._Sur._Aanb._Wet_Collectieve_Rechten_Inheemse_en_Tribale_Volken.pdf. Acesso em: 31 mar. 2023.
- SMITH, G. 2019. **Conflictresolutie:** Een Methode ter Onderhandeling van het Surinaams Grondenrechtenvraagstuk. www.greengrowthsuriname.org. Acesso em: 31 mar. 2023.
- UNESCO. 2018. **Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador.** <https://en.unesco.org/biosphere/lac/yasuni>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- UNITED NATIONS. 2007. **United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples.** General Assembly, 107th plenary meeting, Genebra. https://social.desa.un.org/sites/default/files/migrated/19/2018/11/UNDRIP_E_web.pdf. Acesso em: 30 mar. 2023.

Sobre os autores

Alci Albiero Júnior é Biólogo formado pela Faculdade Integrada Anglo Americano, Especialista em Educação Ambiental e Transição para Sociedades Sustentáveis pela Universidade de São Paulo (USP), Mestre em Botânica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Doutor em Ecologia Aplicada (USP). Atualmente é Pós-doutorando pelo Programa de Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Doutorando em Antropologia Social também pela UFAM.

Aline Pontes-Lopes é Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestre em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e doutora em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado no INPE, desenvolvendo um projeto ligado ao Research Centre for Greenhouse Gas Innovation (RCGI/USP).

Ane Alencar é Geógrafa pela Universidade Federal do Pará (UFPA), mestre em Sensoriamento Remoto e Sistema de informação Geográfica pela Universidade de Boston (EUA) e doutora em Recursos Florestais e Conservação pela Universidade da Flórida (EUA). Atualmente, atua como Diretora de Ciência no Instituto de Pesquisas Ambientais (IPAM), além de ser fazer parte da Coordenação da rede Mapbiomas e da iniciativa SEEG.

Annelise Frazão é Bióloga, graduada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), mestra em Biodiversidade e Biologia Evolutiva pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutora em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente está associada como pós-doutoranda no Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP/Botucatu), vice-coordenadora do Núcleo de Diversidade, Equidade e Inclusão da Sociedade Botânica do Brasil e pesquisadora associado do Jardim Botânico do Missouri (EUA).

Camila Brás Costa é Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), mestre e doutora em Ciências Florestais pela UFV. Atualmente é idealizadora e fundadora da Eu Afeto Consultoria Socioambiental.

Julio Braga Moreira é Advogado formado pela Universidade da Amazônia (UNMA), mestre em Direito do Urbanismo, do Ordenamento e do Ambiente pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra (Portugal). Atualmente é doutorando em Direito Público, também na Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra.

Louise Cardoso de Mello é Historiadora e Antropóloga, com ênfase em arqueologia pela University of Cambridge. Possui mestrado em História Indígena da América Latina pela Universidad Pablo de Olavide de Sevilha e doutorado em História Social pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente, é curadora de projetos do Santo Domingo Centre of Excellence for Latin American Research do Museu Britânico.

Marcos Catelli Rocha é Engenheiro Florestal formado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/Botucatu) e mestre em Agroecossistemas na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente cursa doutorado no Programa Interdisciplinar em Ciências Humanas, na UFSC.

Mayra Robles-Sumter é Socióloga graduada na Wageningen Universiteit en Research-centrum (Holanda) com ênfase em desenvolvimento rural e conservação florestal baseada na comunidade. Atualmente é doutoranda em Antropologia Social na Universidade de Kent (Reino Unido) e professora na Universidade Anton de Kom do Suriname.

Viviana Marcela Buitrón Cañadas é Geógrafa pela Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) e doutora pela Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Alemanha). Atualmente, é vice-presidente da Asociación Geográfica del Ecuador e está realizando um pós-doutorado na Universidade de Santiago de Compostela (Espanha).



Diálogos para sustentabilidade e inclusão na Bacia Amazônica: governança local, participação e transdisciplinaridade

- ◆ Adaptação às secas na Amazônia: abordagens participativas para o fortalecimento da perspectiva das comunidades ribeirinhas
- ◆ Governança local, mudanças climáticas e manejo de recursos naturais na Amazônia
- ◆ A transdisciplinaridade é imprescindível para reformular um futuro sustentável para a Amazônia





Adaptação às secas na Amazônia: Abordagens participativas para o fortalecimento da perspectiva das comunidades ribeirinhas

Ana Carolina Moreira Pessôa^{1, 2*}; Aurora Miho Yanai³;
Mônica Alves de Vasconcelos⁴; Pablo De La Cruz⁵;
Pierre Alvaro Florentín Díaz⁶; Letícia Santos de Lima⁷

¹Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Brasília, DF, Brasil –
acmoreirapessoa@gmail.com

²Tropical Ecosystems and Environmental Sciences Lab (TREES),
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil

³Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Av. André Araújo, 2936, CEP 69067-375,
Manaus, Amazonas, Brasil – yanai@inpa.gov.br

⁴Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Brasil –
monica.engbio@gmail.com

⁵Universidad de Concepción, Victor Lamas Concepción, Chile – pdelacruz@udec.cl

⁶Universidad Nacional del Este, Ciudad del Este, Paraguay – pieral@hotmail.com

⁷Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona
(ICTA-UAB), Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Catalunya, Espanha –
leticia.lima@uab.cat

*Autor correspondente: Ana Carolina Moreira Pessôa – acmoreirapessoa@gmail.com
doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_009

RESUMO

A Amazônia vivenciou, nas últimas décadas, eventos extremos de seca (e.g., 2005, 2010 e 2015/16) nos quais os impactos sobre as populações locais foram severos: isolamento de comunidades devido às restrições no transporte fluvial, escassez de alimentos, medicamentos e combustível nas zonas rurais, aumento no preço de insumos importantes, perda de cultivos agrícolas, incêndios florestais com consequências para a saúde humana, dentre outros. Embora a estação seca constitua parte natural da variabilidade sazonal na disponibilidade de água, refletindo-se nos níveis dos rios e na umidade dos solos, as secas severas, por outro lado, são períodos nos quais o déficit hídrico ocorre de forma exacerbada em intensidade e/ou duração e que acarreta consequências negativas e graves para os ecossistemas e populações humanas. Dados históricos mostram uma tendência de aumento no número de dias secos na região sul da bacia amazônica e uma tendência oposta na região norte, evidenciando que as alterações pelas quais a bacia está passando são espacialmente heterogêneas. As projeções climatológicas para a bacia amazônica apontam para um aumento considerável da área exposta a secas moderadas e severas nos próximos oitenta anos, juntamente com um aumento na frequência de eventos extremos como secas e cheias. Neste sentido, como podemos trabalhar a adaptação no âmbito local? As experiências participativas com comunidades locais na região amazônica demonstram a existência de estratégias desenvolvidas pelos próprios comunitários, com base no conhecimento tradicional, que podem auxiliar no enfrentamento dos impactos das secas severas. Trazemos, no presente trabalho, algumas experiências relatadas na literatura, dentre elas: adaptações de moradia e transporte, adaptações das atividades agrícolas, elaboração de calendário ecológico e sistemas de governança híbrida entre diferentes atores sociais (e.g., líderes comunitários, cientistas e representantes governamentais) para fazer frente aos extremos climáticos. Por fim, apresentamos algumas recomendações sobre aspectos técnicos e de políticas públicas. Os públicos-alvo deste documento são as lideranças socioambientais, servidores públicos e representantes políticos eleitos em âmbito local, regional e nacional, pesquisadores, professores, além de cidadãos e cidadãos interessados em conhecer mais sobre a importância da percepção das populações locais no processo de adaptação às secas extremas.

Palavras-chave: extremos climáticos, impacto, adaptação, conhecimento tradicional, mudança climática, populações amazônicas.

*Cobra-grande tanta seca estorvou
O prenúncio da Amazônia é savana
Uirapuru, amiúde não cantou
Chora, chora Amazônia*

Letra da música "Amazônia Eterna", Tribos Munduruku

Definições de seca e suas percepções locais e regionais na Amazônia

O que é a seca?

A palavra "seca", de forma geral, corresponde à falta de água. Os conceitos e as noções sobre a seca são complexos e variam conforme a literatura. A seca pode ser categorizada em: *meteorológica*, quando há baixo índice pluviométrico, ou seja, quando chove bem menos do que o esperado; *agrícola*, quando a seca atinge, a curto prazo, o solo durante os períodos de crescimento das plantações; *hidrológica*, quando ocorre a redução na vazão dos rios e nos níveis d'água de lagos, reservatórios e outros corpos d'água superficiais, além de atingir níveis d'água subterrâneos; *socioeconômica*, devido aos efeitos nas condições de vida, bens econômicos e bem-estar humano; e *ambiental*, quando causa incêndios, degradação da terra e tempestades de areia (Tonna *et al.* 2009; UNISDR 2009; Stanke *et al.* 2013). Neste sentido, a seca pode ser definida como um fenômeno que, embora recorrente e natural, pode vir a ser severo (seca extrema), acarretando consequências negativas às atividades socioeconômicas das populações locais e aos ecossistemas (Alpino *et al.* 2014).

É comum a estação seca ser definida pelo regime de chuvas. A estação seca varia bastante ao longo da bacia amazônica. Se definirmos a estação seca como os meses seguidos com precipitação abaixo da taxa de evapotranspiração, é possível identificar 74 regiões com estações secas distintas no território amazônico (Carvalho *et al.* 2021). Essa definição leva em conta o estresse hídrico imposto à floresta, ou seja, se chover menos do que a água evapotranspirada para a atmosfera a partir da floresta, dos espelhos d'água e do solo, a floresta perde mais água do que repõe e, portanto, estaria sob um estresse hídrico. Essa é uma definição técnica, que pode delimitar uma sazonalidade diferente da percepção local de seca. No entanto, é uma definição útil para a identificação de eventos extremos, ou seja, eventos em que a estação seca esperada é mais intensa e/ou duradoura que o normal.

A bacia amazônica tem enfrentado mudanças em seu regime de chuvas. Não há um consenso claro sobre uma tendência única em relação à precipitação histórica na Amazônia (Marengo *et al.* 2018), no entanto, alguns trabalhos indicam aumento no número de dias úmidos na região norte da Amazônia nas últimas décadas e aumento no número de dias secos na região sul (e.g., Espinoza *et al.* 2019). Li *et al.* (2008) encontraram indícios de redução da precipitação, na bacia como um todo, equivalente a 0,32% ao ano. Além dessas alterações observadas nas últimas décadas, há também eventos naturais como a Oscilação Sul El Niño (ENSO) e outros fenômenos de mudanças na temperatura da superfície do mar (e.g., Oceano Atlântico) que causam secas extremas em algumas partes da Amazônia (Aragão *et al.* 2007; Yoon & Zeng 2010). É possível identificar pelo menos quatro regiões que experimentaram secas extremas na Amazônia nas últimas décadas:

1. Sudoeste da Amazônia: a região que inclui partes da Bolívia, Brasil e Peru experimentou uma das secas mais severas na Amazônia nos últimos anos. A combinação de mudança climática e desmatamento tornou esta área particularmente vulnerável à escassez de água e aos incêndios florestais (Panisset *et al.* 2018);
2. Leste da Amazônia: em 2015-2016, uma seca relacionada ao El Niño causou danos generalizados às florestas e plantações na Amazônia oriental (Panisset *et al.* 2018);
3. Zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado: área localizada no centro do Brasil, na qual o desmatamento se concentra. A conversão da floresta em campos agrícolas e pastagem reduziu a capacidade da área de reter umidade, tornando-a mais suscetível à seca; e
4. Amazônia peruana: região que experimentou várias secas severas nos últimos anos, incluindo uma seca em 2010 que causou danos generalizados às florestas e plantações (Marengo & Espinoza 2016). O desmatamento, a mineração e outras atividades humanas têm contribuído para a vulnerabilidade desta área às secas.

Espera-se, ainda, que as mudanças climáticas tenham impacto significativo nesses fenômenos, aumentando a intensidade, extensão e frequência de secas extremas (Anderson *et al.* 2018). Conforme as temperaturas aumentam e os padrões de chuva mudam, os ecossistemas da Amazônia entram em uma situação de estresse hídrico cada vez mais intenso, tornando-se mais suscetíveis aos efeitos deletérios das secas, tal como degradação da floresta, o que acarreta perdas de biodiversidade e maiores emissões de carbono (Marengo *et al.* 2011; Duffy *et al.* 2015). Além das mudanças mencionadas, algumas áreas

da bacia que atualmente são menos vulneráveis à seca podem se tornar mais suscetíveis. As implicações dessas mudanças são potencialmente significativas, já que os ecossistemas e as comunidades humanas da Amazônia estão adaptados aos padrões históricos de chuva, temperatura e regime fluvial. Mudanças na distribuição espacial das secas podem alterar a distribuição das espécies, levar a mudanças nos tipos de vegetação (Esquivel-Muelbert *et al.* 2017) e afetar o ciclo hidrológico regional, dentre outros impactos que serão discutidos mais detalhadamente neste documento. As secas também poderiam exacerbar as desigualdades sociais e econômicas existentes na Amazônia, uma vez que algumas regiões podem ter mais recursos e capacidade adaptativa em relação às secas do que outras (Marengo & Espinoza 2016). Nesse sentido, a percepção local das mudanças nos regimes de seca é fundamental para a elaboração de planos de adaptação e mitigação de seus impactos de forma contextualizada e útil.

Como os fenômenos da seca são percebidos e definidos a partir das visões locais e regionais da Amazônia?

Na Amazônia, as populações têm forte ligação com a água e, portanto, suas vidas estão relacionadas aos pulsos de subida e descida dos rios. A água constitui um agente transformador do modo de vida da região (Tocantins 2000). Ao mesmo tempo, o regime de chuvas orienta as atividades socioculturais na Amazônia, pois as águas modificam o espaço e a paisagem, sendo este movimento chamado de sazonalidade (Pereira & Oliveira 2012). A sazonalidade dos rios é descrita em quatro fases: enchente, cheia, vazante e seca. Cada fase da sazonalidade impõe, ao seu modo, as estratégias de uso e troca entre o homem e a natureza, ora limitando, ora disponibilizando os seus recursos (Figura 1).

Ao avaliarmos o modo pelo qual as populações da Amazônia utilizam a terminologia "seca", podemos identificar que esta não é relacionada aos desastres, e sim como uma das fases da sazonalidade, como dito anteriormente. A fase da seca dos rios é associada ao período de chuvas reduzidas na região. Na maior parte da bacia amazônica, as populações definem duas estações climáticas, marcadas pelo período de maior ou menor ocorrência de chuvas: o inverno e o verão. A intensidade e a distribuição da estação chuvosa, bem como da sazonalidade dos rios, não são homogêneas ao longo da bacia, em virtude de sua extensão (Alves 2013). Contudo, com as últimas ocorrências de eventos extremos climáticos, as populações têm percebido um aumento na intensidade e frequência das secas após os anos 2000 e têm denominado os eventos de: secas extremas, grandes secas, secas severas, vazante grande e/ou vazante extrema (Nascimento 2017; Vasconcelos 2020; Silva 2022).



Figura 1 Seca no rio Juruá, comunidade Nova União, na Reserva Extrativista do Médio Juruá, no município de Carauari, Amazonas, Brasil (agosto de 2022). Foto: Mônica Vasconcelos (2022).

As populações amazônicas desenvolvem uma série de atividades socioeconômicas a partir dos recursos naturais dos rios e da floresta e, portanto, possuem uma conexão com o meio que as cercam. Elas organizam seus calendários agrícolas anuais com base nos ciclos das chuvas e dos rios e, por essa razão, têm percebido as mudanças ocorridas nos últimos anos (Vasconcelos 2020). Em um trabalho realizado no baixo rio Negro, a ocorrência de eventos de secas foi assim percebida pelas mulheres:

Há mudança no calendário regular das chuvas, e isso colabora para a ocorrência de incêndios na mata. Além disso, elas afirmam que as grandes secas dificultam a realização dos trabalhos na pesca, na agricultura e na extração da madeira. Nas grandes secas, a dificuldade de acesso traz a necessidade de utilização de canoas menores. As grandes secas estão associadas a períodos de menor precipitação e maior quentura, segundo as comunitárias da Reserva de Desenvolvimento Sustentável – RDS do Rio Negro (Vasconcelos 2020).

Devido a essa dinâmica de troca com o sistema ambiental, as populações tradicionais ajustam seus modos de vida a uma certa previsibilidade relativa da sazonalidade dos rios. Para Fraxe (2004, p. 330), “o rio é fator dominante na estrutura fisiográfica e humana, um ethos e um ritmo à vida regional”. Contudo, no ano de 2005, por exemplo, os moradores da comunidade ribeirinha de Terra Nova, localizada no Distrito do Careiro da Várzea, Amazonas (rio Amazonas), foram surpreendidos com uma vazante extrema que dificultou a captação de água para o consumo doméstico e irrigação, prejudicando também o escoamento da produção e a locomoção das pessoas, principalmente a das crianças para a escola (Nascimento 2017). Além disso, em anos de secas intensas, as casas flutuantes ficam aglomeradas em espaços menores, e isso pode danificar suas estruturas.

Em um estudo que buscou avaliar a percepção das populações ribeirinhas no rio Madeira, Silva (2022) apontou que, em episódios de vazantes anormais, os moradores relatam: isolamento das comunidades ribeirinhas, deixando-as sem acesso à água potável ou peixes nos lagos e rios, aumento na vulnerabilidade ao fogo, por conta dos incêndios que podem atingir as comunidades, além do aumento no custo de combustível, gás de cozinha e da cesta básica. Segundo os indígenas Wapichana, povo que ocupa os vales do rio Uraricoera e do rio Tacutu no Estado de Roraima, o aquecimento da água dos rios tem causado a migração dos peixes, diminuindo sua disponibilidade para a alimentação. Eles acreditam que isso seja consequência das mudanças climáticas (Alcantara 2019). Embora sejam notórios os problemas causados pelas grandes secas na Amazônia, as percepções das populações locais indicam que, a depender do caso, estas também podem trazer impactos positivos aos seus modos de vida, como o aumento da disponibilidade de peixes para consumo devido ao seu confinamento em espaços restritos como os lagos.

Por fim, a identificação do fenômeno da seca é bastante plural na Amazônia. Populações tradicionais desenvolveram suas práticas no contexto da sazonalidade das chuvas, dos rios e dos diferentes cultivos, reconhecendo a conexão entre essas dinâmicas. As chuvas ganharam protagonismo nessa sazonalidade, marcando as estações do ano. A chegada das chuvas é recebida com roçados preparados e uma dinâmica sociocultural que espera a subida dos rios, e é notório que, para além do contexto sociocultural influenciado pela sazonalidade dos rios, existe a mudança da paisagem local devido à dinâmica das águas que cobrem as terras (Figura 2). No entanto, as mudanças climáticas afetam essa sazonalidade e o que antes era conhecido e previsível, passa a ser um fator a mais de vulnerabilidade para populações que vivem em estreita relação com os rios.

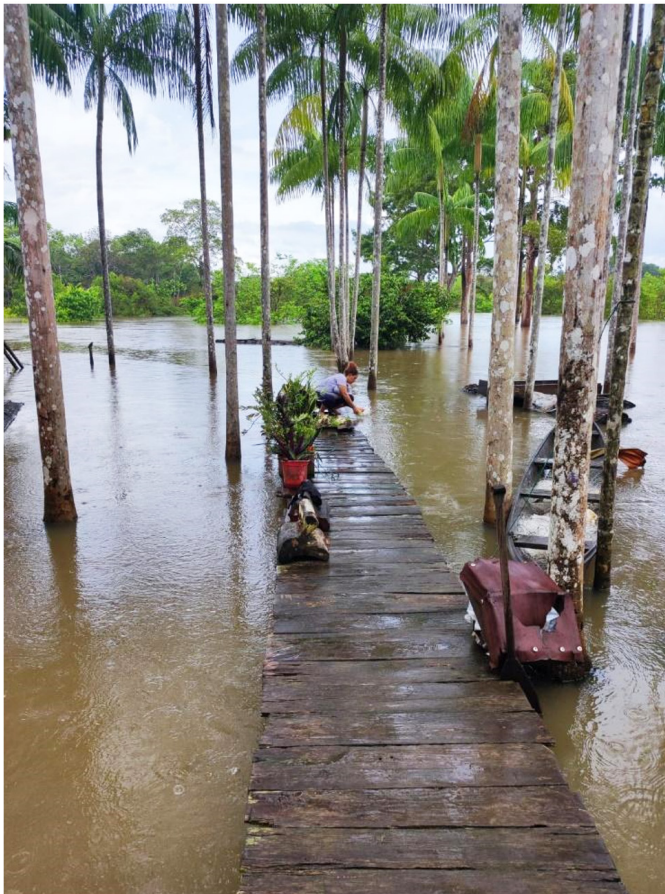


Figura 2 Estação chuvosa na comunidade São Raimundo, na Reserva Extrativista do Médio Juruá, no município de Carauari, Amazonas, Brasil. Foto: Mônica Vasconcelos (2022).

Deve-se destacar que o fenômeno da seca na Amazônia está relacionado com uma alteração observada nos ciclos climáticos do calendário ecológico, o que, em alguns casos, inclui o prolongamento dos períodos de seca. Essas alterações fizeram com que as populações locais reduzissem a capacidade de manter seus sistemas tradicionais de adaptação socioecológica, mudando a dinâmica da pesca, caça, semeadura e coleta, tendo de atender às necessidades geradas através da adoção de estilos de vida dependentes dos mercados e do Estado. De acordo com Moraes e Schor (2010), em alguns itens da cesta básica regionalizada, há uma variação do custo conforme a sazonalidade dos rios, sendo este maior em períodos de secas extremas, pois a dificuldade de chegada dos barcos às cidades mais afastadas e, principalmente, às comunidades ribeirinhas aumenta o valor do frete.

Perspectivas futuras das secas na Amazônia

Cenários que consideram os fenômenos associados à seca na Amazônia têm o papel de demonstrar como esse tipo de evento pode impactar de forma negativa o futuro da floresta e das populações locais (e.g., ribeirinhas, urbanas e indígenas). As projeções feitas a partir de modelos climáticos podem auxiliar tomadores de decisões no desenvolvimento de ações para reduzir os impactos das secas na Amazônia e contribuir para o fortalecimento de estratégias de adaptação das populações locais perante os eventos de secas, principalmente aquelas associadas às secas severas (Duffy *et al.* 2015). Por meio de um diagnóstico das condições climáticas observadas em um período histórico, é possível ter um entendimento dos mecanismos que direcionam os eventos de secas na Amazônia (Nobre *et al.* 2007; Philips *et al.* 2009; Mu *et al.* 2023). Esse entendimento é essencial para projetar a ocorrência de futuros eventos de secas severas e seus potenciais impactos negativos sobre a floresta e as populações locais na Amazônia.

Os modelos de previsão climática conseguem apontar, com certa antecedência, onde, como e quando possíveis eventos de seca severa podem ocorrer. Por exemplo, o modelo do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) conseguiu, com um mês de antecedência, produzir indicações e condições de seca para os eventos que ocorreram em 1998, 2005 e 2010 (Borma & Nobre 2013). Apesar do tempo relativamente curto, com essas informações, instituições governamentais podem emitir alertas e propor medidas emergenciais para reduzir os impactos associados a esses fenômenos, especialmente em áreas que poderão ser alta-

mente afetadas por esses eventos. Com um bom sistema de governança e de alerta em funcionamento, a população local pode, com apoio governamental, se preparar com antecedência, reduzindo assim, danos econômicos, sociais e ambientais (Borma & Nobre 2013).

Fatores como desmatamento, degradação da floresta pela exploração madeireira, incêndios florestais, efeitos de borda na floresta, secas extremas e expansão de áreas urbanas aceleraram as mudanças climáticas e/ou intensificaram seus efeitos locais (Foley *et al.* 2007; Lawrence & Vandecar 2015). Estima-se que cerca de $2,5 \times 10^6$ km² (38%) da floresta remanescente na Amazônia esteja degradada, o que pode reduzir a evapotranspiração em até 34% na estação seca, causando importantes distúrbios no funcionamento da floresta, perda de biodiversidade e impactos no modo de vida das populações locais (Lapola *et al.* 2023).

1. O que as projeções climáticas indicam?

Estudos baseados em observações climáticas já mostraram evidências de variações de precipitação em regiões com forte pressão antrópica na Amazônia, principalmente na estação seca, nas próximas décadas. No futuro, a estação seca pode se tornar mais intensa e longa, assim como os eventos de secas severas, tais como as ocorridas em 2005 e 2010, podem se dar com mais frequência (Gatti *et al.* 2021; Marengo *et al.* 2011; Mu *et al.* 2023; Soares & Marengo 2013). As projeções climáticas na região amazônica também demonstraram que a tendência é que o clima fique mais seco e quente no futuro (Marengo *et al.* 2010). De acordo com um modelo de probabilidade de ocorrência de eventos de seca como a de 2005, a ocorrência desse tipo de evento foi de um a cada vinte anos no passado, mas pode aumentar, chegando a nove a cada dez anos até 2060 (Cox *et al.* 2008). Por outro lado, algumas regiões da Amazônia podem enfrentar grandes inundações com mais frequência em um futuro próximo (Duffy *et al.* 2015).

Estudos considerando cenários de desmatamento indicam que o aumento da área desmatada na Amazônia pode contribuir para o aumento no número de dias com déficit hídrico na região sudoeste, particularmente nas bacias dos rios Juruá e Purus, devido às alterações na precipitação (Lima *et al.* 2014). Estas e outras mudanças hidroclimatológicas projetadas a partir de estudos com modelos e cenários estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1 Alterações hidroclimatológicas esperadas para a bacia Amazônica de acordo com alguns estudos que utilizam simulações com modelos e cenários de mudanças climáticas.

Área de estudo	Mudanças projetadas pelos modelos	Referência
Bacia amazônica	O tamanho da área atualmente afetada por secas moderadas dobrará até o ano de 2100. Além disso, a área afetada por secas severas triplicará e haverá tendência de aumento da precipitação média anual na parte oeste da bacia.	Duffy <i>et al.</i> (2015)
Bacia amazônica	Eventos de seca extrema como o de 2005 podem passar a ocorrer nove vezes a cada dez anos até 2060.	Cox <i>et al.</i> (2008)
Oeste da Amazônia	Eventos extremos de cheias ocorrerão com mais frequência depois de 2040.	Duffy <i>et al.</i> (2015)
Oeste da Amazônia	Aumento na temperatura média anual da ordem de 6°C na Amazônia ocidental, podendo ter aumento de até 8°C durante a estação seca.	Marengo <i>et al.</i> (2010)
Bacia amazônica e outras 23 bacias ao longo dos continentes	Ao final do século XXI, as vazões médias anuais se reduzirão nos tributários do sul da bacia amazônica. Vazões sazonais estão projetadas para aumentar mais na época das cheias e diminuir ainda mais na estação seca, isto é, aumentando a amplitude das vazões ao longo do ciclo anual.	Nakaegawa <i>et al.</i> (2013)
Leste da Amazônia	O estresse hídrico durante a estação seca provavelmente aumentará no leste da Amazônia ao longo do século XXI. Vários fatores contribuem para isso, incluindo: o aumento da temperatura e das taxas de evapotranspiração, aumento do desmatamento e degradação florestal.	Malhi <i>et al.</i> (2009)
Bacia do rio Madeira	Cenários projetados por meio de modelagem hidrológica usando projeções de mudanças climáticas indicam redução no regime de vazões mínimas na bacia do rio Madeira. Na presença de mudanças climáticas e desmatamento combinados, as projeções sugerem uma redução nas vazões mínimas na parte alta da bacia e alterações nas vazões, em geral, ao longo de todo o ano hidrológico na parte baixa da bacia.	Siqueira Júnior <i>et al.</i> (2015)

Portanto, a vulnerabilidade da Amazônia e de seus habitantes diante das mudanças climáticas está relacionada à variabilidade climática observada nas décadas recentes e ao impacto causado pelo aumento dos gases do efeito estufa na atmosfera, para o qual as atividades antrópicas relacionadas à degradação e ao desmatamento da floresta remanescente são importantes vetores. Estudos indicam que o aumento do desmatamento nos últimos anos e a intensificação da estação seca agravam a ocorrência de fogo e as emissões de carbono, principalmente onde o ecossistema já está em estresse hídrico, como a parte leste da Amazônia (Gatti *et al.* 2021). Portanto, modelos de projeções que relacionam o efeito do desmatamento com a variabilidade temporal e espacial da estação seca em diferentes intensidades ao longo da região amazônica podem representar de forma mais refinada os impactos futuros associados às mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia (Staal *et al.* 2020). É importante ressaltar que os modelos são simplificações da realidade, portanto, todas as projeções climáticas apresentam incertezas e limitações, visto que não é possível representar toda a complexidade do sistema climático e as mudanças de uso e cobertura da terra associadas à perda da floresta em um modelo (Soares & Marengo 2013).

A floresta amazônica desempenha papel fundamental na manutenção do clima global, entretanto, com o aumento das emissões de gases do efeito estufa, desmatamento e incêndios florestais, os ecossistemas amazônicos estão mais susceptíveis às mudanças climáticas globais (Albert *et al.* 2023; Marengo & Souza Jr. 2018). Isso tem um grande efeito sobre as populações amazônicas que dependem dos recursos da floresta. O risco das mudanças climáticas para essas populações é enorme. Assim, é fundamental fortalecer a percepção local sobre as melhores formas de adaptação diante das mudanças climáticas. Isso pode ser feito associando o conhecimento e a experiência que os moradores amazônicos já possuem sobre os eventos de seca, além das estratégias utilizadas por eles ao longo dos anos em que vivenciaram os eventos extremos, com os estudos científicos de previsão climática que mostram as possíveis trajetórias das mudanças na bacia amazônica.

Impacto das secas sobre as populações locais

Os rios são as principais vias de transporte para grande parte da população amazônica, sendo essenciais em praticamente toda a bacia, além de fundamentais para a economia local, por meio do transporte de bens de consumo variados. O transporte aquaviário (também chamado de transporte fluvial) é particularmente importante nas regiões onde não há acesso por estradas ou nas

quais as estradas não se encontram em boas condições, principalmente durante períodos chuvosos, em que muitas estradas se tornam inadequadas para o tráfego. Assim, trafegar pelos rios faz parte do cotidiano, dos meios de vida e da cultura de muitas populações amazônicas, principalmente as ribeirinhas (David 2019). As secas extremas podem causar grandes problemas de mobilidade e acessibilidade, pois os níveis de água dos rios se reduzem consideravelmente (Pereira *et al.* 2021; Lima *et al.* 2023). As embarcações requerem uma profundidade mínima para o tráfego por rios e igarapés. Se o nível d'água está muito baixo, as embarcações podem encalhar em bancos de areia ou ser danificadas ao se chocarem com rochas e cascalhos do leito do rio expostos durante a seca. Quando a seca é muito intensa, os barcos podem ficar encalhados no próprio porto, sem ter como sair (Kolanski *et al.* 2021). Além disso, mesmo quando os barcos ainda estão acessíveis, a seca pode fazer com que os passageiros tenham de caminhar pelos bancos de areia que se formam entre o porto e o ponto de ancoragem dos barcos. Tudo isso provoca muitas dificuldades ao transporte aquaviário (Lima *et al. in prep.*).

Quando os barcos conseguem realizar os trajetos durante as secas intensas, ainda encontram muitas dificuldades até o seu destino. Barcos pesados e grandes precisam ser substituídos por embarcações mais leves que navegam em menor profundidade. No entanto, esses barcos também costumam ter uma capacidade reduzida para o transporte de passageiros e cargas. Portanto, para transportar uma mesma quantidade de bens ou passageiros, são necessárias várias viagens, e isso pode encarecer o custo do transporte. Para complicar ainda mais a situação, devido ao risco de acidentes, as viagens precisam ser feitas de forma mais lenta e frequentemente com trajetos em zigue-zague para desviar dos obstáculos. Com o aumento no risco de acidentes, é comum que as autoridades que controlam o transporte fluvial estabeleçam restrições de navegação, seja em relação ao calado máximo da embarcação, seja em relação aos horários permitidos para trânsito (Lima *et al. in prep.*).

O transporte aquaviário é fundamental para inúmeras comunidades amazônicas no que diz respeito ao acesso a bens de consumo, como alimentos, vestuário, eletrônicos, medicamentos, além de eletrodomésticos e materiais de construção. Por essa razão, durante as secas severas, a oferta de bens de consumo pode ficar muito comprometida, o que pode levar a um aumento nos preços, além de provocar o desabastecimento temporário de comunidades inteiras (Pinho *et al.* 2015; Pereira *et al.* 2021; Silva 2022). Isso é particularmente alarmante quando se refere a bens de consumo imediato de grande importância, como alimentos e medicamentos (Marengo *et al.* 2013). A seca severa não só

leva ao desabastecimento, como também dificulta o escoamento da produção agrícola nas comunidades rurais. Em algumas situações, as comunidades podem perder toda a produção de uma colheita devido à dificuldade de transporte até os centros consumidores regionais ou intermediários que comercializam os produtos (Lima *et al.* 2023).

As secas severas também afetam as atividades de pesca, caça, roçado e extrativismo. Quando ocorrem secas intensas, espécies que são costumeiramente pescadas ou caçadas podem ter suas dinâmicas de comportamento alteradas, ou mesmo serem menos abundantes, devido à escassez de alimentos no meio ou a alterações ecológicas resultantes da seca (Pinho *et al.* 2015). Em lagos e igarapés, o calor e o reduzido nível d'água podem levar à mortandade de peixes em decorrência do efeito sobre a qualidade da água. No entanto, a depender da intensidade do evento de seca, em algumas regiões amazônicas, o inverso pode ocorrer, isto é, a pesca pode ser facilitada, pelo fato de que o reduzido nível d'água propicia a concentração de cardumes em espaços menores. No entanto, com baixos níveis d'água, o deslocamento dos que praticam a pesca, caça ou extrativismo pode ficar comprometido, dificultando o acesso aos recursos. Dependendo da intensidade do evento de seca, as atividades de roçado também podem ser prejudicadas. Isso ocorre porque, durante secas severas, a quantidade de água armazenada nos solos pode ser intensamente reduzida e levar à perda do plantio. A seca também pode prejudicar a germinação das plantas e atrasar os calendários de colheita.

O combustível é outro importante insumo cujo acesso fica reduzido durante secas severas (Pinho *et al.* 2015). Vários setores da economia local ficam prejudicados com esse desabastecimento, dado que o combustível não é somente estratégico para o transporte local e regional, mas também para a geração de energia. Muitas comunidades em regiões mais remotas da Amazônia não estão conectadas às redes de transmissão da energia elétrica e, portanto, dependem de geradores movidos a diesel para conseguir utilizar eletrodomésticos em casa e nos comércios locais, assim como nas escolas e unidades de saúde. Geladeiras e *freezers* são fundamentais para o armazenamento de alimentos perecíveis, como carnes e peixes, além de alguns medicamentos, como as vacinas e a insulina. Portanto, durante o desabastecimento de combustível em virtude de uma seca severa, muitas comunidades podem perder esses itens perecíveis por falta de energia elétrica (Lima *et al. in prep.*).

A seca severa também pode levar a uma considerável restrição de acesso a serviços de grande importância para a população, como o de saúde e educação. Situações complexas envolvendo acidentes diversos, gravidez e parto, doen-

ças crônicas, atendimento aos recém-nascidos e aos mais idosos podem piorar tremendamente por causa da dificuldade no transporte (Garnelo *et al.* 2020). Viagens reduzidas e mais lentas impactam a chegada dos doentes às unidades de saúde, assim como a chegada dos agentes de saúde, enfermeiros e médicos às residências das famílias afetadas (Lima *et al. in prep.*). Da mesma forma, o acesso às escolas fica prejudicado durante o período de secas intensas, devido à descontinuidade e aos atrasos no calendário escolar. Todos os materiais dos quais os estudantes dependem também se tornam escassos, comprometendo o andamento das aulas.

Por fim, outro grande desafio imposto pelas secas severas é o aumento nos incêndios florestais em virtude da baixa umidade do ar e do solo e do aumento no número de árvores mortas. Incêndios florestais podem ocorrer por atividade ilegal na floresta ou por descontrole no uso do fogo em campos agrícolas e pastos; raramente são de origem natural. Esses eventos causam grandes transtornos às populações amazônicas, em virtude da maior incidência de problemas respiratórios, o que afeta, principalmente, a saúde das crianças, idosos e indivíduos com doenças crônicas (Marengo *et al.* 2013). Os incêndios florestais também dificultam o transporte aéreo e fluvial, pois a fumaça reduz a visibilidade durante os trajetos e causam prejuízos econômicos, uma vez que danificam infraestruturas (cercas, casas e áreas de cultivo).

Estratégias adaptativas baseadas em conhecimentos locais e abordagens participativas para o enfrentamento às secas

A adaptação às mudanças climáticas refere-se ao “processo de ajuste ao clima atual ou esperado e seus efeitos, com o objetivo de reduzir os danos ou explorar oportunidades benéficas” (IPCC, 2018). No presente trabalho, referimo-nos aos ajustes relacionados aos eventos de secas extremas na Amazônia. A adaptação pode ser classificada, quanto à sua intencionalidade, em planejada ou espontânea (Lindoso & Rodrigues Filho 2016). Segundo Smit *et al.* (2000), as “adaptações planejadas” são as realizadas por governos, em geral por meio de políticas públicas, enquanto as “adaptações espontâneas”, como o próprio nome indica, são autônomas e ou reativas; são, por exemplo, aquelas realizadas pelas populações rurais da Amazônia. Muitas dessas adaptações ocorrem na ausência de ações governamentais, sobretudo graças ao protagonismo e à resistência dessas populações em cenários de mudanças climáticas.

Algumas propostas de adaptação aos fenômenos da seca se baseiam em inovações que integram o conhecimento das populações locais ao conhecimento científico. Muitas dessas propostas originam-se em experiências participativas nas quais foram implementadas práticas que, com relativo sucesso, se aproximaram da resolução de problemas técnicos de adaptação e anteciparam medidas de mitigação das secas severas na Amazônia. Neste sentido, muitas organizações não governamentais (ONGs), agências governamentais, movimentos sociais, universidades e institutos de pesquisa estão liderando experiências com resultados importantes para a adaptação e a mitigação dos efeitos que a seca pode ter sobre a alimentação, a saúde e o bem-estar dos povos indígenas (Abdenur *et al.* 2019). Ilustramos algumas experiências no presente trabalho, dentre elas: adaptações de moradia e transporte, adaptações das atividades agrícolas, elaboração de calendário ecológico e sistemas de governança híbrida entre diferentes atores sociais (e.g., líderes comunitários, cientistas e representantes governamentais) para fazer frente aos extremos climáticos.

1. Adaptações de moradia e transporte

Começamos com o caso da Comunidade Lago do Catalão, situada no município de Iranduba, na confluência entre o rio Negro e o rio Solimões. Nesta comunidade, devido ao fenômeno de “terras caídas”, que é o processo fluvial causado pela ação dos rios e fortemente intensificado pelos extremos hidrológicos (Guimarães *et al.* 2019), todas as casas, bem como a escola local, estão construídas sobre troncos de árvores que servem como estruturas flutuantes para sua sustentação, de tal forma que as construções são adaptadas à sazonalidade dos níveis d’água (Menin 2021). Devido à intensificação de desbarrancamento da comunidade, a partir de 2007, os moradores começaram a se deslocar para terra firme, portanto, as construções flutuantes em si já se configuraram em uma estratégia adaptativa (Guimarães *et al.* 2019; Menin 2021). Contudo, a vida sobre casas flutuantes tem suas dificuldades também. Em anos de secas intensas dos rios, as bases e as vigas dessas casas são frequentemente danificadas e necessitam ser substituídas.

Durante as secas intensas, o curso d’água principal fica muito distante das casas e, para ter acesso à água, bombas hidráulicas são utilizadas. Além disso, um barramento temporário, feito com sacos de areia, é construído no lago do Catalão para evitar que a água escoe completamente para o leito principal (Menin 2021). Uma adaptação importante a ser destacada nessa comunidade é a realizada nas estruturas de lazer, principalmente para o jogo de futebol, esporte popular em áreas rurais da Amazônia e que na Comunidade do Catalão passou a ser praticado sobre os próprios troncos flutuantes (Vasconcelos 2020).

No baixo rio Negro, as adaptações realizadas em anos de secas severas estão associadas principalmente ao transporte, ao longo dos rios, por meio de canoas menores que são utilizadas para as atividades produtivas (extração de produtos madeireiros da floresta, agricultura, pesca, extrativismo e caça), acesso à escola, serviços de saúde e de lazer. Além disso, poços artesianos têm sido construídos ao longo dos anos devido à dificuldade de acesso à água (Vasconcelos 2020). O uso de embarcações menores durante as secas severas é uma adaptação frequente em muitas partes da Amazônia, pois permite o trânsito por rios e igarapés com baixíssimo nível d'água, o que não seria viável utilizando-se barcos maiores. No entanto, como a capacidade dessas embarcações é menor, mais viagens são necessárias para transportar a mesma quantidade de carga ou de indivíduos (Lima *et al. in prep.*).

Respostas semelhantes foram identificadas no trabalho de Nascimento (2017), contudo, na Comunidade Lago do Rei, a adaptação de destaque é a da moradia. Em secas severas, as casas flutuantes tradicionais precisam ser deslocadas para as áreas que ainda possuem água, e nem sempre isto é possível. Além disso, esse espaço mais restrito representa risco de colisão com as demais casas ou com embarcações. Nascimento (2017) descreve uma alternativa de casa flutuante sobre boias de tambores plásticos, as quais não precisam ser deslocadas em secas extremas e que têm preço mais acessível quando comparadas às casas flutuantes tradicionais construídas sobre as toras de açacu (*Hura crepitans* L.). Na bacia do rio Madeira, uma adaptação interessante envolve a logística de trânsito por embarcações: as populações locais trocaram seus horários de escoamento de produção em anos de secas extremas. O evento ocorre no mesmo período do verão amazônico, com altas temperaturas, e, devido à formação de longas praias, o deslocamento dos comunitários até as embarcações é dificultado pelo desconforto térmico, assim ele é realizado no final da tarde (Silva 2022).

2. Estratégias agrícolas

Dentre as várias estratégias de adaptação às mudanças climáticas na região Amazônica, figuram-se aquelas que buscam fazer frente aos impactos na agricultura. Aqui relatamos algumas experiências participativas que ilustram os esforços de diferentes grupos sociais para promover a conservação do solo e adequar as épocas de colheitas às alterações climáticas, além de outras ações para proteger as práticas tradicionais de agricultura com o apoio da ciência.

Começamos com a colaboração entre cientistas e indígenas nas ações para o enriquecimento dos solos em sistemas de chagras. A chagra é um siste-

ma agroflorestal ancestral praticado pelas comunidades tradicionais da região amazônica e andina, de origem indígena, baseado em conhecimento tradicional (Marentes *et al.* 2022). Um sinônimo próximo no português seria “roçado” ou “roça” tradicional. Esse sistema de agricultura rotacional é praticado principalmente em países como Equador, Colômbia e Peru e integra uma série de atividades que favorecem, ao mesmo tempo, a produção de alimentos e a biodiversidade. É importante ressaltar que, quando realizada por populações tradicionais, seu impacto sobre a floresta é mínimo, se comparada à agricultura moderna, na qual o corte e a queima ocorrem em extensas áreas, sendo, portanto, um vetor de desmatamento e uma prática insustentável.

O enriquecimento de solos nas chagras é uma questão importante em algumas regiões da Amazônia, em virtude das condições climáticas adversas. A seca é um dos maiores desafios enfrentados pelos agricultores na Amazônia, pois pode afetar gravemente a produtividade de suas culturas (UN Periodico 2022). A alteração nos períodos de seca e chuva resultou em mudanças nas atividades de corte e queima do sistema chagra (UN Periodico 2022). No caso das comunidades próximas à cidade de Leticia, na Amazônia colombiana, o enriquecimento do solo através de práticas agroecológicas tem se mostrado eficaz para melhorar a produtividade dos cultivos nas chagras e aumentar sua resiliência a eventos de seca. Essas práticas incluem rotação e diversificação de culturas, uso de fertilizantes orgânicos e conservação do solo.

Além disso, o monitoramento e a avaliação contínua das condições do solo e do rendimento das culturas são essenciais para garantir o sucesso a longo prazo do enriquecimento do solo na Amazônia. A participação ativa das comunidades tradicionais nesse processo é fundamental para garantir a implementação efetiva e sustentável das práticas agroecológicas (UN Periodico 2022). Por exemplo, grupos indígenas no sul e leste da Amazônia colombiana, no interflúvio Caquetá-Putumayo (Uitoto, Muinane e Nonuya) e no trapézio amazônico colombiano (Ticuna e Cocama), têm implementado práticas de fertilização e enriquecimento do solo para a horticultura.

As chagras tradicionais têm vida útil limitada, durando apenas alguns anos antes de serem temporariamente abandonadas e convertidas em áreas de pousio para a recuperação das condições locais. Embora o sistema florestal de agricultura itinerante se beneficie do processo de sucessão ecológica para repor os nutrientes do solo durante o período de pousio, as populações tradicionais não estão acostumadas às práticas de enriquecimento do solo adotadas em outras regiões. Para fomentar o enriquecimento do solo nas chagras, a ideia da compostagem e das práticas de manutenção do solo foram promovidas pelo Insti-

tuto Sinchi, uma instituição governamental da Colômbia, no trapézio amazônico e no rio Igaraparana (região de Caqueta-Putumayo). O órgão recomenda não queimar a floresta, mas, sim, plantar nos campos existentes, mantendo a produtividade e adicionando fertilizantes naturais (cinzas, madeira podre, etc.). Esse sistema está apenas em seus primeiros passos, e seus resultados ainda geram expectativas. Isto requer uma dedicação muito mais intensa à horticultura, que compete com o tempo disponível para outras atividades de subsistência (UN Periodico 2022).

Um exemplo da forma como os solos são tratados para o cultivo de plantas medicinais aromáticas e codimentares em quintais agroflorestais e roças, em áreas de várzea, é relatado por Chagas (2011) sobre duas comunidades, São Francisco e Santa Luzia do Baixio, que se encontram à margem esquerda do rio Solimões, mais especificamente no Distrito de Careiro da Várzea, microrregião de Manaus, no estado do Amazonas. Nessas comunidades, o cultivo é feito no chão no período de seca e em canteiros suspensos durante a cheia do rio. Assim, quando o período de cheia está próximo, o solo adubado no chão é transferido para os canteiros suspensos, onde é feito o plantio (Chagas 2011). Para ajudar na fertilização do solo, utilizam-se adubos químicos e orgânicos, como esterco de aves e bovinos, cinzas de material orgânico (e.g., madeira, galho e folhas) queimado e restos de tratos culturais (Chagas 2011).

Um estudo recente de Silva (2022) descreve estratégias de adaptação dos sistemas de cultivo feitas por moradores de quatro comunidades ribeirinhas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do rio Madeira, município de Novo Aripuanã, Amazonas. Essas estratégias foram necessárias devido à alta taxa de mortalidade observada nos cultivos de árvores frutíferas, arbóreas e de ciclo curto (Silva 2022). A primeira estratégia refere-se ao cultivo em áreas mais elevadas do terreno, pois, em geral, não são impactadas pela deposição de sedimentos e de solo arenoso. A segunda estratégia está relacionada à forma de plantar a maniva (mandioca) e ao aumento da profundidade da cova. Os moradores começaram a plantar a maniva no sentido vertical e aumentaram em 20 cm a profundidade da cova para o plantio de banana (Silva 2022).

3. Calendário ecológico

Há trinta anos, organizações indígenas, com o apoio de ONGs e órgãos estatais, vêm promovendo a sistematização do conhecimento agrícola, climático e cultural através do que tem sido chamado, na Amazônia colombiana e peruana, de "calendário ecológico". Essas iniciativas têm por objetivo fortalecer a pesquisa comunitária e o autogoverno das organizações locais, indígenas e comunitá-

rias. Por meio da abordagem do “diálogo do conhecimento”, representa-se no calendário ecológico o conhecimento das mudanças ecossistêmicas dos ciclos bioculturais, climáticos e sazonais (Echeverri 2009).

O conceito de calendário ecológico foi adotado para descrever o conhecimento sobre o uso e a gestão da natureza e dos sistemas produtivos das comunidades indígenas. É considerado um processo participativo, comunitário, induzido pela ação de líderes indígenas, pesquisadores, funcionários de governos e ativistas interessados em gerar experiências de aprendizagem nas quais o conhecimento ecológico indígena e científico a respeito dos animais, das plantas, solos e paisagens é coletado e organizado.

Na academia e instituições, o calendário ecológico é assim denominado porque tem sido representado desse modo pelas contribuições do conhecimento ocidental, tanto de forma gráfica quanto por escrito. A ferramenta também é utilizada em programas de Educação Indígena, que, no caso das Ciências Naturais, estruturaram currículos sob parâmetros de gestão de grupos indígenas (processo que a organização *Cabildo Indígena Mayor del Tarapacá* – CIMTAR – vem implementando na Amazônia colombiana), que buscam colocar o conhecimento científico e tradicional no mesmo nível, sem que um se sobreponha ao outro (De La Cruz 2013).

Os calendários ecológicos também foram implementados na Amazônia como uma estratégia local de adaptação às mudanças climáticas. No sul da Amazônia colombiana, os resultados dessas reflexões estabeleceram duas dimensões para o tratamento do tema: por um lado, como os fenômenos associados às mudanças climáticas são compreendidos ou interpretados a partir das tradições culturais e, em segundo lugar, as avaliações do impacto dessas mudanças nas atividades diárias das comunidades (Lasprilla 2015).

O calendário ecológico (Figura 3) baseia-se no conhecimento tradicional das comunidades indígenas e na pesquisa científica e é usado para antecipar a disponibilidade esperada de recursos naturais na região segundo a sazonalidade local. Por exemplo, ele é utilizado para prever os melhores tempos para caça, pesca, coleta de frutas e plantio. O calendário também é empregado para promover o manejo sustentável dos recursos naturais, incentivando a conservação e a sustentabilidade a longo prazo. Ao utilizar os conhecimentos locais e a ciência, o calendário ecológico se torna uma ferramenta importante para ajudar as comunidades a tomar decisões informadas e proteger a biodiversidade e os recursos naturais da região.

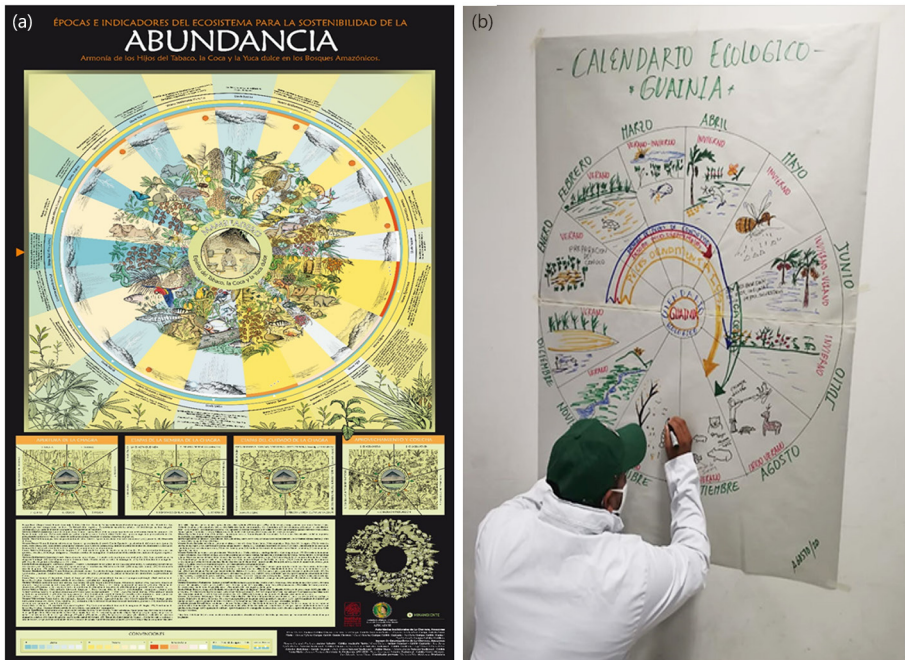


Figura 3 (a) Calendário de abundância dos grupos étnicos na região central da Amazônia colombiana. Fonte: Instituto Sinchi (2012). (b) Elaboração do calendário ecológico na escola de treinamento da OPIAC. Fonte: OPIAC (2018).

4. Governança híbrida

Os modelos de governança ambiental atuais estão cada vez mais adotando propostas baseadas em comunidades, fundamentadas no saber local e na prática tradicional. No sudoeste da Amazônia, mais especificamente na região MAP¹, um experimento – Iniciativa MAP – vem sendo conduzido há mais de uma década, no qual se adota uma abordagem híbrida de governança ambiental que combina as perspectivas de comunidades locais, conhecimento científico e participação do Estado, com este fornecendo recursos públicos para apoiar a governança local (Perz *et al.* 2008).

A Iniciativa MAP é uma rede trinacional que nasceu da interação entre cientistas, líderes comunitários e representantes governamentais e do reconhecimento de que soluções para desafios transfronteiriços, como ameaças ambientais e mudanças climáticas, requerem planejamento ambiental integrado

1. A região MAP inclui o Departamento de Madre de Dios (Peru), o Estado do Acre (Brasil) e o Departamento de Pando (Bolívia).

(Rioja 2005). A iniciativa conta com diversas organizações em cada país membro, que servem como nós em uma rede maior de organizações e comunidades governamentais e não governamentais, com o principal foco de identificar coletivamente e defender estratégias para mitigar impactos ambientais (Brown *et al.* 2002). O sucesso da iniciativa em suas ações iniciais deu origem a grupos de trabalhos, chamados de mini-MAP, com objetivos específicos.

A seca ocorrida em 2005 e as enchentes de 2006, no sudoeste da Amazônia, afetaram principalmente o Estado do Acre (Brasil) e o Departamento de Madre de Dios (Peru), ocasionando consideráveis danos materiais e levando a graves questões de saúde devido à fumaça resultante do aumento das queimadas e incêndios florestais (Perz *et al.* 2022). A seca prolongada resultou em mais de 300.000 ha de floresta queimada no sudoeste da Amazônia e pelo menos U\$ 50 milhões em perdas econômicas diretas (Brown *et al.* 2006). Em reação a esses eventos, a Iniciativa MAP adotou medidas para melhorar a governança na resposta a desastres naturais e adaptação às mudanças climáticas. Uma delas foi a criação do grupo de trabalho sobre gestão de risco denominado de “*Mini-MAP Gestão de Risco*” (MMGR), com o objetivo de melhorar o planejamento para eventos climáticos extremos (Perz *et al.* 2022).

Por meio desse grupo de trabalho, foram estabelecidos fóruns públicos regulares para discutir ações de planejamento ambiental regional participativo, envolvendo membros de universidades regionais, ONGs, governos locais e alguns ministérios nacionais, além de autoridades de defesa civil, incluindo bombeiros e militares (Perz *et al.* 2022). Os fóruns públicos estabeleceram espaços para diálogos participativos, permitindo o compartilhamento de experiências, com o objetivo da coprodução de conhecimento sobre a gestão de riscos futuros a ser usado como base de preparação para a resposta às secas. Além dos fóruns, essa coprodução do conhecimento e a preparação da resposta também contaram com visitas regulares a comunidades em áreas de alto risco, a fim de discutir experiências e coordenar planos de emergência (Perz *et al.* 2022). A continuidade do grupo de trabalho MMGR baseou-se na formação de capacidades regionais para, ao lado de parceiros da iniciativa, durante eventos extremos, coordenar respostas de emergência usando dados em tempo real sobre chuvas e condições hidrológicas do sistema de alerta precoce (Perz *et al.* 2022).

Outra iniciativa que, nos últimos anos, tem contribuído para o sistema de alerta precoce na região MAP e para a construção de capacidades para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas no sudoeste da Amazônia é o projeto MAP-Fire (Plano de adaptação multiator para enfrentar o aumento do risco de

incêndios florestais²), que quantifica o risco de incêndios na região MAP e estuda a interação entre os impactos potenciais e o gerenciamento de riscos (Anderson *et al.* 2020). Dois produtos são os principais resultados desse projeto: (i) a plataforma de gestão de risco e impactos de incêndios florestais³, com monitoramento em tempo real e disponibilidade de dados geoespaciais que podem subsidiar as atividades de técnicos e tomadores de decisão, e (ii) o livro *É Fogo!*⁴, escrito para a comunidade escolar com o objetivo de inserir a temática do fogo no currículo (Anderson *et al.* 2020). Ambos os produtos foram coproduzidos com as partes interessadas através de oficinas e treinamentos, o que permitiu adaptar o conteúdo às necessidades e particularidades locais. O projeto MAP-Fire é um exemplo de diálogo entre ciência e sociedade, uma ação imprescindível para a governança de risco de desastres que transcende fronteiras, sejam elas políticas, ambientais ou disciplinares (Anderson *et al.* 2020).

Considerações finais

Este trabalho lança luz sobre a relevância do tema das secas severas na Amazônia, explorando tanto as definições científicas quanto as percepções locais a respeito desse fenômeno. O impacto de secas extremas sobre os meios de subsistência e o bem-estar das comunidades locais na Amazônia já é evidente, tal como relatado na literatura em relação a eventos extremos recentes. As projeções climáticas indicam que o cenário pode se tornar ainda mais desafiador, caso nada seja feito para conter o avanço do desmatamento e da degradação sobre a floresta amazônica. As projeções também mostram a importância da adoção de medidas urgentes para reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas nas populações locais e na floresta.

Nesse contexto, o conhecimento científico e a experiência das comunidades locais devem ser combinados para fortalecer as estratégias de adaptação às mudanças climáticas na região amazônica. As experiências participativas exploradas neste trabalho sugerem possíveis caminhos para a adaptação e a mitigação da seca na Amazônia por meio da integração dos conhecimentos indígena, local e científico. Ao envolver as populações locais, principalmente os povos tra-

2. A sigla MAP-Fire, no inglês original, significa: Multi-Actor Adaptation Plan to cope with Forests under Increasing Risk of Extensive fires.

3. A plataforma pode ser acessada em <http://terrama.cemaden.gov.br/griif/mapfire/monitor/>

4. O livro pode ser acessado gratuitamente em <https://efogo.weebly.com/>

dicionais, essas abordagens facilitam o desenvolvimento de estratégias específicas ao contexto, aumentando a resiliência e reduzindo a vulnerabilidade dessas populações. Em última análise, uma abordagem holística e inclusiva é essencial para lidar com a complexa dinâmica das secas na Amazônia e garantir o futuro sustentável da região e de seus habitantes. Algumas recomendações são feitas a seguir, tanto no que diz respeito às pesquisas realizadas na Amazônia quanto ao emprego de estratégias adaptativas e abordagens participativas:

- ◆ Promover a adoção de medidas de adaptação e mitigação para eventos extremos, como secas e inundações, com base no conhecimento tradicional das populações afetadas e favorecer o acesso a sistemas de informação e alerta gerados por sensores remotos sobre fenômenos meteorológicos, em uma estratégia combinada de conhecimentos científicos e tradicionais.
- ◆ Estabelecer mecanismos para aproximar as comunidades e os governos locais das experiências participativas, por meio de abordagens integradas, de longo prazo, que favoreçam a participação integral da sociedade civil nas definições e planejamento de medidas mais eficazes para o enfrentamento de eventos extremos.
- ◆ Parar, definitivamente, o desmatamento no bioma amazônico, principalmente através da contenção da expansão da fronteira agropecuária, considerando seus efeitos sobre os padrões de precipitação na Amazônia e também as emissões de carbono derivadas do desmatamento e degradação florestal. Além disso, fortalecer a proteção das unidades de conservação e terras indígenas, principalmente aquelas localizadas em áreas de forte pressão de desmatamento. Como ilustrado anteriormente, o desmatamento contribui enormemente para o aumento do período de déficit hídrico na Amazônia e favorece os incêndios florestais.
- ◆ Intensificar a adoção de medidas de mitigação e adaptação às secas na Amazônia através da promoção de práticas sustentáveis nos setores agrícola, florestal e energético. Estimular a colaboração entre organizações governamentais, não-governamentais, universidades e institutos de pesquisa para desenvolver estratégias de adaptação e mitigação em relação às secas, integrando os conhecimentos científico, indígena e local. Promover a participação ativa das comunidades locais na tomada de decisões e implementação de políticas relacionadas às secas, reconhecendo e valorizando seus conhecimentos e experiências. Fortalecer a capacidade das comunidades indígenas e locais para enfrentar as secas, fornecendo apoio técnico, recursos e acesso a informações relevantes.

- ◆ Fortalecer os atuais sistemas de monitoramento e alerta precoce de secas (e.g., Cemaden/MCTI – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), dotando-os de recursos orçamentários e tecnologia avançada para uma cobertura abrangente e detalhada da bacia amazônica, facilitando o planejamento e a resposta oportuna aos eventos climáticos extremos. Além disso, investir na política de transparência de dados, financiando e aprimorando as plataformas de dados abertos, bem como o incentivo às publicações científicas abertas, para facilitar o acesso ao conhecimento científico sobre extremos climáticos.
- ◆ Governos regionais e nacionais devem investir em estudos transdisciplinares sobre a vulnerabilidade a eventos extremos de seca, identificando as regiões e comunidades em situação mais crítica de exposição a esses eventos (ou que virão a enfrentar situações críticas no futuro), bem como investigando as condições locais que aumentam o risco ou que dão suporte à capacidade adaptativa em face a esses eventos. Fortalecer o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, particularmente os órgãos locais de defesa civil, fornecendo recursos financeiros, capacitação técnica e apoio logístico para o desenvolvimento de ações estratégicas que integrem a participação das populações locais, com o objetivo de antecipar ações de mitigação dos impactos de secas extremas sobre a sociedade.

Agradecimentos – Os autores agradecem aos organizadores da SPSAS “Amazônia Inclusiva e Sustentável”, à FAPESP, à Dra. Simone Athayde e à Dra. Marília Bonifácio Martins, pelas sugestões e compartilhamento de ideias durante e após o SPSAS. A.C.M.P. agradece ao projeto Vozes em Recuperação FAPESP-Brasil (processos nº 2021/07660-2 e 2022/09380-0). A.M.Y. agradece ao projeto Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (projeto 402832/2018-3, chamada Rede Clima continuação 20148, convênio FINEP 01.13.0353.02) e ao Programa de Apoio à Fixação de Jovens Doutores no Brasil (processo nº 01.02.016301.01073/2023-57). L.S.L. agradece ao Programa Beatriu de Pinós, AGAUR, Catalunya (processo nº 2020BP-000156), e ao Programa *Voces for Science* da AGU. Este trabalho contribui para o Programa María de Maeztu, ICTA-UAB, Espanha (processo nº CEX2019-000940-M). M.A.V. agradece ao Programa de Fixação de Recursos Humanos para o Interior do Estado: Mestres e Doutores por Calha de Rio – PROFIX –RH – da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM (processo nº 01.02.016301.00445/2022-47).

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

ABDENUR, A. E., KUELE, G., & AMORIM, A. (Eds.). **Clima e Segurança na América Latina e Caribe**. In: INSTITUTO IGARAPÉ. 2019. Disponível em: <https://igarape.org.br/wp-content/uploads/2019/12/2019-12-02-publication-Clima-and-Security-PT-web.pdf>.

ALBERT, James S. *et al.* Human impacts outpace natural processes in the Amazon. **Science**, [S.L.], v. 379, n. 6630, p. 1, 27 jan. 2023. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abo5003>.

ALCANTARA, L. **5 Ensinaamentos indígenas sobre mudanças climáticas. Horizontes ao Sul**. 2019. Disponível em: <https://www.horizontesaosul.com/single-post/2019/12/19/5-ensinaamentos-indigenas-sobre-munda%C3%A7as-climticas>.

ALPINO, T. de M.A., FREITAS, C.M. & COSTA, A.M. Seca como um desastre. **Ciência & Trópico**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 1–26. 2014. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/39605>.

ALVES, Neliane de Sousa. **Mapeamento hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas**: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.8.2013.tde-02082013-130114.

ANDERSON, Liana Oighenstein; RIBEIRO NETO, Germano; CUNHA, Ana Paula; FONSECA, Marisa Gesteira; MOURA, Yhasmin Mendes de; DALAGNOL, Ricardo; WAGNER, Fabien Hubert; ARAGÃO, Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de. Vulnerability of Amazonian forests to repeated droughts. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 373, n. 1760, p. 20170411, 8 out. 2018. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0411>.

ANDERSON, Liana; PISMEL, Gleiciane de Oliveira; PAULA, Yara Araújo Pereira de; SELAYA, Galia; REIS, João Bosco Coura dos; ROJAS, Eddy Mendoza; RIOJA-BALLIVIÁN, Guillermo; REYES, Juan Fernando; MARCHEZINI, Victor; BROWN, I. Foster. RELATOS DE EXPERIÊNCIAS DOS PROJETOS DE PESQUISA MAP-FIRE E ACRE-QUEIMADAS: diagnóstico e perspectivas de mitigação envolvendo a sociedade para redução do risco e de impactos associados a incêndios florestais. **Uáquiri - Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 14, 29 dez. 2020. Even3. <http://dx.doi.org/10.47418/uaquiri.vol2.n2.2020.4359>.

ARAGÃO, Luiz Eduardo O. C.; MALHI, Yadvinder; ROMAN-CUESTA, Rosa Maria; SAATCHI, Sassan; ANDERSON, Liana O.; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. **Geophysical Research Letters**, [S.L.], v. 34, n. 7, p. L07701, abr. 2007. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2006gl028946>.

BORMA, L.D.S. & NOBRE, C.A., (Eds). **Secas na Amazônia**: causas e consequências. Oficina de textos, 2013.

BROWN, I. F., BRILHANTE, S. H. C., MENDOZA, E. & RIBEIRO DE OLIVEIRA. Estrada de Rio Branco, Acre, Brasil aos portos do Pacífico: como maximizar os benefícios e minimizar os prejuízos para o desenvolvimento sustentável da Amazônia sul-ocidental. In: CEPEI, **La integración regional entre Bolivia, Brasil y Peru**. Lima, Peru: CEPEI, 2002. p. 281–296.

BROWN, I. Foster *et al.* Monitoring fires in southwestern Amazonia Rain Forests. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, [S.L.], v. 87, n. 26, p. 253-259, 27 jun. 2006. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2006eo260001>.

CARVALHO, N.S., ANDERSON, L.O., NUNES, C.A., PESSÔA, A.C.M., JUNIOR, C.H.L.S., REIS, J.B.C., SHIMABUKURO, Y.E., BERENQUER, E., BARLOW, J. & CARVALHO, Nathália *s et al.* Spatio-temporal variation in dry season determines the Amazonian fire calendar. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 16, n. 12, p. 125009, 1 dez. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ac3aa3>.

CHAGAS, Jolemia Cristina Nascimento das. **Caracterização do cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares em duas comunidades Amazônicas**. 2012. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

COX, Peter M.; HARRIS, Phil P.; HUNTINGFORD, Chris; BETTS, Richard A.; COLLINS, Matthew; JONES, Chris D.; JUPP, Tim E.; MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos A. Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution. **Nature**, [S.L.], v. 453, n. 7192, p. 212-215, maio 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nature06960>.

DE LA CRUZ, P. **Informe de elaboración del Calendario Ecológico con asociaciones indígenas de la Amazonia colombiana**. Leticia: Instituto Sinchi. Leticia, 2013.

DAVID, R.C.A. **Esse rio é minha rua**: perspectivas para o transporte fluvial de passageiros no Amazonas. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2019. 231 p.

DUFFY, Philip B.; BRANDO, Paulo; ASNER, Gregory P.; FIELD, Christopher B. Projections of future meteorological drought and wet periods in the Amazon. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 112, n. 43, p. 13172-13177, 12 out. 2015. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1421010112>.

ECHEVERRI, Juan Álvaro. Indigenous people and climatic change. **Bulletin de L'institut Français D'études Andines**, [S.L.], n. 381, p. 13-28, 1 abr. 2009. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/bifea.2774>.

ESPINOZA, Jhan Carlo; RONCHAIL, Josyane; MARENGO, José Antonio; SEGURA, Hans. Contrasting North–South changes in Amazon wet-day and dry-day frequency and related atmospheric features (1981–2017). **Climate Dynamics**, [S.L.], v. 52, n. 9-10, p. 5413-5430, 26 set. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-018-4462-2>.

ESQUIVEL-MUELBERT, Adriane; BAKER, Timothy R.; DEXTER, Kyle G.; LEWIS, Simon L.; STEEGE, Hans Ter; LOPEZ-GONZALEZ, Gabriela; MENDOZA, Abel Monteagudo; BRIENEN, Roel; FELDPAUSCH, Ted R.; PITMAN, Nigel. Seasonal drought limits tree species across the Neotropics. **Ecography**, [S.L.], v. 40, n. 5, p. 618-629, 8 jun. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ecog.01904>.

FRAXE, T.J.P. **Cultura cabocla-ribeirinha**: mitos, lendas e transculturalidade. [S.L.]: Annablume, 2004.

FOLEY, Jonathan A. *et al.* Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the amazon basin. **Frontiers In Ecology And The Environment**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 25-32, fev. 2007. Wiley. [http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[25:arfdal\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[25:arfdal]2.0.co;2).

GATTI, Luciana V.; BASSO, Luana S.; MILLER, John B.; GLOOR, Manuel; DOMINGUES, Lucas Gatti; CASSOL, Henrique L. G.; TEJADA, Graciela; ARAGÃO, Luiz E. O. C.; NOBRE, Carlos; PETERS, Wouter. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. **Nature**, [S.L.], v. 595, n. 7867, p. 388-393, 14 jul. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>.

GARNELO, Luiza; PARENTE, Rosana Cristina Pereira; PUCHIARELLI, Maria Laura Rezende; CORREIA, Priscilla Cabral; TORRES, Matheus Vasconcelos; HERKRATH, Fernando José. Barriers to access and organization of primary health care services for rural riverside populations in the Amazon. **International Journal For Equity In Health**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 54, 31 jul. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12939-020-01171-x>.

GUIMARÃES, David Franklin da Silva; VASCONCELOS, Mônica Alves de; ALEGRIA, Johnny Martin; FERREIRA, Fernanda Sousa; SENA, Tony Everton Alves de; SILVA, Suzy Cristina Pedroza da; OLIVEIRA, Maria Antônia Falcão de; PEREIRA, Henrique dos Santos. Aplicação de geotecnologias em estudos de desastres naturais na Amazônia: O caso das terras caídas na Costa do Catalão, AM. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019. **Anais eletrônicos...** São José dos

Campos: INPE, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/aplicacao-de-geotecnologias-em-estudos-de-desastres-naturais-na-amazonia-o-caso?lang=pt-br>.

IPCC. **Glossary**. 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/sr15_glossary.pdf.

KOLANSKI, M.M.P.; LIMA, L.S.; CUNHA, E.L.T.P.; PEREIRA, A.C.P.; ANASTÁCIO, P.R.D.; MENEZES, M.S.R.; MACEDO, M.N. O uso de notícias veiculadas por mídia digital na identificação e no estudo de eventos de seca na Amazônia Brasileira entre os anos de 2000 e 2020. In **ABRHidro**, XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2021.

LAPOLA, David M.; PINHO, Patricia; BARLOW, Jos; ARAGÃO, Luiz E. O. C.; BERENQUER, Erika; CARMENTA, Rachel; LIDDY, Hannah M.; SEIXAS, Hugo; SILVA, Camila V. J.; SILVA-JUNIOR, Celso H. L. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. **Science**, [S.L.], v. 379, n. 6630, p. 1, 27 jan. 2023. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abp8622>.

LASPRILLA, V. **Aspectos culturales y socioeconómicos en la conformación del calendario ecológico del resguardo UITIBOC**. Tarapacá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi, 2015. 28 p.

LAWRENCE, Deborah *et al.* Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature Climate Change**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 27-36, 18 dez. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2430>.

LI, Wenhong *et al.* Observed change of the standardized precipitation index, its potential cause and implications to future climate change in the Amazon region. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 363, n. 1498, p. 1767-1772, 11 fev. 2008. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2007.0022>.

LIMA, Leticia S.; COE, Michael T.; SOARES FILHO, Britaldo S.; CUADRA, Santiago V.; DIAS, Livia C. P.; COSTA, Marcos H.; LIMA, Leandro S.; RODRIGUES, Hermann O.. Feedbacks between deforestation, climate, and hydrology in the Southwestern Amazon: implications for the provision of ecosystem services. **Landscape Ecology**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 261-274, 6 dez. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-013-9962-1>.

LIMA, Leticia Santos de; CUNHA, Evandro Landulfo Teixeira Paradela; ANASTÁCIO, Paula Rossana Dório; MENEZES, Mariane Stefany Resende; PEREIRA, Ana Carolina Pires; KOLANSKI, Marina Marcela de Paula; MACEDO, Marcia Nunes. Drought effects on inland water transport and impacts on local communities of the Amazon Basin. **Egu General Assembly**, [S.L.], p. 1, 15 maio 2023. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/egusphere-egu23-17566>.

LIMA, L. S., SILVA, F. E., PIRES, A. C. P., ANASTÁCIO, P. R. D., MENEZES, M. S. R., KOLANSKI, M. M. P., CUNHA, E. T. P., MACEDO, M. N. Extreme droughts reduce river navigability and isolate Amazon communities. **In preparation**.

LINDOSO, D.; RODRIGUES FILHO, S. Vulnerabilidade e adaptação: Bases teóricas e conceituais da pesquisa *In*: BURSZTYN M. (org.), RODRIGUES FILHO S. (org.). **O clima em transe**: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar. Rio de Janeiro: Garamond, 2016.

MALHI, Y., ARAGÃO A, L.E.O.C., GALBRAITH, D., HUNTINGFORD, C., FISHER, R., ZELAZOWSKI, P., SITCH, S., MCSWEENEY, C. & MEIR, P. **Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest**. 2009.

MARENGO, Jose A. *et al.* Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 1073-1097, 31 dez. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-009-0721-6>.

MARENGO, Jose A.; TOMASELLA, Javier; ALVES, Lincoln M.; SOARES, Wagner R.; RODRIGUEZ, Daniel A. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. **Geophysical Research Letters**, [S.L.], v. 38, n. 12, jun. 2011. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2011gl047436>.

MARENGO, Jose A.; BORMA, Laura S.; RODRIGUEZ, Daniel A.; PINHO, Patrícia; SOARES, Wagner R.; ALVES, Lincoln M.. Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: vulnerabilities and human adaptation. **American Journal Of Climate Change**, [S.L.], v. 02, n. 02, p. 87-96, 2013. Scientific Research Publishing, Inc.. <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2013.22009>.

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C.. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. **International Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 1033-1050, 14 jul. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.4420>.

MARENGO, José A.; SOUZA, Carlos. Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a amazônia. **Unpublished**, [S.L.], p. 1-33, 2018. Unpublished. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26925.72166>.

MARENTES, Maria Alejandra Hernandez; VENTURI, Martina; SCARAMUZZI, Silvia; FOCACCI, Marco; SANTORO, Antonio. Traditional forest-related knowledge and agrobiodiversity preservation: the case of the chagras in the indigenous reserve of monochoa (colombia). **Biodiversity And Conservation**, [S.L.], v. 31, n. 10, p. 2243-2258, 28 jul. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-021-02263-y>.

MOORE, Nathan; ARIMA, Eugenio; WALKER, Robert; SILVA, Renato Ramos da. Uncertainty and the changing hydroclimatology of the Amazon. **Geophysical Research Letters**, [S.L.], v. 34, n. 14, p. 1, jul. 2007. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2007gl030157>.

MORAES, A. de O.; SCHOR, T. Redes, Rios e a Cesta Básica Regionalizada no Amazonas, Brasil. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 4, n. 7, p.79-89, jan./jul. de 2010. <https://doi.org/10.5654/acta.v4i7.298>.

NAKAEGAWA, Toshiyuki; KITOH, Akio; HOSAKA, Masahiro. Discharge of major global rivers in the late 21st century climate projected with the high horizontal resolution MRI-AGCMs. **Hydrological Processes**, [S.L.], v. 27, n. 23, p. 3301-3318, 11 jun. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.9831>.

NASCIMENTO, Ana Cristina Lima do. **Resiliência e adaptabilidade dos sistemas socioecológicos ribeirinhos frente a eventos climáticos extremos na Amazônia Central**. 2017. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

MENIN, Julia. **"A natureza se move e a gente se move junto"**: práticas de adaptação às mudanças climáticas em comunidades ribeirinhas da amazônia. 2021. 173 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

MU, Ye; BIGGS, Trent W.; JONES, Charles. Importance in Shifting Circulation Patterns for Dry Season Moisture Sources in the Brazilian Amazon. **Geophysical Research Letters**, [S.L.], v. 50, n. 9, p. 1, 9 maio 2023. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2023gl103167>.

NOBRE, Carlos A; SAMPAIO, Gilvan; SALAZAR, Luis. Mudanças climáticas e Amazônia. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 22-27, set. 2007.

OPIAC, Organización Nacional de los Pueblos Indígenas de la Amazonía Colombiana. **Escuela de Formación Política**. Conocimiento para la Amazonía Indígena y sus Bases, COPAIBA. 2018. Disponível em: <https://www.opiacescuela-copaiba.info/katumare-de-saberes>.

PANISSET, Jéssica S.; LIBONATI, Renata; GOUVEIA, Célia Marina P.; MACHADO-SILVA, Fausto; FRANÇA, Daniela A.; FRANÇA, José Ricardo A.; PERES, Leonardo F.. Contrasting patterns of the extreme drought episodes of 2005, 2010 and 2015 in the Amazon Basin. **International Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 1096-1104, 8 ago. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.5224>.

PEREIRA, N.R. de A. & OLIVEIRA, H. A influência das mudanças sazonais nos aspectos naturais e sociais no careiro da várzea -AM. **Revista Geonorte**, [S.L.], v. 2, n. 5, p.1399-1408, 2012.

PEREIRA, A.CP.; LIMA, L.S.; CUNHA, E.L.T.P.; ANASTÁCIO, P.R.D.; KOLANSI, M.M.P.; MENEZES, M.S.R.; MACEDO, M.N. O uso de notícias veiculadas por mídia digital na identificação e no estudo de eventos de seca na Amazônia Brasileira entre os anos de 2000 e 2020. In ABRHidro, **XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, 2021.

PERZ, Stephen; BRILHANTE, Silvia; BROWN, Foster; CALDAS, Marcellus; IKEDA, Santos; MENDOZA, Elsa; OVERDEVEST, Christine; REIS, Vera; REYES, Juan Fernando; ROJAS, Daniel. Road building, land use and climate change: prospects for environmental governance in the amazon. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 363, n. 1498, p. 1889-1895, 11 fev. 2008. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2007.0017>.

PERZ, Stephen G.; ARTEAGA, Marliz; FARAH, Andrea Baudoin; BROWN, I. Foster; MENDOZA, Elsa Renee Huaman; PAULA, Yara Araújo Pereira de; YABAR, Leonor Mercedes Perales; PIMENTEL, Alan dos Santos; RIBEIRO, Sabina C.; RIOJA-BALLIVIÁN, Guillermo. Participatory Action Research for Conservation and Development: experiences from the amazon. **Sustainability**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 233, 27 dez. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su14010233>.

PHILLIPS, Oliver L. *et al.* Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. **Science**, [S.L.], v. 323, n. 5919, p. 1344-1347, 6 mar. 2009. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1164033>.

Rioja Ballivián Guillermo. Antropología de frontera: investigación acción en la región trinacional MAP. **Revista de Antropología Iberoamericana**, [S.L.], n. 43, 2005.

SILVA, Michelle Andrea Pedrosa da. **Influência dos eventos hidrológicos extremos nas estratégias adaptativas das comunidades ribeirinhas da RDS do rio Madeira**. 2022. 211 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2022.

SMITH, Barry; BURTON, Ian; KLEIN, Richard J.T.; WANDEL, J.. An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability. **Climatic Change**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 223-251, 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1005661622966>.

SIQUEIRA JÚNIOR, J. L.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D. A.. Impacts of future climatic and land cover changes on the hydrological regime of the Madeira River basin. **Climatic Change**, [S.L.], v. 129, n. 1-2, p. 117-129, 3 fev. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-015-1338-x>.

SOARES, W. & MARENGO, J.A. **Projeções de secas na Amazônia no futuro**. In **Secas na Amazônia: causas e consequências**. Oficina de textos, 2013. p. 367.

STAAL, Arie; FLORES, Bernardo M; AGUIAR, Ana Paula D; BOSMANS, Joyce H C; FETZER, Ingo; A TUINENBURG, Obbe. Feedback between drought and deforestation in the Amazon. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 044024, 1 abr. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ab738e>.

STANKE, Carla; KERAC, Marko; PRUDHOMME, Christel; MEDLOCK, Jolyon; MURRAY, Virginia. Health Effects of Drought: a systematic review of the evidence. **Plos Currents**, [S.L.], p. 1, 2013. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/currents.dis.7a2cee9e80f91ad7697b570bcc4b004>.

TOCANTINS, L. **O Rio Comanda a Vida: Uma Interpretação da Amazônia** - Livraria da Vila. 9 ed. Valer, 2000.

TONNA, Anne; KELLY, Brian; CROCKETT, Judith; GREIG, Julie; BUSS, Richard; ROBERTS, Russell; WRIGHT, Murray. Improving The Mental Health Of Drought-Affected Communities: an australian model. **Rural Society**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 296-305, dez. 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.5172/rsj.351.19.4.296>.

UN PERIODICO. Enriquecimiento de chagras en resguardos de Leticia, Departamento del Amazonas. En: **Periodico de la Universidad Nacional de Colombia**, 2022.

UNISDR. **Drought Risk Reduction Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action**. 2009. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/11541_DroughtRiskReduction2009library.pdf.

VASCONCELOS, Mônica Alves de. **"A natureza mudou": alterações climáticas e transformações nos modos de vida da população no baixo rio Negro, Amazonas**. 2020. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2020.

Sobre os autores

Ana Carolina Moreira Pessôa é Bióloga, formada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com período sanduíche na University of Montana, financiado pelo programa Ciências sem Fronteiras. Tem mestrado e doutorado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atualmente é pesquisadora no Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM).

Aurora Miho Yanai é Engenheira Florestal, formada pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com mestrado e doutorado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Atualmente é pós-doutoranda no INPA.

Letícia Santos de Lima é Engenheira Ambiental, formada pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e doutorado em Geografia pela Humboldt-Universität zu Berlin. Atualmente é pesquisadora no Instituto de Ciência e Tecnologia Ambientais da Universitat Autònoma de Barcelona (ICTA – UAB).

Mônica Alves de Vasconcelos é Engenheira Florestal pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Mestre em Ciências Florestais e Ambientais com período de mobilidade no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Doutora em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela UFAM e em Engenharia do Ambiente – Universidade de Aveiro pelo programa de cotutela. Atualmente é pesquisadora na Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

Pablo De La Cruz é Sociólogo pela Universidade Nacional da Colômbia e possui doutorado em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável pelo El Colegio de la Frontera Sur do México.

Pierre Alvaro Florentín Díaz é Licenciado em Medicina de Emergência pela Universidade Centro Médico Bautista, Licenciado em Língua Guaraní pela Universidade Nacional de Assunção, mestre em Gestão de Riscos de Desastres e Adaptação às Alterações Climáticas pela Universidade Católica Nossa Senhora de Assunção e doutorado em Educação pela Universidade Nacional do Este.

Por que meu rio secou?



O pai de Nina e Pablo não conseguiu ir na cidade porque o rio estava raso demais.





Governança local, mudanças climáticas e manejo de recursos naturais na Amazônia

Zilza Thayane Matos Guimarães¹; Raquel Rodrigues dos Santos²;
Marcela Miranda³; Krystal Bedregal⁴; José Cândido Lopes⁵;
Hernani Fernandes Magalhães de Oliveira⁶; Fernando Elias⁷

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, CEP 69060-062, AM, Brasil –
e-mail: thayanematos91@gmail.com

² Universidade de São Paulo, São Paulo, CEP 05508-220, SP, Brasil –
e-mail: raquelrdosantos@gmail.com

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos,
CEP 12227-010, SP, Brasil – e-mail: marcelaacnmiranda@gmail.com

⁴ Universidad Mayor de San Andrés, Centro de Postgrado en Ciencias del Desarrollo
CIDES, La Paz, Bolivia – e-mail: kbedregal@cides.edu.bo

⁵ Operação Amazônia Nativa – Médio Juruá, Carauari – AM, CEP 69500-000, Brasil –
e-mail: josecandido@amazonianativa.org.br

⁶ Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil –
e-mail: oliveiradebioh@gmail.com

⁷ Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Campus Guamá,
CEP 66075-110, Belém, Pará, Brasil – e-mail: fernandoeliasbio@gmail.com

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_010

RESUMO

O fortalecimento de iniciativas de manejo de recursos naturais de base comunitária é fundamental para lidar com os efeitos das mudanças climáticas e das pressões por formas de exploração predatórias sobre os ecossistemas e fomentar as capacidades adaptativas das comunidades. A capacidade adaptativa depende diretamente do sistema de governança adotado. A Amazônia abriga grande diversidade de ecossistemas e de povos tradicionais (por exemplo, indígenas, extrativistas, quilombolas) e cumpre papel fundamental na regulação do clima global. Um dos grandes desafios atuais é conter e mitigar os impactos das mudanças climáticas e da exploração predatória de recursos naturais sobre os sistemas naturais e humanos. Esses impactos comprometem a renda e a qualidade de vida das famílias, bem como a garantia de seus direitos básicos e a eficácia de políticas públicas para a região. Considerar os povos tradicionais, indígenas e quilombolas na criação conjunta de soluções para esses problemas é crucial para alcançar resultados efetivos. Argumentamos que o fortalecimento e a valorização da governança local devem ser o ponto de partida e a orientação dos projetos de manejo de recursos naturais a fim de garantir a superação dos desafios e possibilitar o desenvolvimento de uma efetiva economia da sociobiodiversidade.

Palavras-chave: governança, manejo de recursos naturais, mudanças climáticas, povos tradicionais.

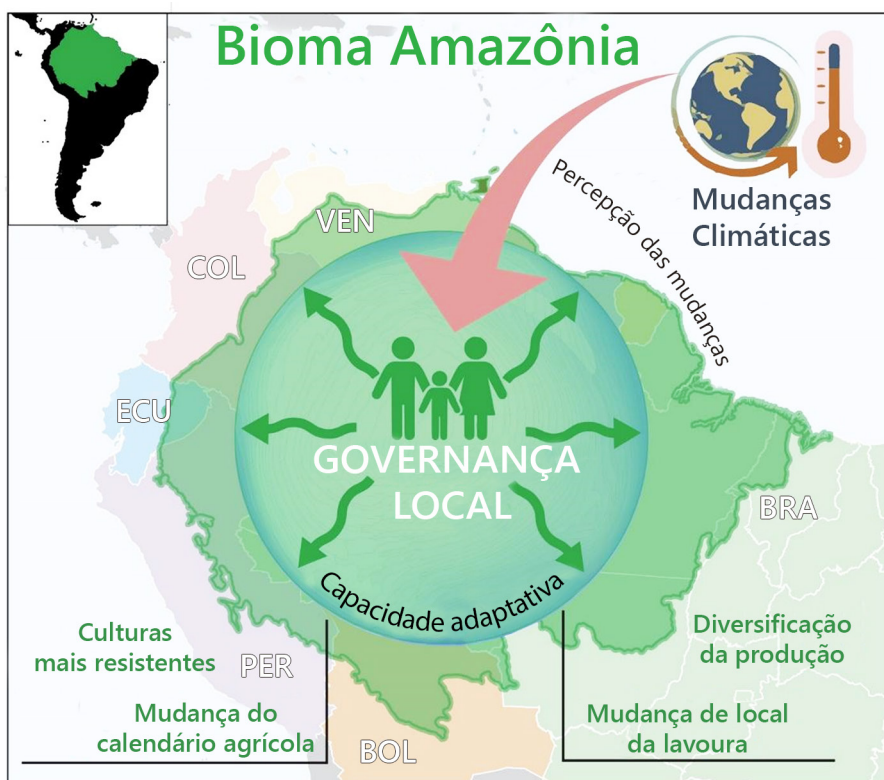


Figura resumo – As comunidades locais estão constantemente sob pressão interna e externa de diversos fatores: sociais, econômicos, políticos e climáticos. A governança pode fortalecer a capacidade das comunidades de poder fazer frente a essas pressões externas. Dessa forma, os efeitos das pressões climáticas sobre os projetos de manejo sustentável de recursos naturais da região podem ser mitigados em virtude das mudanças na governança.

Introdução

O Bioma Amazônia é um vasto e complexo sistema socioecológico que abriga a maior diversidade biológica do planeta, desempenhando papel fundamental na regulação climática global e na provisão de serviços ecossistêmicos essenciais à sociedade humana (Antonelli *et al.* 2018). A região abriga uma gama diversificada de povos, incluindo comunidades indígenas, quilombolas, pequenos agricultores, extrativistas e pescadores artesanais, cada qual com sua cultura e práticas de manejo da natureza (Lima & Pozzobon 2005).

A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos representam a base da manutenção cultural amazônica e está entrelaçada com atividades tradicionais como a pesca, a caça e o extrativismo de produtos florestais (Sunderlin *et al.* 2005). A governança sobre o território amazônico e seus recursos naturais é complexa e precisa conciliar caminhos sustentáveis para a conservação da biodiversidade, redução da pobreza, segurança social das comunidades e crescimento econômico. Essa governança é essencialmente importante para as comunidades, uma vez que proporciona sua resiliência diante de perturbações, tais como as mudanças climáticas globais e a degradação ambiental provocada pelo desmatamento e outras formas predatórias de uso dos recursos naturais (de Andrade *et al.* 2022).

Estimativas do Sexto Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que a região amazônica será fortemente afetada pelas mudanças climáticas em curso, principalmente com relação ao aumento da temperatura e diminuição da umidade do solo (IPCC 2023). Esses impactos têm alto potencial de trazer importantes consequências para as cadeias produtivas amazônicas (Evangelista-Vale *et al.* 2021). Mesmo que políticas de mitigação e adaptação sejam implementadas, o efeito estufa deve causar uma cascata de consequências climáticas por longo tempo, com grandes impactos sobre os ecossistemas e as comunidades tradicionais amazônicas (Pörtner *et al.* 2022). Tais impactos podem ser agravados pela degradação florestal (por exemplo, incêndios florestais e extração de madeira) que deixam as florestas mais vulneráveis (Matricadi *et al.* 2020).

Os impactos climáticos podem variar em intensidade sobre as diferentes regiões da Amazônia (Estevo *et al.* 2022), afetando as práticas agrícolas, o manejo florestal madeireiro e o extrativismo não madeireiro (Bergamo *et al.* 2022). Muitas dessas práticas, além de representarem os modos de vida das comunidades locais, são formas de geração de renda e contribuem para a conservação de grandes porções de florestas nativas (Silva *et al.* 2021), cumprindo impor-

tante papel como sumidouros de carbono (Smith *et al.* 2023). Por essa razão, diversas estratégias de base comunitária para o manejo de recursos naturais têm sido adotadas no intuito de promover formas de produção sustentáveis e domínio territorial (Bergamo *et al.* 2022; Medina *et al.* 2022).

O fortalecimento da governança em nível local, protagonizada pelas organizações de base, é fundamental para superar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e para a viabilização de projetos de manejo sustentável de recursos naturais na Amazônia (de Andrade *et al.* 2022). Diversos estudos têm demonstrado que o fortalecimento da governança local sobre o uso de recursos naturais é eficaz para a conservação da biodiversidade e para a economia das comunidades que habitam florestas (Ostrom 2005; Brondizio *et al.* 2019; Campos-Silva *et al.* 2020; Athayde *et al.* 2021). O manejo comunitário de recursos naturais tem sido particularmente bem-sucedido na Amazônia, promovendo benefícios ecológicos importantes, a exemplo da conservação de um grande conjunto de grupos taxonômicos e a recuperação populacional de espécies superexploradas (Castello *et al.* 2009; Campos-Silva *et al.* 2018). Esse nível de governança deve estar alinhado, também, com outros níveis administrativos, institucionais e de jurisprudência, e escalas regional, nacional e internacional (Cordeiro-Beduschi *et al.* 2022).

As formas de governança comunitária se manifestam através de instituições formais, como associações, cooperativas e sindicatos, devidamente regulamentadas por estatutos e regras, ou mesmo informais, como redes de parentesco e afinidade, que mediam relações de troca em meio a um grupo (Ostrom 1990, 2005; Meinen-Dick & Mwangui 2008). Essas formas de governança operam instâncias de representação para buscar direitos e políticas públicas, são espaços de criação de regras para relacionamento com o Estado (por exemplo, legislação, imposto, dentre outros) e com o mercado, ou seja, representam espaços de formação para a gestão de bens coletivos e negociação de produtos (Campos-Silva *et al.* 2020).

Nesta proposta, reunimos alguns elementos acerca da importância do fortalecimento da governança local de comunidades amazônicas como forma de superar os desafios durante a implementação de projetos de manejo sustentável de recursos naturais. Além disso, nós avaliamos como a governança local pode ser utilizada para lidar com os efeitos das mudanças climáticas sobre as atividades agroextrativistas de comunidades amazônicas. Finalmente, direcionamos recomendações sobre a importância dessa temática, destacando os principais desafios e soluções em potencial para tomadores de decisão como agentes do Estado, entidades privadas, organizações não governamentais (ONGs), etc.

Impactos das mudanças climáticas na Amazônia: *lato sensu*

As mudanças climáticas são um dos principais desafios ecológicos e sociais da atualidade (Dietz *et al.* 2020). A compreensão desses desafios é fundamental para orientar políticas de redução de riscos ambientais, além de combater a insegurança alimentar e seus impactos sobre a economia em escalas global, regional e local (Ericksen *et al.* 2011; Mondal *et al.* 2023). A segurança alimentar da população mundial pode ser diretamente prejudicada pelas mudanças climáticas, tendo em vista as perdas na produtividade agrícola e extrativista associadas às variações extremas na precipitação e temperaturas (Asseng *et al.* 2015; Hasegawa *et al.* 2018).

Na Amazônia, essa situação não é diferente. A região abriga metade das florestas úmidas remanescentes do planeta, que estão sob intensa pressão de desmatamento, extração de minérios, pecuária e cultivo agrícola. Essas mudanças intensas incluem expressiva redução na precipitação, além do aumento na temperatura e na frequência de eventos intensos de secas e inundações (Erfanian *et al.* 2017; Matricardi *et al.* 2020; Assis *et al.* 2022; Marengo *et al.* 2022; Smith *et al.* 2023), afetando diretamente a produtividade da agricultura e do extrativismo de pequena escala e a composição e diversidade de espécies nesses ecossistemas. Estudos recentes indicam que tanto a estrutura quanto a composição da flora arbórea da Amazônia têm sofrido adaptações ao clima mais seco e quente (Brienen *et al.* 2015; Esquivel-Muelbert *et al.* 2019).

As adaptações das comunidades biológicas, porém, não estão conseguindo acompanhar o rápido ritmo das mudanças climáticas, o que está conduzindo a eventos de mortalidade de espécies arbóreas em ampla escala (Esquivel-Muelbert *et al.* 2020) e consequente redução na produtividade florestal (Brienen *et al.* 2015). Esses efeitos são variáveis entre as regiões amazônicas, sendo mais intensos na porção sul e oriental do bioma (Marengo *et al.* 2022). Essas regiões estão sob um clima mais estacional, quando comparadas com a porção oeste e central, e exibem as maiores taxas de mortalidade do bioma, em que os efeitos das mudanças climáticas já condicionaram um *tipping point* (ponto de não retorno) regional (Lovejoy & Nobre 2019). A degradação e o desmatamento, associados com as mudanças no clima, modificaram a condição dessas florestas de sumidouro para fonte de carbono (Reis *et al.* 2022).

Ademais, comunidades humanas locais que dependem dos recursos florestais e aquáticos estão seriamente ameaçadas por essas mudanças no clima. Por exemplo, o aumento esperado de secas severas e a redução consequente do

volume de água dos rios amazônicos podem tornar a atividade de pesca economicamente inviável, devido à precarização do transporte e às dificuldades de exportação da produção de comunidades remotas ou isoladas. Essas mudanças podem conduzir a uma degradação das condições de vida e ao êxodo dessas comunidades para os centros urbanos (Silva *et al.* 2021).

Desafios para o manejo sustentável de recursos naturais na Amazônia diante das mudanças climáticas globais

Atualmente, os impactos associados às mudanças climáticas e à exploração predatória do bioma amazônico estão alterando a dinâmica dos ecossistemas e impactando diretamente as cadeias de produção das comunidades tradicionais. Essa tendência poderá reduzir especialmente a adequabilidade climática das populações de plantas e afetar a produção de culturas básicas, tais como a de mandioca, milho e banana (Beltrán-Tolosa *et al.* 2020). Culturas como a do trigo, por exemplo, são bastante sensíveis aos efeitos das mudanças no clima; há uma queda de até 6% na produção global dessa commodity com o aumento de 1°C na temperatura (Asseng *et al.* 2015). Esses efeitos também podem ser extrapolados para os produtos florestais não madeireiros que integram a principal fonte de recursos das comunidades tradicionais amazônicas (Igawa *et al.* 2022).

Estimativas futuras evidenciam que as comunidades das 56 reservas extrativistas (RESEXs) localizadas na Amazônia brasileira serão afetadas pelas mudanças no clima até 2050 (Evangelista-Vale *et al.* 2021). Onze das dezoito espécies comerciais avaliadas podem apresentar redução em suas áreas de adequação ambiental (área adequada para ocorrência da espécie de acordo com a sua tolerância às condições ambientais) e nove delas podem desaparecer de algumas dessas reservas. Por exemplo, espécies como castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), buriti (*Mauritia flexuosa*), açaí (*Euterpe oleracea*), açaí-solteiro (*Euterpe precatoria*) e copaíba (*Copaifera multijuga*) apresentaram redução nas áreas de adequação ambiental nas RESEXs onde são extraídas. *B. excelsa*, extraída em 50 reservas, pode deixar de ocorrer em nove dessas áreas, o que afetaria 996 famílias extrativistas. Ambas as espécies de açaí (*E. precatoria* e *E. oleracea*), extraídas em 45 reservas, podem ser extintas localmente em duas RESEXs, o que afetaria 288 famílias extrativistas (Evangelista-Vale *et al.* 2021).

Considerando o cenário agrícola, apesar de a Amazônia ter 17% das áreas com solos aptos para plantios de cacau (*Theobroma cacao*), o aumento da temperatura e a redução na precipitação podem inviabilizar esse potencial produtivo, especialmente em áreas com atividades econômicas consolidadas (Igawa *et al.* 2022). Essa redução nas áreas de produção pode causar um decréscimo de 4,2% na produção nacional de cacau e atingir a renda de quase nove mil famílias. Da mesma forma, Pastana *et al.* (2021), avaliando o efeito do El Niño de 2015/2016 na produção anual de castanha (*B. excelsa*) na Reserva Extrativista do Rio Cajari (Amapá), encontraram forte relação entre a redução na precipitação e aumento na temperatura com a queda na produção de castanhas. Os autores relatam que a redução da produção e a conseqüente baixa oferta de castanha-da-amazônia, em um mercado forte e com preços em alta, provocaram invasões e conflitos nas unidades extrativistas. Dessa forma, fazem-se evidentes as conseqüências negativas das mudanças climáticas sobre os sistemas socioecológicos, o que aponta para a necessidade de criação de estratégias adaptativas a essas mudanças para o desenvolvimento da resiliência desses sistemas (Scarano 2017).

Soluções para mitigar os efeitos das mudanças climáticas: governança local e manejo sustentável de recursos naturais

As mudanças relacionadas ao clima que ocorrem na Amazônia impactam substancialmente os sistemas socioecológicos, afetando os meios de subsistência de comunidades fortemente dependentes dos recursos naturais (Estevo *et al.* 2022). As formas de governança locais realizadas por comunidades tradicionais, indígenas, quilombolas e agricultores familiares podem desempenhar papel fundamental no manejo sustentável de recursos naturais e na adaptação às mudanças climáticas. Essas formas de governança promovem e podem ampliar: i) a percepção sobre as mudanças climáticas; e ii) as práticas de conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Por meio da governança local pode-se, por exemplo, estabelecer sistemas de monitoramento e controle das atividades extrativistas, garantindo que elas sejam realizadas de forma responsável e sustentável, sem prejudicar a biodiversidade e os ecossistemas locais. Formas de governança local também podem atuar como mediadoras entre as comunidades, os órgãos governamentais e privados, defendendo os direitos das comunidades e a busca por políticas públicas que promovam a sustentabilidade e a conservação ambiental. Assim, é importante que essas organizações tenham voz ativa nas decisões que afetam seus

membros e que trabalhem em parceria com outras instituições para promover a adaptação dos modos de produção às condições impostas pelas mudanças climáticas, buscando o desenvolvimento sustentável.

As comunidades percebem os efeitos das mudanças climáticas e os impactos do desmatamento e de grandes projetos extrativistas. Essa percepção é importante para definir estratégias conjuntas de mitigação desses efeitos. Um estudo recente indicou que a maioria (72% dos entrevistados) das populações tradicionais amazônicas está percebendo as mudanças no clima, especialmente a redução de chuvas (62% dos entrevistados). Além disso, boa parte dos entrevistados (30,8%) relaciona essas mudanças com os vetores de desmatamento, construção de barragens e degradação do solo e do meio ambiente (por exemplo, poluição e assoreamento) (Funatsu *et al.* 2019). Isso é preocupante, pois as alterações provocadas pelo aquecimento global não apresentam o mesmo grau de reversibilidade que as mudanças causadas pelo uso do solo, que impactam a precipitação e a temperatura de determinado local.

Adaptações no sistema produtivo para lidar melhor com exposições e sensibilidades problemáticas (sociais, ambientais e climáticas) são manifestações da capacidade adaptativa das organizações de base comunitária. Essas adaptações podem se dar em diferentes níveis. Para um sistema agrícola sob seca, por exemplo, uma adaptação simples poderia ser o uso de cultivares mais resistentes à escassez de água, enquanto uma adaptação mais substancial seria mudar da agricultura para o pastoreio. Já uma adaptação ainda mais substancial seria o abandono total da agricultura (Smit & Wandel 2006).

Outras adaptações passam pela necessidade de adequação das práticas agrícolas ao calendário climático, embora em alguns locais o planejamento da safra esteja mais vinculado ao preço de mercado, mudança de lavoura, alteração da data de semeadura, implantação de estufas e uso de irrigação, que tem se tornado mais frequente na Amazônia (Funatsu *et al.* 2019). Deve-se considerar, porém, o alto custo dos sistemas de irrigação em relação aos preços da terra (Costa *et al.* 2019), além dos impactos nas reservas hídricas. Para minimizar o risco climático, uma medida adaptativa seria selecionar as culturas com base na data de início da estação chuvosa, embora seja necessário um sistema de previsão que ainda não está disponível (Costa *et al.* 2019). O estudo de Igawa *et al.* (2022), sobre a inadequação da produção de cacau em áreas na Amazônia em cenários de mudanças climáticas, evidencia que em uma grande área será preciso implementar o processo de transição e diversificação com o plantio de outra cultura mais resistente à seca e ao calor.

Diante dos estudos apresentados, podemos levantar duas possíveis soluções para que as cadeias produtivas sejam menos afetadas pela mudança climática: uso de culturas e/ou espécies mais resistentes às altas temperaturas e baixa precipitação, e diversificação da produção. Além de espécies mais resistentes e do melhoramento genético (procedimento que pode selecionar um espécime melhor adaptado às novas condições climáticas), a seleção de procedências e progênies (materiais com maior diversidade genética oriundos de diferentes matrizes e localidades) pode oferecer maior capacidade adaptativa do cultivar a condições adversas e garantir a produção. Sistemas agroflorestais, que combinam simultaneamente árvores e culturas agrícolas, poderiam ser uma alternativa para a restauração das áreas degradadas, com retorno econômico em curto, médio e longo prazos (Brandão *et al.* 2022). Na Amazônia, esse sistema tem alcançado maior produtividade do que o monocultivo. Por exemplo, sistemas agroflorestais possibilitam um ambiente mais sombreado e protegem o cacau dos extremos climáticos (Niether *et al.* 2018).

Contudo, a capacidade adaptativa depende de diferentes tipos de capitais, como o capital cultural (como as pessoas percebem seu mundo e atuam nele), o capital humano (habilidades e saberes das pessoas para desenvolver e multiplicar os benefícios derivados de seus recursos) e o capital social (elos entre indivíduos e organizações que permitem que eles trabalhem juntos ou se ajudem) (Freduah *et al.* 2019). Esses capitais, juntos, possibilitam aplicar melhor as habilidades e os saberes de atores locais e externos para responder aos impactos das mudanças climáticas e para a criação de mais parcerias e colaborações a fim de responder aos impactos das mudanças climáticas. A capacidade adaptativa pode ser influenciada pela governança, pois, em sistemas socioecológicos, ela é decisiva, e uma má governança pode ser mais um fator de estresse, para além dos efeitos da própria mudança climática (Freduah *et al.* 2019).

Governança local feita por comunidades

Vários autores e organizações da sociedade civil, em nível mundial, defendem que é preciso ter atenção à governança local por comunidades no contexto da implantação de projetos de conservação e geração de renda, assim como promover a inclusão dessas organizações na construção de projetos e tomadas de decisão (Brondizio *et al.* 2021; Abramovay *et al.* 2021). Tais autores e organizações se apoiam em experiências consolidadas e em uma variedade de modelos teóricos e conceituais para defender tais argumentos. Dentre esses debates, podemos destacar o desenvolvimento da teoria dos recursos comuns, realizado

entre as décadas de 1970 e 1990, que trouxe contribuições significativas para o reconhecimento da governança local de comunidades dentro da academia e dentro das estratégias globais de conservação da natureza (Ostrom 1990).

Em termos gerais, essa teoria propõe que comunidades que lidam de maneira sustentável com os recursos naturais dos quais dependem, geralmente, apresentam características específicas de governança, com particularidades culturais, ecológicas e econômicas, por exemplo. Oito princípios de governança (*Design Principles*) foram estabelecidos, com base em estudos de caso com grupos humanos ao redor do mundo e por meio de experimentos laboratoriais sobre o comportamento humano (Ostrom 1990; Ostrom 2005; Cox *et al.* 2015), e servem como critérios para avaliar o quanto os princípios de governança local de recursos comuns estão sendo atendidos pelas organizações de base (Quadro 1). Estudos que usam esses princípios mostram que a organização das comunidades e sua capacidade de realizar ações coletivas está dentre as variáveis que influenciam o sucesso de iniciativas de base comunitária para manejo de recursos naturais ao redor do mundo (Pagdee *et al.* 2016).

Mais recentemente, quando o tema de projetos para a sustentabilidade envolvendo comunidades e geração de renda são analisados na Amazônia, os princípios se mantêm. Medina *et al.* (2022), por exemplo, identificaram mais de cem iniciativas inovadoras e sustentáveis em comunidades espalhadas pela Amazônia brasileira. Os autores demonstram a importância de cientistas e gestores políticos envolverem as comunidades locais na tomada de decisões, adotando abordagens do tipo *bottom-up*.

Desse modo, promover e fortalecer a governança local das comunidades ajuda na distribuição mais justa dos benefícios entre os atores envolvidos nos projetos de manejo de recursos naturais. Além disso, esse fortalecimento proporciona segurança às comunidades e possibilidade de alteração de vieses paternalistas, integracionistas e colonialistas que ocorreram no passado e foram malsucedidos, possibilitando a sustentabilidade dos projetos a longo prazo (Campos-Silva *et al.* 2021).

Quadro 1

Princípios de Governança (Ostrom 1990, 2005, 2009, modificados por Cox *et al.* 2010):

Princípio 1: a) Há fronteiras claras entre quem pode ser usuário do recurso e quem não pode? b) É fácil separar o sistema do recurso de sistemas circundantes?

Princípio 2: a) As regras de apropriação e provisão dos recursos são adequadas às condições locais (heterogeneidade espacial e temporal, cultura local)? b) Existe congruência entre regras de apropriação e provisão, ou seja, existe proporcionalidade entre os custos que os usuários têm de arcar para cuidar dos recursos e os benefícios que eles recebem quando participam de uma ação coletiva?

Princípio 3: Indivíduos afetados pelas regras operacionais podem participar da alteração das regras?

Princípio 4: a) Existem pessoas encarregadas do monitoramento do uso dos recursos pelos usuários? O monitor também se beneficia dos recursos? b) Existe monitoramento das condições do recurso (ambientais)?

Princípio 5: Existem sanções graduais impostas aos usuários que desobedecem às regras?

Princípio 6: Existe uma arena de resolução de conflitos entre usuários ou entre usuários e atores externos que seja rápida, de baixo custo e local?

Princípio 7: As agências governamentais permitem que os usuários locais criem suas próprias instituições? As instituições locais são reconhecidas pelas agências governamentais?

Princípio 8: O sistema local de governança está aninhado em outros níveis de governança? Ele possui conexões horizontais com outros sistemas comunitários?

Passo a passo para o fortalecimento da governança local comunitária

Nós elencamos alguns pontos que podem auxiliar tomadores de decisão – agentes do Estado, ONGs e de instituições privadas – a reconhecer, incluir e/ou fortalecer a governança local de comunidades em contextos de projetos de manejo de recursos naturais, diante do impacto das mudanças climáticas:

- ◆ As comunidades envolvidas nos projetos devem ter, *a priori*, garantia de direitos à terra e territórios, dentre outros direitos e políticas públicas

fundamentais. A falta de segurança de posse e ausência de território demarcado para a reprodução do modo de vida podem ameaçar a governança local no longo prazo (Pagdee *et al.* 2016; Barreto-Filho *et al.* 2021). Observar em quais condições de direitos territoriais se inserem as comunidades e trabalhar para que essas condições sejam garantidas e melhoradas é crucial. O Estado, por meio de políticas públicas, é o principal responsável por endereçar essas questões. As políticas públicas territoriais devem servir como elementos catalisadores dos processos socioculturais que garantam a autonomia dos grupos, seus direitos a controlar suas próprias terras, recursos, instituições, sua organização social e cultural e seus caminhos próprios de relação com o Estado. Planos de Vida e Planos de Gestão Territorial e Ambiental, elaborados por povos indígenas e comunidades tradicionais, são exemplos de instrumentos de gestão que promovem a segurança territorial com base nas práticas e conhecimentos desses povos; a Política Nacional de Gestão Ambiental e Territorial de Terras Indígenas (Decreto nº 7.747, de 5 de junho de 2012) é um exemplo de política pública que auxilia na efetivação da segurança territorial e de práticas produtivas sustentáveis (Barreto Filho *et al.* 2021).

- ◆ As diferenças entre os pressupostos e formas de produção de conhecimentos (ontologias e epistemologias) de atores externos (apoiadores dos projetos) e das comunidades devem ser reconhecidas pelos parceiros. A partir desse reconhecimento, é possível estabelecer diálogos mais eficientes entre os saberes na implantação e execução do projeto, de maneira que tanto os técnicos quanto as comunidades avancem no entendimento entre si, de forma mais equitativa, com apreciação e respeito (Bensusan, 2019). Isso é importante, visto que, para haver inovação tecnológica, é necessário valorizar o conhecimento local marginalizado (Medina *et al.* 2022; Abramovay *et al.* 2021) e endereçar desbalanços de poder entre diferentes tipos de atores (Campos-Silva *et al.* 2020; Medina *et al.* 2022). Protocolos “bioculturais comunitários” e protocolos de consulta, por exemplo, são instrumentos elaborados por comunidades para comunicar para atores externos – parceiros comerciais e outros – como a comunidade se organiza, trabalha e deve ser consultada.
- ◆ Muitas vezes, há mais chances de sucesso do projeto quando as instâncias de governança local compartilham valores de “sentido de identidade” do grupo e ajudam a criar e/ou promover valores/objetivos comuns em relação ao projeto. É preciso também fortalecer, ou criar, espaços

para elaboração de regras dentro do projeto, que contemplem mecanismos preexistentes na governança local – principalmente regras de apropriação e provisão dos recursos naturais e financeiros com os quais o projeto lida – para tomadas de decisão e resolução de conflitos, de maneira a promover uma distribuição de benefícios considerada justa pelo grupo. Esses espaços podem incluir outros atores, como os órgãos de assistência técnica. Além disso, é preciso privilegiar mecanismos da governança local preexistentes ou criar mecanismos capazes de realizar a gestão adaptativa do projeto (Pagdee *et al.* 2016; Medina *et al.* 2022; Ostrom 1990, 2005, 2010).

- ◆ Aninhar nos projetos as formas locais de organização com outras iniciativas em outros níveis de governança (Pagdee *et al.* 2016; Ostrom 2010; Cordeiro-Beduschi *et al.* 2022). Por exemplo, criar redes de apoio institucional e modelos de financiamento capilarizados e contínuos ao projeto, bem articulados com a governança local (Barreto Filho *et al.* 2021). Construir e manter um projeto de manejo de recursos naturais de base comunitária de longo prazo requer esforço coletivo (rede de atores) e recursos financeiros. As formas de governança local comunitárias preexistentes não podem e não devem sustentar, por si só, os investimentos de recursos humanos e financeiros para projetos inovadores. Assim, é importante um arranjo institucional que facilite o acesso aos recursos (Vidal *et al.* 2021).

Tabela 1 A primeira coluna lista os princípios de governança (Ostrom 1990, 2005). As duas colunas a seguir refletem as características que destacamos, ao longo do documento, como importantes para fortalecer a governança local. As cores ressaltam as características em comum com os princípios de governança. As características que não possuem cores são aquelas que promovem a ação coletiva. Legenda: RUC = recursos de uso comum.

Princípios de Desenho Institucional (Ostrom 1990)	Pontos avaliados pela bibliografia	
1) Limites bem definidos	Identidade de grupo, valores e alinhamento de objetivos	Identidade coletiva dentro da comunidade
2) Coerência entre as regras de apropriação e provisão com as condições locais	Instâncias coletivas para elaborar regras, tomar decisões e resolver conflitos	Regras de apropriação e provisão
3) Arranjos de eleição coletiva		Manejo adaptativo
4) Supervisão: monitoramento ativo das condições dos RUC		Planejamento a longo prazo
5) Sanções graduadas	Protocolos comunitários bioculturais: manejo das mesmas línguas	Interesses em comum e incentivos entre atores
6) Mecanismo de resolução de conflito	Troca de experiências	Direitos de propriedade definidos
7) Reconhecimento mínimo dos direitos organizacionais	Rede institucional de apoio: autoridades públicas, iniciativas próprias	Dependência contextual
8) Entidades aninhadas	Ação multinível	Reconhecimento do conhecimento local marginalizado
		Diálogo entre conhecimentos (ciência e conhecimento tradicional)

Conclusão e recomendações

As mudanças climáticas oferecem grandes desafios para a manutenção da sustentabilidade de sistemas de manejo de recursos naturais por comunidades indígenas, tradicionais e quilombolas na Amazônia. Os principais desafios são: a redução na aptidão das áreas para produção, a redução das áreas de adequação ambiental e a redução da produção de recursos utilizáveis e comercializáveis por comunidades amazônicas. Uma vez que haja a percepção desses efeitos sobre os sistemas de produção, principalmente pelas comunidades envolvidas, é sugerida uma série de soluções técnicas para promover mitigação ou adaptação a esses impactos, por exemplo: uso de culturas mais resistentes, diversificação da produção, mudança do calendário agrícola, mudança de local da lavoura e

adaptação das práticas de manejo de recursos naturais (peixes, madeira, produtos não madeireiros).

Argumentamos que essas soluções técnicas necessitam do fortalecimento da governança pelas comunidades envolvidas nos projetos, para que sejam executadas e sustentadas a longo prazo, e para que possam garantir seu sucesso. Apresentamos também cinco pontos estratégicos para o fortalecimento da governança local: 1) promover a segurança territorial e outros direitos fundamentais às comunidades envolvidas; 2) promover valores e objetivos compartilhados em relação ao projeto; 3) ter boas regras e acordos de funcionamento bem definidos; 4) promover ações e soluções com base no diálogo entre conhecimentos; 5) relacionar a governança local com outras formas de governança multinível e multiescalar.

O fortalecimento da governança local, combinado com as soluções técnicas fornecidas por cientistas, políticas públicas ou pela iniciativa privada, proporciona maior capacidade adaptativa das comunidades – incluindo suas formas de governança – em relação aos desafios impostos pelas mudanças climáticas sobre seus sistemas de produção (Figura 1). Esse fortalecimento é o pilar de sustentação de iniciativas de manejo e conservação de base comunitária no longo prazo. Projetos de larga escala que não dialogam com o nível local, diretamente implicados nos sistemas socioecológicos amazônicos, estão fadados ao fracasso, seja por falta de capilaridade social, seja por insustentabilidade econômica e ecológica.

Nesse sentido, a atenção às ações locais, participativas, alinhadas às perspectivas das comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas, pode proporcionar o fortalecimento de projetos e políticas de abrangência mais amplas, em nível da região pan-amazônica. Tais medidas devem garantir a sustentabilidade de modos de produção que mantêm a floresta em pé e os rios abundantes em formas de vida. Considerando o cenário de emergência climática atual, bem como as estimativas futuras para o bioma amazônico, esse tipo de engajamento com as comunidades torna-se uma importante solução para o controle dessa crise. As comunidades tradicionais precisam necessariamente ser incorporadas nesse processo, para que esses projetos atinjam seu potencial de recuperação e manutenção da renda dos comunitários e consequente apoio na mitigação das mudanças climáticas em curso.

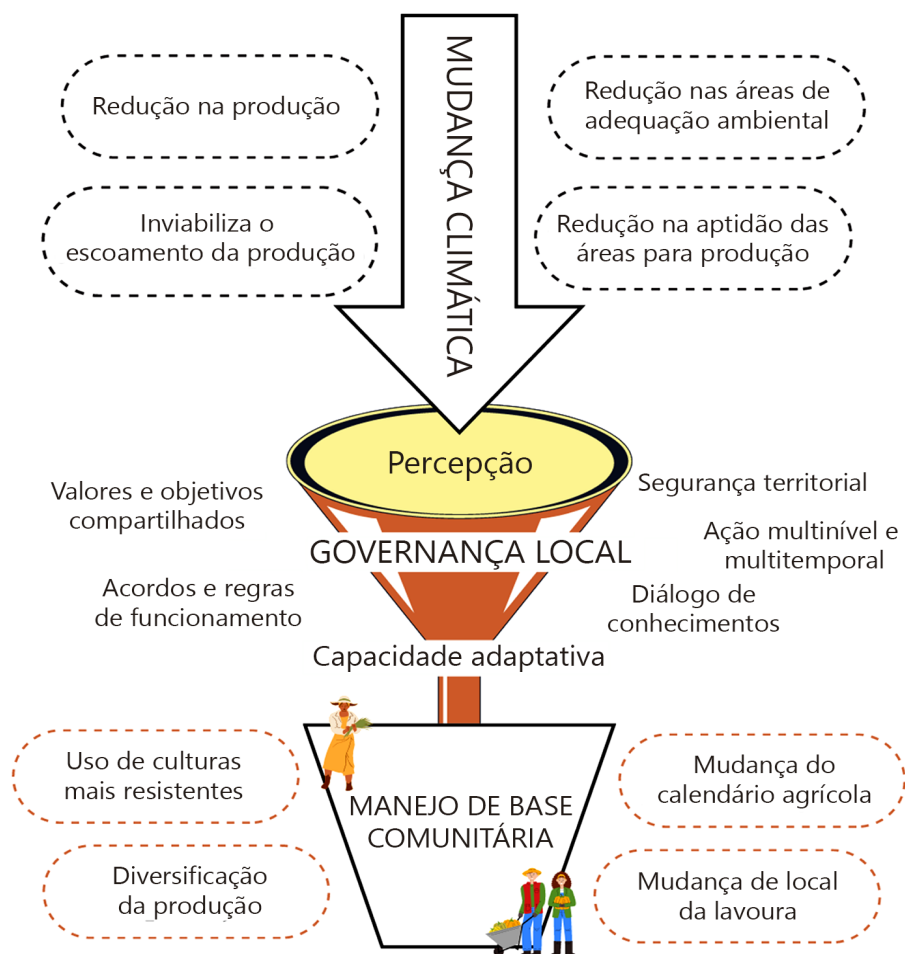


Figura 1 Resumo ilustrativo de como a governança local pode superar os desafios impostos pelas mudanças climáticas aos projetos de manejo sustentável de recursos naturais.

Agradecimentos – À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo por fomentar a participação dos autores na Escola São Paulo de Ciência Avançada – Amazônia Sustentável e Inclusiva, possibilitando o encontro de diferentes pesquisadores, o que culminou na realização deste manuscrito. Aos palestrantes Marlúcia Martins (Museu Goeldi), Paulo Moutinho (IPAM), Lauro Barata (UFOPA), Helder Lima de Queiroz (Instituto Mamirauá) e Gustavo Silveira (OPAN), que compartilharam suas experiências durante a elaboração da ideia inicial desta proposta. A participação de Fernando Elias, um dos autores, recebeu apoio financeiro do Programa BJT-FAPESPA (Processo nº 2021/658588) da Universida-

de Federal do Pará. Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio ao projeto “São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA (Processo nº 2022/06028-3)” e a todos os professores e colegas que participaram do SPSAS Amazônia e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

- ABRAMOVAY, R., FERREIRA, J., COSTA, F. D. A., EHRlich, M., CASTRO EULER, A. M., YOUNG, C. E. F. & VILLANOVA, L. 2021. The new bioeconomy in the Amazon: Opportunities and challenges for a healthy standing forest and flowing rivers. **Science Panel for the Amazon, Amazon Assessment Report**.
- ANTONELLI, A., ZIZKA, A., CARVALHO, F. A., SCHARN, R., BACON, C. D., SILVESTRO, D. & CON-DAMINE, F. L. 2018. Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 115, 6034-6039.
- ASSENG, S., EWERT, F., MARTRE, P., RÖTTER, R. P., LOBELL, D. B., CAMMARANO, D., KIMBALL, B. A., OTTMAN, M. J., WALL, G. W. & WHITE, J. W. 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. **Nature climate change**, 5, 143-147.
- ASSIS, T. O., AGUIAR, A. P. D., VON RANDOW, C. & NOBRE, C. A. 2022. Projections of future forest degradation and CO2 emissions for the Brazilian Amazon. **Science Advances**, 8, eabj3309.
- ATHAYDE, S., SHEPARD, G., CARDOSO, T., VAN DER VOORT, H., ZENT, S., PEÑA, M. & ZAMBRANO, A. 2021. Critical Interconnections between Cultural and Biological Diversity of Amazonian Peoples and Ecosystems. Science Panel for the Amazon, Amazon Assessment Report.
- BARRETO FILHO, H. T., RAMOS, R., BARRA, C. S., BARROSO, M., BILBAO, B., CARON, P., GRUPIONI, L. D. B., HILDEBRAND, M., JARRETT, C., PEREIRA JUNIOR, D., MOUTINHO, P., PAINTER, L., PEREIRA, H. S., RODRÍGUEZ, C. 2021. Strengthening land and natural resource governance and management: Protected areas, Indigenous lands, and local communities' territories. Science Panel for the Amazon, Amazon Assessment Report.
- BELTRÁN-TOLOSA, L. M., NAVARRO-RACINES, C., PRADHAN, P., CRUZ-GARCIA, G. S., SOLIS, R. & QUINTERO, M. 2020. Action needed for staple crops in the Andean-Amazon foothills because of climate change. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, 25, 1103-1127.
- BENSUSAN, N. 2019. Do que é feito o encontro. 1. ed. Brasília: IEB Mil Folhas. v. 1. 145p.
- BERGAMO, D., ZERBINI, O., PINHO, P. & MOUTINHO, P. 2022. The Amazon bioeconomy: Beyond the use of forest products. Elsevier.
- BRANDÃO, D. O., BARATA, L. E. S. & NOBRE, C. A. 2022. The effects of environmental changes on plant species and forest dependent communities in the Amazon region. **Forests**, 13, 466.

- BRIENEN, R. J. W., PHILLIPS, O. L., FELDPAUSCH, T. R., GLOOR, E., BAKER, T. R., LLOYD, J., LOPEZ-GONZALEZ, G., MONTEAGUDO-MENDOZA, A., MALHI, Y. & LEWIS, S. L. 2015. Long-term decline of the Amazon carbon sink. **Nature**, 519, 344-348.
- BRONDIZIO, E. S., DELAROCHE, M., JÚNIOR, R. N., NASUTI, S., LE TOURNEAU, F.-M. & NEGRAO, M. P. 2019. Instituições e ação coletiva na amazônia: uma abordagem metodológica e análise comparativa inicial das localidades de estudo DURAMAZ. NUMA/UFPa.
- CAMPOS-SILVA, J. V., HAWES, J. E., ANDRADE, P. C. M. & PERES, C. A. 2018. Unintended multispecies co-benefits of an Amazonian community-based conservation programme. **Nature Sustainability**, 1, 650-656.
- CAMPOS-SILVA, J. V., HAWES, J. E., FREITAS, C. T., ANDRADE, P. C. M. & PERES, C. A. 2020. Community-based management of Amazonian biodiversity assets. **Participatory biodiversity conservation: Concepts, experiences, and perspectives**, 99-111.
- CASTELLO, L., VIANA, J. P., WATKINS, G., PINEDO-VASQUEZ, M. & LUZADIS, V. A. 2009. Lessons from integrating fishers of arapaima in small-scale fisheries management at the Mamirauá Reserve, Amazon. **Environmental management**, 43, 197-209.
- CORDEIRO-BEDUSCHI, LIVIAM E., ADAMS, C., ARAUJO, L. G. DE, PADOVEZI, A., BUZATI, J. R., SCHMIDT, M. V. C., SANTOS, R. R. 2022. Ação coletiva multinível e inovação socioecológica na governança florestal. Estudos Avançados (Online), v. 36, p. 257-272.
- COSTA, F. D. A., NOBRE, C., GENIN, C., FRASSON, C. M. R., FERNANDES, D. A., SILVA, H., VICENTE, I., SANTOS, I. T., FELTRAN-BARBIERI, R. & FOLHES, R. V. N. E. R. 2022. Bioeconomy for the Amazon: concepts, limits, and trends for a proper definition of the tropical forest biome. Working Paper. São Paulo, Brasil: WRI Brasil. 2022. Available online at ...
- COSTA, M. H., FLECK, L. C., COHN, A. S., ABRAHÃO, G. M., BRANDO, P. M., COE, M. T., FU, R., LAWRENCE, D., PIRES, G. F. & POUSA, R. 2019. Climate risks to Amazon agriculture suggest a rationale to conserve local ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 17, 584-590.
- COX, M., ARNOLD, G. & VILLAMAYOR-TOMAS, S. 2015. A review of design principles for community-based natural resource management. **Elinor Ostrom and the Bloomington School of Political Economy: resource governance**. Lexington Books, Lanham, Maryland, 249-280.
- DE ANDRADE, R. A., SACOMANO NETO, M. & CANDIDO, S. E. A. 2022. Implementing community-based forest management in the Brazilian Amazon Rainforest: a strategic action fields perspective. **Environmental Politics**, 31, 519-541.
- DIETZ, T., SHWOM, R. L. & WHITLEY, C. T. 2020. Climate change and society. **Annual Review of Sociology**, 46, 135-158.
- ERFANIAN, A., WANG, G. & FOMENKO, L. 2017. Unprecedented drought over tropical South America in 2016: significantly under-predicted by tropical SST. **Scientific reports**, 7, 5811.
- ERIKSEN, P. J., THORNTON, P. K., NOTENBAERT, A. M. O., CRAMER, L., JONES, P. G. & HERRERO, M. T. 2011. Mapping hotspots of climate change and food insecurity in the global tropics. **CCAFS report**.
- ESQUIVEL-MUELBERT, A., BAKER, T. R., DEXTER, K. G., LEWIS, S. L., BRIENEN, R. J. W., FELDPAUSCH, T. R., LLOYD, J., MONTEAGUDO-MENDOZA, A., ARROYO, L. & ÁLVAREZ-DÁVILA, E. 2019. Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, 25, 39-56.
- ESQUIVEL-MUELBERT, A., PHILLIPS, O. L., BRIENEN, R. J. W., FAUSET, S., SULLIVAN, M. J. P., BAKER, T. R., CHAO, K.-J., FELDPAUSCH, T. R., GLOOR, E. & HIGUCHI, N. 2020. Tree mode of death and mortality risk factors across Amazon forests. **Nature communications**, 11, 5515.
- ESTEVO, M. D. O., JUNQUEIRA, A. B., REYES-GARCÍA, V. & CAMPOS-SILVA, J. V. 2022. Understanding Multidirectional Climate Change Impacts on Local Livelihoods through the Lens of Local Ecological Knowledge: A Study in Western Amazonia. **Society & Natural Resources**, 1-18.
- EVANGELISTA-VALE, J. C., WEIHS, M., JOSÉ-SILVA, L., ARRUDA, R., SANDER, N. L., GOMIDES, S. C., MACHADO, T. M., PIRES-OLIVEIRA, J. C., BARROS-ROSA, L. & CASTUERA-OLIVEIRA, L. 2021. Climate

change may affect the future of extractivism in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, 257, 109093.

FREDUAH, G., FIDELMAN, P. & SMITH, T. F. 2019. A framework for assessing adaptive capacity to multiple climatic and non-climatic stressors in small-scale fisheries. **Environmental Science & Policy**, 101, 87-93.

FUNATSU, B. M., DUBREUIL, V., RACAPÉ, A., DEBORTOLI, N. S., NASUTI, S. & LE TOURNEAU, F.-M. 2019. Perceptions of climate and climate change by Amazonian communities. **Global Environmental Change**, 57, 101923.

HASEGAWA, T., FUJIMORI, S., HAVLÍK, P., VALIN, H., BODIRSKY, B. L., DOELMAN, J. C., FELLMANN, T., KYLE, P., KOOPMAN, J. F. L. & LOTZE-CAMPEN, H. 2018. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. **Nature Climate Change**, 8, 699-703.

IGAWA, T. K., TOLEDO, P. M. D. & ANJOS, L. J. S. 2022. Climate change could reduce and spatially reconfigure cocoa cultivation in the Brazilian Amazon by 2050. **Plos one**, 17, e0262729.

IPCC (2023). Summary for Policymakers - Synthesis Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Sixth Assessment Report (AR6). Geneva: World Meteorological Organization.

ALLEN, M., BABIKER, M., CHEN, Y., DE CONINCK, H., CONNORS, S. et al. (Eds.), Global Warming of 1.5C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (pp. 1-32). Geneva: World Meteorological Organization.

LIMA, D. & POZZOBON, J. 2005. Amazônia socioambiental: sustentabilidade ecológica e diversidade social. **Estudos Avançados**, 19.

LOVEJOY, T. E. & NOBRE, C. 2019. Amazon tipping point: Last chance for action. **Science Advances**, 5, eaba2949.

MARENGO, J. A., JIMENEZ, J. C., ESPINOZA, J.-C., CUNHA, A. P. & ARAGÃO, L. E. O. 2022. Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia-Cerrado transition zone. **Scientific Reports**, 12, 457.

MATRICARDI, E. A. T., SKOLE, D. L., COSTA, O. B., PEDLOWSKI, M. A., SAMEK, J. H. & MIGUEL, E. P. 2020. Long-term forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, 369, 1378-1382.

MEDINA, G., PEREIRA, C., FERREIRA, J., BERENQUER, E. & BARLOW, J. 2022. Searching for Novel Sustainability Initiatives in Amazonia. **Sustainability**, 14, 10299.

MEINZEN-DICK, R. & MWANGI, E. 2009. Cutting the web of interests: Pitfalls of formalizing property rights. **Land use policy**, 26, 36-43.

MONDAL, S., K. MISHRA, A., LEUNG, R. & COOK, B. 2023. Global droughts connected by linkages between drought hubs. **Nature Communications**, 14, 144.

OSTROM, E. 1990. **Governing the commons: The evolution of institutions for collective action**, Cambridge university press.

OSTROM, E. 2005. Doing institutional analysis digging deeper than markets and hierarchies. **Handbook of new institutional economics**, 819-848.

OSTROM, E. 2010. Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. **American economic review**, 100, 641-672.

PAGDEE, A; KIM, Y; DAUGHERTY, P. J. 2007. What Makes Community Forest Management Successful: A Meta-Study from Community Forests Throughout the World. *Society and Natural Resources*, 19:33-52.

PASTANA, D. N. B., MODENA, É. D. S., WADT, L. H. D. O., NEVES, E. D. S., MARTORANO, L. G., LIRA-GUEDES, A. C., SOUZA, R. L. F. D., COSTA, F. F., BATISTA, A. P. B. & GUEDES, M. C. 2021. Strong El Niño reduces fruit production of Brazil-nut trees in the eastern Amazon. **Acta Amazonica**, 51, 270-279.

- PÖRTNER, H.-O., ROBERTS, D. C., ADAMS, H., ADLER, C., ALDUNCE, P., ALI, E., BEGUM, R. A., BETTS, R., KERR, R. B. & BIESBROEK, R. 2022. **Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability**, IPCC Geneva, Switzerland.
- REIS, S.M., MARIMON, B.S., ESQUIVEL-MUELBERT, A., MARIMON JR, B.H., MORANDI, P.S., ELIAS, F., DE OLIVEIRA, E.A., GALBRAITH, D., FELDPAUSCH, T.R., MENOR, I.O., MALHI, Y. & PHILLIPS, O.L. 2022. Climate and crown damage drive tree mortality in southern Amazonian edge forests. **Journal of Ecology** 110(4):876–888.
- SCARANO, F. R. 2017. Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. **Perspectives in Ecology and Conservation** 15(2), 65-73.
- SILVA, E. G., REARDON, H. M., SOARES, A. M. V. M. & AZEITEIRO, U. M. 2021. Identity and environment: Historical trajectories of 'traditional' communities in the protection of the Brazilian Amazon. **Sustainability in Natural Resources Management and Land Planning**. Springer.
- SMIT, B. & WANDEL, J. 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global environmental change**, 16, 282-292.
- SMITH, C., BAKER, J. C. A. & SPRACKLEN, D. V. 2023. Tropical deforestation causes large reductions in observed precipitation. **Nature**, 1-6.
- SUNDERLIN, W. D., ANGELSEN, A., BELCHER, B., BURGERS, P., NASI, R., SANTOSO, L. & WUNDER, S. 2005. Livelihoods, forests, and conservation in developing countries: an overview. **World Development**, 33, 1383-1402.
- VIDAL, S., ALMEIDA, A. 2021. Sustentabilidade da produção de óleos e manteigas vegetais em comunidade amazônica - RESEX Médio Juruá. **Research, Society and Development**, 10 (3).

Sobre os autores

Fernando Elias é Biólogo pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Mestrado em Ecologia e Conservação pela UNEMAT e Doutorado em Ecologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atualmente faz seu pós-doutorado na EMBRAPA Amazônia Oriental, com bolsa CNPq. <https://orcid.org/0000-0001-9190-1733>

Hernani Fernandes Magalhães de Oliveira é Biólogo formado pela Universidade de Brasília (UnB), com mestrado em Biologia Animal também pela UnB, e doutorado em Ecologia Molecular pela Universidade de Londres. Atualmente trabalha como pesquisador pós-doutor na Universidade Federal do Paraná (UFPR). <https://orcid.org/0000-0001-7040-8317>

José Cândido Lopes Ferreira é Filósofo, formado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é Mestre em antropologia pela mesma universidade e Doutor em antropologia social pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente, trabalha como indigenista na organização Operação Amazônia Nativa (Opan). <https://orcid.org/0000-0003-2773-041X>

Marcela Aparecida Campos Neves Miranda é Bióloga formada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), possui mestrado e doutorado em Ecologia pela mesma instituição. Atualmente, ela está realizando pesquisa de pós-doutorado em Ciência do Sistema Terrestre no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no Brasil, enquanto também atua como pesquisadora visitante no Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Cornell University. <https://orcid.org/0000-0001-6994-8690>

Raquel Rodrigues dos Santos é Bióloga, formada pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), com mestrado em Ecologia e Recursos Naturais pela mesma universidade e doutorado em Ciências (Ecologia Aplicada) pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente presta serviços como pesquisadora e consultora para o Instituto Socioambiental (ISA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). <https://orcid.org/0000-0003-1299-8755>

Silvia Krystal Bedregal Flores é Bióloga, formada pela Universidade Mayor de San Andrés (UMSA), com mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável pelo Centro de Pós-Graduação em Ciências do Desenvolvimento (CIDES – UMSA). Atualmente, ela está finalizando sua tese de doutorado em Ciências do Desenvolvimento Rural na mesma instituição. <https://orcid.org/0000-0001-6280-7131>

Zilza Thayane Matos Guimarães é Engenheira Florestal, formada pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), com mestrado e doutorado em Ciências de Florestas Topicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Atualmente é docente voluntária na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). <https://orcid.org/0000-0002-3375-009X>



A transdisciplinaridade é imprescindível para reformular um futuro sustentável para a Amazônia

Pedro M. Krainovic¹; Carine Emer²; Januária Mello³;
Aldilene da Silva Lima⁴; Angie Vanessa Caicedo⁵;
Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário⁴; João Vitor Campos-Silva⁶

¹ Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil –
pedrokrainovic@usp.br

² Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Jardim Botânico,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil – cemer09@gmail.com

³ Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, Unicamp, Brasil;
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária –
januariapmello@gmail.com

⁴ Laboratório de Química dos Produtos Naturais, Universidade Federal do Maranhão,
Programa de Pós-Graduação em Química, São Luís, Maranhão, Brasil –
aldileney@hotmail.com

⁵ Laboratório de Alimentação e Nutrição Humana, Universidade de Antioquia, Medellín,
Colômbia – angie.caicedo@udea.edu.co

⁶ Laboratório de Química dos Produtos Naturais, Universidade Federal do Maranhão,
Programa de Pós-Graduação em Química, São Luís, Maranhão, Brasil –
carlajanaina_rm@hotmail.com

⁷ Instituto Juruá, Amazonas, Brasil. jvpiedade@gmail.com

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_011

RESUMO

A Amazônia, com sua natureza multidimensional, diversa em organismos, culturas e em seus aspectos biofísicos, tem papel de destaque na regulação do clima e no provisionamento de serviços ecossistêmicos essenciais à vida na Terra. Sua natureza complexa leva a problemas igualmente complexos na relação homem-natureza, havendo urgência da promoção de discussões transdisciplinares que visem à criação de soluções inovadoras, equitativas, justas e sustentáveis. Neste trabalho, apresentamos a opinião de profissionais da academia, empresas, agências de fomento, organizações não-governamentais, sociedade civil e governo, de diversas áreas de conhecimento (ciências ambientais, sociais, biológicas e de saúde), sobre como performar uma ciência transdisciplinar e inclusiva com o objetivo de encontrar soluções para a sustentabilidade e para a conservação da Amazônia. Aplicamos um questionário semiestruturado com cinco questões discursivas complementares que visam sintetizar as múltiplas visões para a aplicação de ciência transdisciplinar no contexto amazônico. Formação dos cientistas, valorização do conhecimento tradicional, espaços e tempo mais amplos para promover integração do conhecimento e co-criação de políticas envolvendo múltiplos atores foram apontados tanto como os principais gargalos quanto como as principais soluções para uma ciência transdisciplinar no ambiente acadêmico e na tomada de decisões políticas. A maioria dos entrevistados já havia passado por experiências transdisciplinares durante sua formação, evidenciando que existem diversas iniciativas pontuais para promoção e implementação desta. No entanto, salientamos que é necessária uma maior articulação entre grandes grupos de pesquisa e agências financiadoras para que essas experiências possam estar conectadas a um processo transformativo de longo prazo, fundamental para consolidação das práticas transdisciplinares nos diversos setores da sociedade.

Palavras-chave: Amazônia, transdisciplinaridade, conservação, soluções sustentáveis, inclusão social.

Introdução

A transdisciplinaridade integra diferentes campos do conhecimento para resolver problemas complexos que ultrapassam as disciplinas individuais (Nicolescu 2014). Essa abordagem é importante para enfrentar desafios globais, como o impacto humano no clima (IPCC 2022), a sobre-exploração de recursos naturais (Pörtner *et al.* 2021), a desigualdade social (Scherhauer 2021), o aproveitamento de serviços ecossistêmicos (Geerts 2008) e a resiliência socioecológica (Folke *et al.* 2016). Ao reconhecer que problemáticas complexas não podem ser resolvidas por meio de uma única disciplina ou perspectiva, a transdisciplinaridade é necessária para a discussão sobre sustentabilidade e desenvolvimento em múltiplas escalas, questões que exigem a integração de diferentes perspectivas para objetivos comuns.

A Amazônia é uma região de 7 milhões de quilômetros quadrados que abrange nove países, com grande diversidade de flora, fauna, comunidades indígenas e conhecimentos ancestrais. São milhões de espécies de plantas e animais, muitas das quais ainda desconhecidas pela ciência, e mais de 3.300 comunidades indígenas e tradicionais com grande diversidade cultural, linguística e de conhecimentos ancestrais sobre o uso dos recursos naturais (Raisg 2023). No entanto, a região enfrenta problemas como a degradação ambiental, o desmatamento, a mineração, o garimpo ilegal, a grilagem de terras e a exploração ilegal de recursos naturais, atividades humanas que têm causado impactos negativos à biodiversidade da região e à vida das comunidades que dependem diretamente dela (Lapola *et al.* 2023). Por outro lado, a Amazônia também apresenta potencialidades únicas para soluções sustentáveis no que tange à relação homem-natureza, exercendo papel crucial na provisão de serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima, o provisionamento de água, a polinização, o sequestro de carbono, a proteção do solo e a prospecção de produtos como medicamentos, madeira, alimentos e ingredientes naturais de alto valor agregado (Costanza *et al.* 1997; Levis *et al.* 2020). É importante, portanto, pensar multidimensionalmente no uso dos recursos da região e no uso sustentável aliado aos direitos das comunidades e à capacidade de suporte da floresta.

A transdisciplinaridade pode ser uma abordagem catalisadora na resolução dos problemas complexos da Amazônia, integrando diferentes sistemas de conhecimento e epistemologias que foram negligenciados pela postura colonial das perspectivas hegemônicas na América Latina (Taylor 2012). Porém, a aplicação de uma abordagem transdisciplinar enfrenta muitos desafios, incluindo diferenças linguísticas, de perspectivas e metodologias, hierarquia disciplinar e

dificuldades na obtenção de recursos financeiros para a realização de pesquisas transdisciplinares. Além disso, a falta de coordenação e a resistência à mudança também precisam ser equacionadas. Para superar esses potenciais entraves, é importante ter uma abordagem colaborativa e aberta, incentivar a comunicação e a compreensão mútua, ter um líder e um processo de coordenação eficaz e estar aberto a experimentar novas abordagens e ideias (Jahn & Keil 2015).

Considerando a necessidade de criação de espaços para a discussão de questões multifacetadas e interconectadas, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) organizou a Escola São Paulo de Ciência Avançada Amazônia Sustentável e Inclusiva (ESPCA Amazônia) com o objetivo de promover o avanço da ciência e tecnologia em prol da Amazônia, com ênfase na sustentabilidade e inclusão social. Profissionais de diversas áreas se reuniram em São Pedro (SP), entre 21 de novembro e 5 de dezembro de 2022, com o objetivo de discutir, colaborar e integrar conhecimentos para solucionar problemas da Amazônia. A interação entre disciplinas e a abordagem holística foram amplamente discutidas no primeiro módulo do curso, com o objetivo de compreender fenômenos multifacetados da região. Essa discussão buscou nivelar, inspirar e imergir os participantes/profissionais em conceitos e discussões relevantes. Nessa sintonia, o objetivo deste artigo é unir as experiências e propostas dos participantes do curso para promover conhecimentos relacionados à sustentabilidade amazônica. Por meio da aplicação de um questionário específico, os pesquisadores identificaram gargalos, propuseram soluções e compartilharam experiências de pesquisa transdisciplinar. As questões levantadas objetivam orientar futuras iniciativas na construção de uma ciência inclusiva, capaz de integrar conhecimentos de diferentes disciplinas acadêmicas e demais setores da sociedade civil na formulação de políticas públicas para a co-criação de alternativas para a conservação e sustentabilidade da Amazônia.

Material e métodos

A fim de facilitar uma investigação detalhada sobre como a ciência pode ser realizada de forma transdisciplinar e inclusiva na Amazônia, aplicamos um questionário a profissionais de diferentes especialidades, nacionalidades, gêneros, instituições e esferas de atividade que atuam na Amazônia. Os dados foram coletados durante a realização da Escola São Paulo de Ciência Avançada Amazônia Sustentável e Inclusiva (SPSAS), que ocorreu de 21 de novembro a 5 de dezembro de 2022. Um total de 93 participantes, incluindo pesquisadores das áreas de Ciências Biológicas, Agrárias, Sociais e Exatas, bem como profissionais

de organizações não-governamentais e empresas, foram convidados a preencher um questionário semiestruturado em formato de pesquisa online (questionário compartilhado via *google forms*). O objetivo do questionário foi levantar uma ampla gama de perspectivas sobre o problema central e as possíveis soluções para a interação entre o contexto humano e natural na Região Amazônica. Todos os participantes da SPSAS atenderam aos critérios de inclusão para responder ao questionário: ser maior de idade e aceitar voluntariamente o uso de dados em anonimato.

Como parte da programação da SPSAS, todos os membros da escola participaram de exposições orais de pesquisadores convidados, seguidas de intensas discussões sobre a importância da abordagem transdisciplinar na ciência, durante a primeira semana do curso. Cientes dos conceitos discutidos, bem como de suas variações e especificidades, os participantes foram, então, convidados a responder ao nosso questionário, intitulado: *Gargalos e soluções para inclusão de ciência transdisciplinar em tomadas de decisão sociopolíticas*. Na primeira parte do questionário, identificamos o perfil dos participantes, incluindo gênero, idade, nacionalidade, área de atuação, região de atuação, instituição e setor de atuação. Em seguida, foram apresentadas as seguintes questões:

- (Q1) Em sua opinião, quais são os principais gargalos para promover a ciência transdisciplinar?
- (Q2) Como construir uma ciência verdadeiramente transdisciplinar?
- (Q3) Como incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia em espaços acadêmicos?
- (Q4) Como a ciência pode se conectar com a diversidade cultural e social da Amazônia em espaços de tomada de decisão política?
- (Q5) Você já participou de experiências de ciência transdisciplinar?

As questões 1, 3 e 4 foram optativas, com respostas fechadas, enquanto as questões 2 e 5 foram discursivas. O questionário completo pode ser consultado no Material Suplementar (Anexo I).

Ética no acesso a dados sensíveis

Os participantes deram seu consentimento para a utilização dos dados informados, no qual foram garantidos a confidencialidade e o anonimato de sua identidade, bem como de seus dados pessoais e suas respostas. Para tal, incluímos um item sobre permissão e uso de dados para análise no corpo do questionário.

Roteiro metodológico e análise de dados

Houve quatro fases principais no quadro metodológico (Figura 1). Em primeiro lugar, os participantes assistiram a conferências relacionadas à “Amazônia sustentável e inclusiva” para adquirir conhecimento e se envolver em diálogos inclusivos (fase I, inspiração). Um espaço para trocas e discussões foi usado para projetar a estratégia de pesquisa para este estudo (fase II, construção do questionário). O método de amostragem foi definido por meio de um questionário digital semiestruturado, que catalisou a coleta de dados para análise e discussão posterior (fases III e IV, amostragem e análise de dados). As perguntas com respostas fechadas (Q1, Q3, Q4) foram analisadas de forma quantitativa em linguagem R (R Core Team 2015). As perguntas abertas (Q2, Q5), bem como as respostas discursivas de Q1-Q5, foram analisadas de forma qualitativa e agrupadas por categorias.

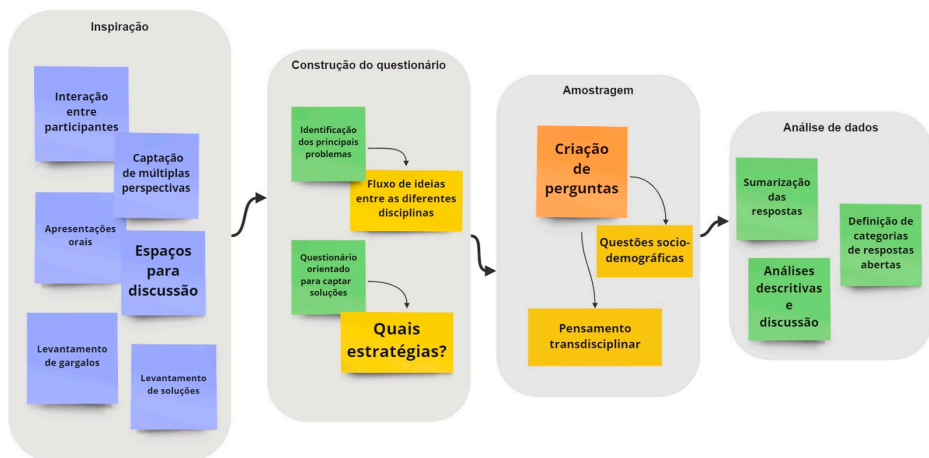


Figura 1 Fluxo metodológico descrevendo os passos para a inspiração e reflexão sobre a ciência transdisciplinar, construção do questionário, estratégia de amostragem e análise de dados.

Limitações do estudo

Uma limitação do presente estudo é que abordamos o tema transdisciplinaridade em um contexto no qual estavam presentes apenas pesquisadores. Temos clareza da necessidade de diversificar a participação de atores, incluindo indígenas, lideranças ambientais, educadores, políticos e artistas, na elaboração de um sistema de geração de conhecimento transdisciplinar na Amazônia. Essa reflexão é parte importante deste artigo e, mesmo não tendo sido contemplada na execução deste trabalho, não foi negligenciada, para que possa iluminar ações futuras. Buscamos ao máximo incorporar experiências profissionais e re-

latos provenientes de espaços acadêmicos sobre o relacionamento direto com os povos e comunidades tradicionais. Sempre que possível, inserimos cuidadosamente esse olhar nas nossas discussões, levando em consideração a importância de tratar esse tema com a devida sensibilidade.

Resultados

A seguir, apresentamos as diferentes opiniões e posicionamentos dos participantes sobre o papel da transdisciplinaridade para uma Amazônia sustentável e inclusiva. As subseções correspondem às questões apresentadas aos participantes via formulário online.

Perfil dos participantes

No total, foram respondidos 66 questionários, que serviram de base para as análises deste trabalho e correspondem a uma aderência de 70,97% dos participantes da SPSAS 2022. Destes, 35 se declararam mulheres, 29 homens e duas mulheres CIS, com faixa etária entre 29 e 64 anos (média = 39), 28 a 67 (38) e 31 a 33 anos (32), respectivamente (Figura 2A). Os participantes entrevistados são de diferentes nacionalidades, com participação expressiva de brasileiros (79,5%), seguidos de bolivianos e colombianos (6,8% cada) (Figura 2B). Nenhum dos entrevistados se identificou como membro de comunidade tradicional ou indígena.

Em relação ao perfil profissional, a maior parte dos entrevistados atua como pesquisador em instituições acadêmicas (53%), 29% são estudantes de doutorado e as demais atuações estão relacionadas a organizações não-governamentais (ONGs, 9%) e órgãos do governo (6%), sendo que nenhum dos participantes declarou atuar no setor privado (Figura 2C). Dentre as áreas de conhecimento dos participantes, destacam-se as grandes áreas das Ciências Biológicas (39%) e Humanas (35%), cujas especialidades variam amplamente, predominando Ecólogos e Antropólogos (Figura 3).

A distribuição geográfica dos participantes, tanto sua origem como áreas de atuação na Amazônia, concentrou-se principalmente no Brasil e na região da Amazônia oriental e no Equador, respectivamente (Figura 4). No entanto, 70% das instituições em que os pesquisadores atuam não estão instaladas dentro dos limites da Pan-Amazônia.

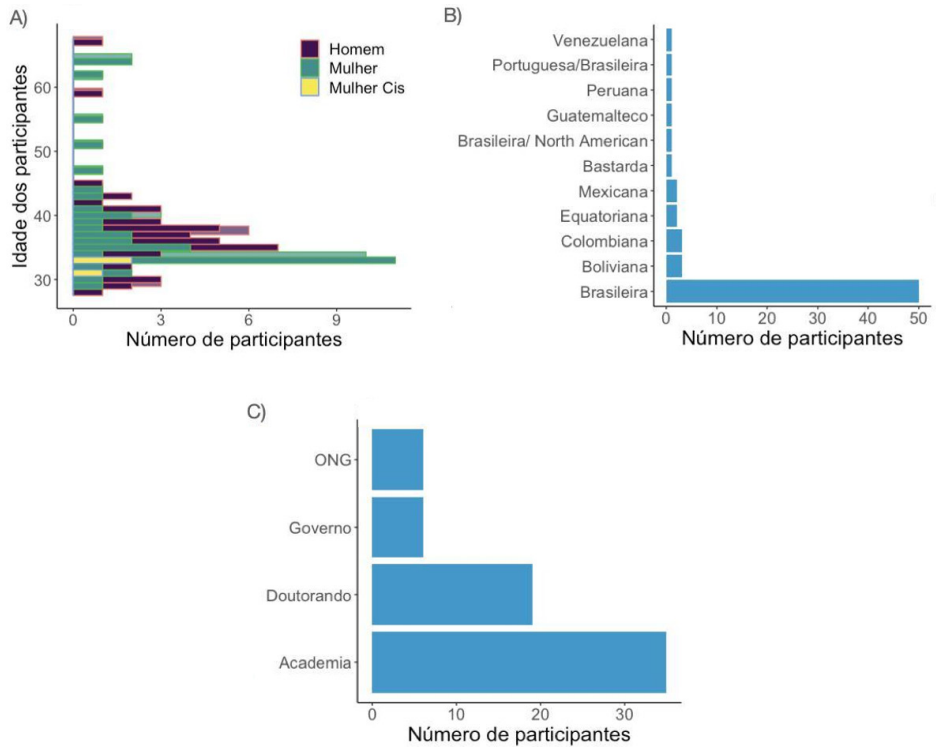


Figura 2 Perfil dos participantes que responderam ao questionário semiestruturado sobre o papel da transdisciplinaridade para um futuro sustentável da Amazônia durante a Escola de Estudos Avançados sobre Amazônia inclusiva e sustentável 2022: A) Distribuição da idade dos participantes de acordo com o gênero; B) Nacionalidade; e C) Setor de atuação dos participantes.

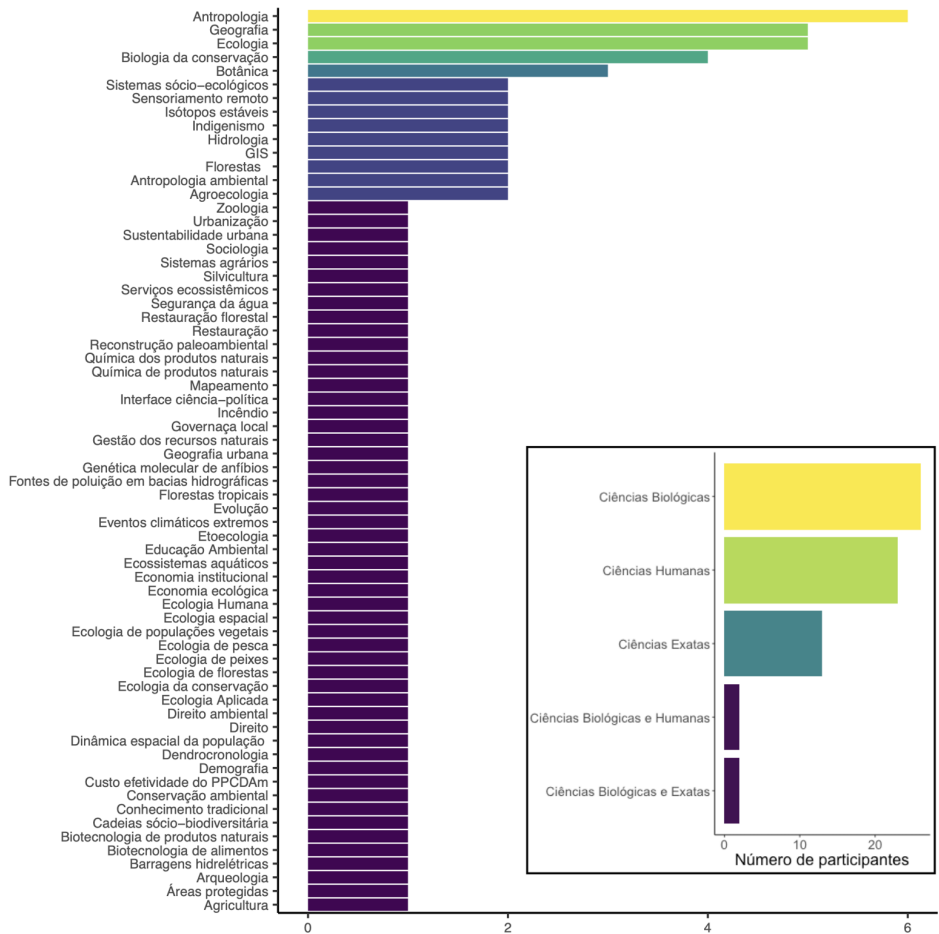


Figura 3 Enquadramento dos participantes que responderam ao questionário semiestruturado sobre o papel da transdisciplinaridade para um futuro sustentável da Amazônia durante a Escola de Estudos Avançados sobre Amazônia inclusiva e sustentável 2022, por áreas do conhecimento (*expertise*). O gráfico interno mostra as áreas do conhecimento agrupadas de acordo com as grandes áreas de atuação dos participantes entrevistados.

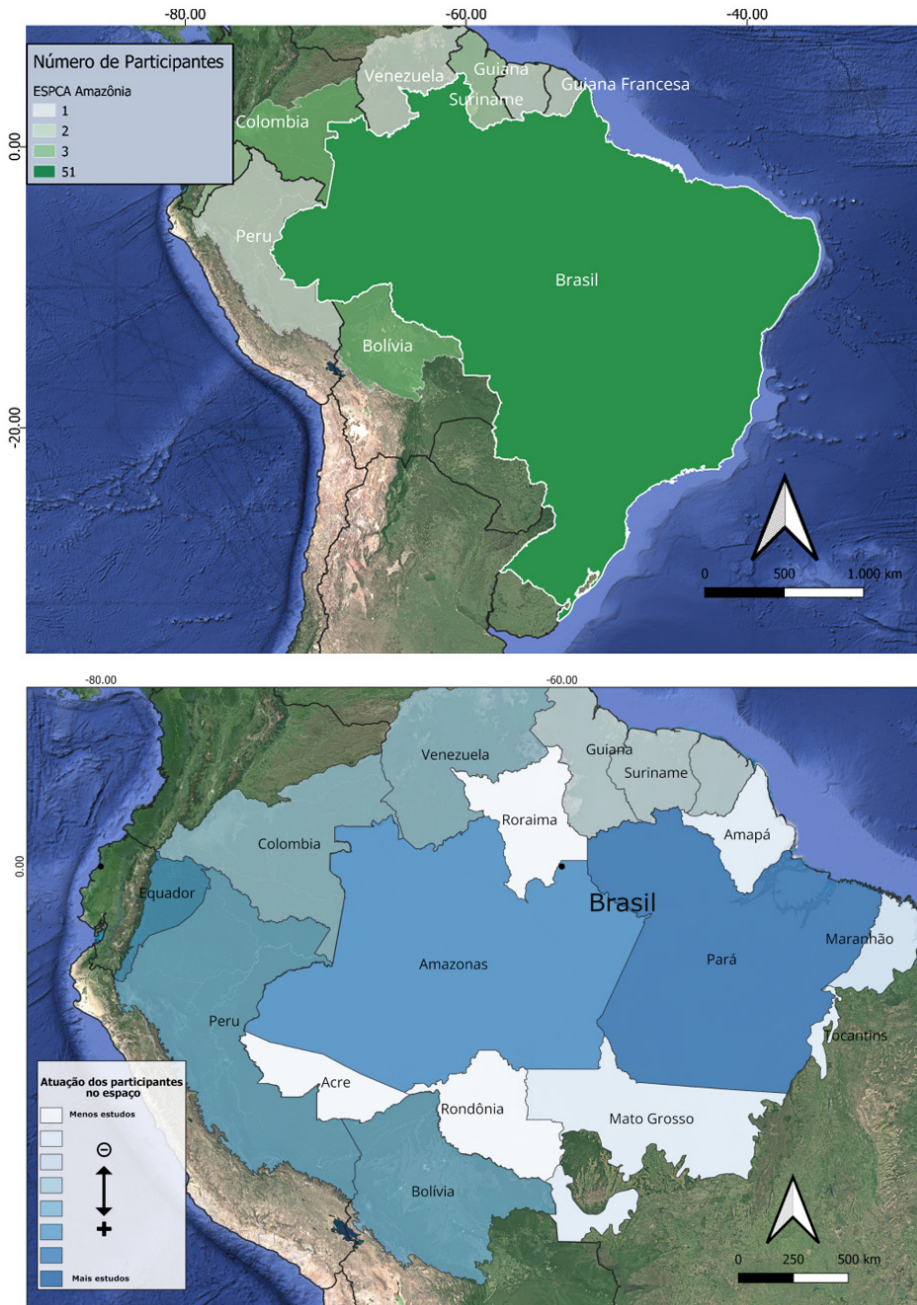


Figura 4 Mapa de distribuição, na Pan-Amazônia, da nacionalidade (painel acima) e da área de atuação (painel abaixo) dos participantes da Escola de Estudos Avançados sobre Amazônia inclusiva e sustentável 2022.

Gargalos e soluções para inclusão de ciência transdisciplinar em tomadas de decisão sociopolíticas

Q1. Principais gargalos para promover a ciência transdisciplinar

O ranking de importância para o uso da ciência transdisciplinar apontou como principal ponto de estrangulamento a formação dos cientistas, seguida de desvalorização do conhecimento tradicional e falta de espaços para promover integração do conhecimento; já como menos relevante foi citada uma linguagem não inclusiva (Figura 5). Além do ranking citado acima, os participantes descreveram outros pontos de suma importância para o uso de uma ciência transdisciplinar: metodologias transdisciplinares aliando prática e teoria, reconhecimento de formações transdisciplinares em concursos, reestruturação de métodos, programas acadêmicos e ferramentas para incluir a ciência transdisciplinar, interesse governamental, falta de recursos e interesse dos cientistas em incluir outras áreas do conhecimento, e outros (Material Suplementar – MSQ1).

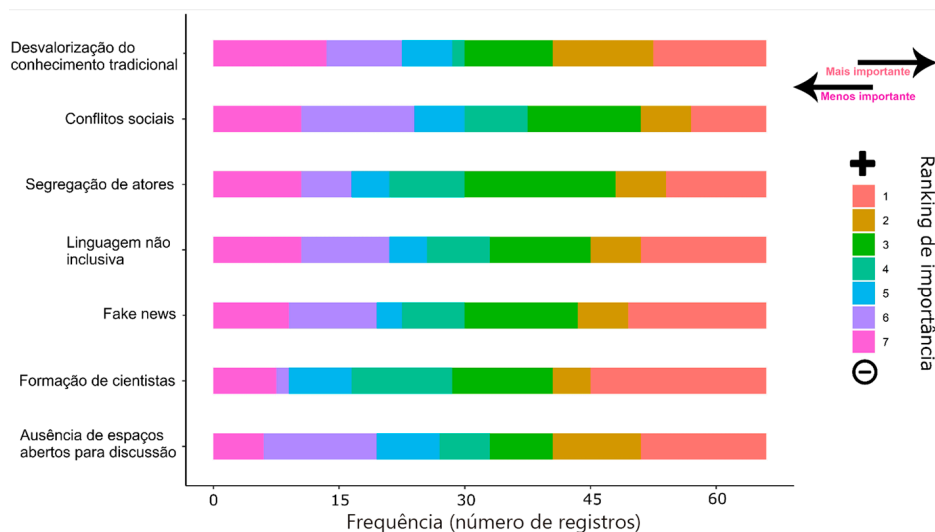


Figura 5 Principais pontos de estrangulamento para promover uma ciência transdisciplinar enumerados pelos participantes da Escola de Estudos Avançados sobre Amazônia inclusiva e sustentável 2022. Os segmentos das barras representam a frequência de participantes que consideraram os gargalos mais ou menos importantes na promoção da ciência transdisciplinar.

Q2. Como construir uma ciência verdadeiramente transdisciplinar?

Muitas respostas mencionaram o tempo como um ponto importante para desenvolver pesquisa transdisciplinar: precisa ser “suficiente”, “mais longo”, “leva tempo” e “os prazos de projetos às vezes são muito curtos para que

o entrosamento e a troca transdisciplinar ocorram". Os participantes também trouxeram a necessidade de espaços "abertos", "horizontais de co-construção", com "variedade de atores", que promovam "diálogo" e "discussão", tanto entre atores distintos como entre áreas de conhecimento variadas. Além disso, foram apontadas: necessidade de mudanças na estrutura formal de educação, maior aproximação entre academia e demais setores, maior participação de pessoas marginalizadas dos processos de pesquisa científica e de origem da realidade amazônica e valorização de conhecimentos não científicos. A capacidade de escutar também foi mencionada como uma prática necessária para a construção de conhecimentos transdisciplinares: "treinar a escuta"; "pôr em prática uma política de escuta e cuidado que promova um conhecimento co-construído através da experiência".

Foi referida a importância de linguagem e comunicação "homogênea" e "comum" para que "diferentes atores possam se expressar e ser compreendidos pelos outros, bem como uma educação de como se comportar e ouvir em diferentes ambientes". Nesse sentido, surgiu a sugestão de elaboração de "oficinas de letramento em línguas estrangeiras". Algumas habilidades foram destacadas como necessárias, como "respeito às opiniões divergentes, acolhimento do novo e humildade"; "conversa com múltiplos agentes sociais"; "combate ao egocentrismo, cartesianismo, machismo e colonialismo dos cientistas"; "boa comunicação", assim como práticas de colaboração e integração: "integrando todos os atores e conhecendo os problemas de cada lugar"; "melhor integração"; "integrar diferentes atores e de forma igualitária"; "interação franca entre os diferentes campos de conhecimento, bem como com conhecedores tradicionais"; e "através de networking com cientistas de outros países". Além disso, foi citada também a necessidade de "reunir diferentes unidades de conhecimento e estabelecer como elas se relacionam e em que divergem", "criando um vasto número de cadeias de redes transdisciplinares científicas". Interessante observar que apenas em três respostas apareceu "não saber", uma resposta disse se tratar de uma "boa questão" e um pesquisador parece ter entendido que a resposta deveria vir de quem havia feito a pergunta.

As respostas completas podem ser consultadas no Material Suplementar (MSQ2). De forma resumida, destacamos os seguintes pontos: "desenvolver processos de investigação de forma colaborativa desde o início com diferentes especialistas (aqui entendidos como aqueles que detêm conhecimentos relevantes, independentemente de serem acadêmicos ou não); elaborar projetos de pesquisa que abordam preocupações levantadas pela sociedade civil ou que combinem essas preocupações com lacunas de conhecimento científico; combi-

nar métodos desenvolvidos em conjunto com partes interessadas e especialistas que sejam verificáveis e robustos; estabelecer o diálogo entre diferentes formas de se interpretar o mundo, tratando-os como complementares e não excludentes, mas ao mesmo tempo reconhecendo diferentes interpretações (por vezes, antagônicas) para os mesmos fenômenos em estudo; a ciência verdadeiramente transdisciplinar deve ser perseguida também, sem romantizar a produção de conhecimento, mas sim reconhecendo as diferentes fontes de incerteza que podem afetar diferentes sistemas de conhecimento”.

Q3. Principais formas para incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia em espaços acadêmicos

O principal mecanismo citado, em ordem de importância, para incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia em espaços acadêmicos foi a necessidade de aplicar o conhecimento tradicional em pesquisa, seguida da criação de espaços transdisciplinares nas discussões e a formação transdisciplinar dos cientistas (Figura 6).

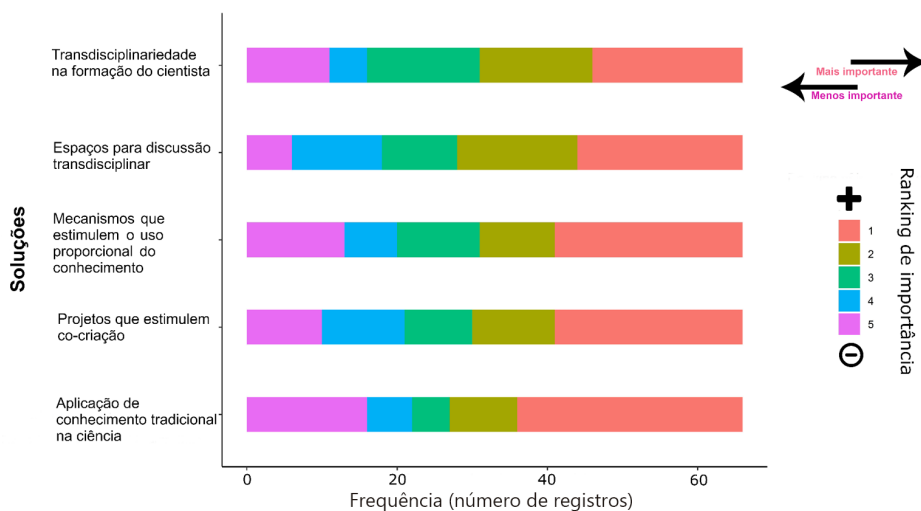


Figura 6 Principais mecanismos elencados pelos participantes da Escola de Estudos Avançados sobre Amazônia inclusiva e sustentável 2022 para incorporação de práticas científicas transdisciplinares e inclusivas dentro dos espaços acadêmicos. Os segmentos das barras representam a frequência de participantes que consideraram as soluções mais ou menos importantes.

Os participantes também citaram outros pontos relevantes, tais como: conhecimento local, linguagem indígena na produção do conhecimento, temas

propostos pela comunidade, reestruturar grades curriculares e assegurar a participação de representantes de outras epistemologias em espaços de discussão da ciência convencional (MSQ3).

Q4. Principais formas para incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia na tomada de decisões políticas?

A cocriação de políticas envolvendo múltiplos atores foi identificada como o principal mecanismo para inclusão transdisciplinar na Amazônia, seguida da necessidade de síntese do conhecimento científico para melhorar o acesso à informação (Figura 7). A partir dos questionários analisados também foi possível elencar outras formas de incorporar a diversidade cultural e social em políticas públicas, como: coprodução de conhecimento entre tomadores de decisão e atores locais e maior conexão entre conceitos científicos e locais; definição de temas de pesquisa a partir da escuta das demandas dos atores; reconhecimento da ciência, criar uma rede de paradiplomacia ambiental; postura não hierárquica perante outras explicações dos mesmos fenômenos; e criar currículo transdisciplinar (MSQ4).

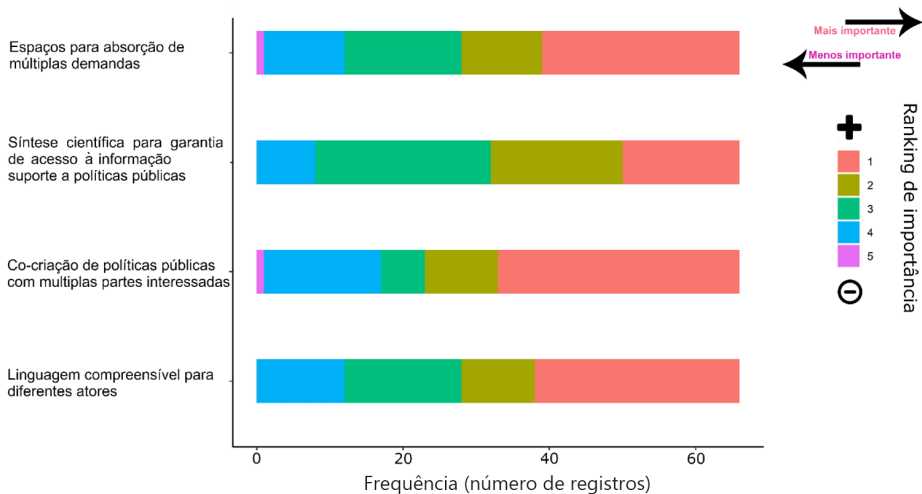


Figura 7 Principais mecanismos elencados pelos participantes da Escola de Estudos Avançados sobre Amazônia inclusiva e sustentável 2022 para inclusão de uma ciência como suporte à tomada de decisão em espaços de políticas públicas.

Q5. Participação em experiências de ciência transdisciplinar e mecanismos que tornaram a experiência bem ou malsucedida

No total, 63,6% dos participantes já tiveram algum tipo de experiência transdisciplinar, contra 36,4% que nunca tiveram contato. A maior parte das res-

postas (92%) foi positiva quanto às experiências transdisciplinares, sendo que os principais mecanismos destacados para o sucesso das experiências foram: escuta, espaço e tempo para discussões mais amplas, diálogo, linguagem e comunicação abrangentes, planejamento e objetivos comuns, inclusão de diferentes atores e áreas de conhecimento, métodos participativos, experiência e postura (ver detalhes de cada mecanismo no material suplementar, MSQ5).

No entanto, também foram elencados pontos negativos nas experiências transdisciplinares, tais como: *não ter retorno para comunidade*; projetos de pesquisa *implementados apenas por interesses puramente acadêmicos não prosperaram*; proposta do projeto de pesquisa ser concebida de forma transdisciplinar, porém a execução ser realizada por grupos separadamente; *não definir previamente o que é ser interdisciplinar*; dificuldades de linguagem e/ou expressão oral (língua estrangeira/comum); e, por fim, *a maior dificuldade é a apresentação e defesa das atividades para os órgãos decisórios*.

Discussão

A Escola São Paulo de Ciência Amazônia Sustentável e Inclusiva (SPSAS Amazônia) contou com pesquisadores de diversos países e regiões da Amazônia. Em síntese, as questões críticas relacionadas ao desenvolvimento sustentável da Amazônia incluem: (I) sensibilizar os cientistas sobre interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e conhecimento tradicional; (II) considerar diferentes perspectivas, incluindo comunidades locais e outros tomadores de decisão para favorecer a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade; (III) co-criar políticas públicas com múltiplos atores para conectar ciência e política. Neste trabalho, demonstramos a importância ressaltada pelos participantes da SPSAS Amazônia da criação de espaços de diálogo com a participação de diversos atores para representar a diversidade social, cultural e epistemológica na Amazônia. Também discutimos alternativas para superar os desafios no desenvolvimento e aplicação da transdisciplinaridade em contextos mais amplos a fim de promover a conservação da biodiversidade amazônica.

A transdisciplinaridade tem se tornado uma ferramenta imprescindível em abordagens de temas complexos como, por exemplo, a sustentabilidade socioecológica, sobretudo pela sua capacidade de promover o codesign, a coprodução e a disseminação conjunta do conhecimento (Mauser *et al.* 2013; Page *et al.* 2016). Nessa perspectiva, cada vez mais percebe-se a importância de considerar os conhecimentos ecológicos locais (CEL) para entender melhor as dinâmicas dos sistemas ambientais amazônicos. Segundo as respostas dos participantes

da Escola, uma abordagem transdisciplinar, que envolva diversas disciplinas, é essencial para esse propósito. No entanto, os cientistas devem estar abertos a adotar abordagens transdisciplinares que valorizem tanto a ciência prática quanto a teoria, incorporando o conhecimento tradicional. O CEL se desenvolveu ao longo de milênios de convivência das comunidades com seus ambientes naturais (Berkes 2004).

A pesquisa de desenvolvimento transdisciplinar (TDR – do inglês *transdisciplinary development research*), por exemplo, tem a possibilidade de ultrapassar os limites da pesquisa tradicional, se envolvendo e se articulando às causas subjacentes da questão da sustentabilidade, porque sua ênfase está na coprodução de conhecimento orientado para a solução, visto como um processo catalisador para a transformação dos sistemas (Marshall *et al.* 2018). A ênfase das abordagens ao TDR está em informar a ação e a formulação de políticas. Uma característica fundamental é a possibilidade de construção de alianças e a abertura de espaços/arenas cognitivas, normativas, sociais e materiais que sejam dinâmicos, responsivos e duradouros para o exercício coordenado do agenciamento dessa nova forma de pensar e agir na política.

Neste sentido, torna-se importante incentivar políticas que reconheçam e promovam abordagens transdisciplinares no contexto contemporâneo, superando barreiras linguísticas e institucionais que dificultam a promoção e a sustentabilidade dessas iniciativas. Os povos indígenas e as comunidades tradicionais da Amazônia possuem um conhecimento profundo sobre o ambiente natural, transmitido de geração em geração e fundamentado em suas práticas culturais e de subsistência (Berkes 2004). Esse conhecimento é fundamental para compreender os processos ecológicos e as dinâmicas socioambientais e para desenvolver estratégias de conservação e uso sustentável na Região Amazônica. Valorizar e respeitar o CEL é essencial para uma gestão mais justa e eficaz dos ecossistemas amazônicos (Estevo *et al.* 2022). Portanto, o desenvolvimento de políticas públicas de conservação e gestão ambiental na Amazônia requer a integração de diferentes áreas de conhecimento, não apenas para uma compreensão aprofundada dos fenômenos socioecológicos, mas também para aumentar a legitimidade das descobertas e recomendações (Fearnside 2010).

Por outro lado, a interdisciplinaridade, mesmo com foco no suporte para soluções, não garante necessariamente uma ciência inclusiva (Persson *et al.* 2018) e, nesse sentido, os princípios e premissas transdisciplinares precisam ser adotados para que a transformação social urgente realmente ocorra (Popa *et al.* 2015), como também mencionado nas respostas obtidas. Entre os principais paradigmas da transdisciplinaridade (Nicolescu 2014) está a criação de um cam-

po que objetive a construção de conhecimentos com foco na sustentabilidade, em que haja possibilidade de estimular encontro de saberes, de visões e práticas distintas, promovendo aproximações institucionais simétricas e, segundo nossos resultados, co-construídas horizontalmente. Ou, ainda, o *"uso criativo de modelos, analogias e insights de uma variedade de campos e disciplinas. [...] Seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento"* (Nicolescu 2014). Nessa compreensão, envolvem-se aspectos relatados pelos participantes, destacadamente o "treinamento da escuta" associado a uma série de habilidades como "respeito às opiniões divergentes", "acolhimento do novo" e "humildade", ao mesmo tempo em que esse mesmo entendimento precisa considerar as diferentes terminologias e linguagens específicas de cada disciplina. Ampliar a escuta dos pesquisadores envolve o desenvolvimento e a absorção do conceito de alteridade na pesquisa. A alteridade é fundamental para melhorar a ciência, pois reconhece a importância das diferentes perspectivas e experiências para a compreensão completa de um fenômeno. Valorizar a alteridade na ciência contribui para resultados mais precisos, confiáveis e representativos das diversas comunidades atendidas pela ciência (Harding 1998), que se alinham às aspirações sociais, econômicas e institucionais de grupos marginalizados (Boisselle 2016).

Os resultados obtidos indicam, também, a escala temporal para que as ações nesses espaços aconteçam, sendo necessário considerar o tempo natural para o desenvolvimento de pesquisa transdisciplinar, que precisa ser "suficiente". Isso não corresponde a entender que os sistemas de conhecimento devem ser transdisciplinares ou que precisamos de uma única ciência transdisciplinar. A ciência existe por si só, entretanto seus resultados, quando aplicados, devem ser inseridos em uma abordagem transdisciplinar para que seja somada a outras perspectivas e epistemologias, embarcando diferentes formas de se ver, analisar e sentir o mundo. Uma "ciência verdadeiramente transdisciplinar" poderia fazer com que os sistemas de produção de conhecimento tivessem de abrir mão de alguns aspectos importantes inerentes a cada um. Usamos, aqui, especialmente a definição: *"transdisciplinarity as a discipline and as a way of being"* (Rigolot 2020). Ou como respondeu um dos participantes: *"A transdisciplinaridade não deve ser vista como um fim, mas um meio de buscar respostas ou soluções para problemas ou questões complexas que atravessam os campos disciplinares"*.

Como parte de possíveis soluções para catalisar a inclusão das diversidades sociais e culturais da Amazônia nos ambientes de desenvolvimento de conhecimento, destacou-se a aplicação do conhecimento tradicional no desenho e na condução de pesquisa, reconhecendo os sistemas de conhecimento

tradicionais. A mesma solução foi apontada por muitos como tendo menos valor, o que ratifica os desafios de implementação de uma ciência que contemple múltiplas visões e disciplinas. Essa abordagem é cada vez mais reconhecida por pesquisadores, ativistas e comunidades locais, não somente da Amazônia, mas de toda a América Latina. A ciência ocidental tem historicamente sido imposta sobre as culturas e sociedades locais, ignorando suas histórias, conhecimentos e modos de vida, resultando na desvalorização e marginalização dos saberes locais, assim como na exploração dos recursos naturais e humanos da região em benefício de interesses externos (De Lima Grecco & Schuster 2020). A decolonização da ciência – como podemos denominar os pontos supracitados – requer transformação das práticas e valores que guiam a produção de conhecimento científico a partir do reconhecimento da diversidade cultural e epistêmica da região, estabelecimento de parcerias baseadas na reciprocidade e solidariedade, e trabalho em prol de uma educação científica mais justa, inclusiva e socialmente responsável (Blackie & Adendorff 2022).

O reconhecimento, valorização e inclusão do conhecimento tradicional amazônico não pode depender exclusivamente da presença dos atores da ciência hegemônica nos espaços de discussão, formação e pesquisa. Deve ser liderado pelas instituições canônicas, financiadoras e definidoras do conhecimento científico, assim como por decisões políticas. É essencial entender o conhecimento tradicional como igualmente válido, possuindo sua própria empiria, método, reflexão e análises, embora de forma distinta, mas em um patamar equivalente. Essa abordagem, talvez, permita-nos aproximar trabalhos acadêmicos e participação social, como aponta Merçon (2018), estando sempre atentos ao uso instrumental da pesquisa social. Ailton Krenak (2022), por sua vez, fala em alianças afetivas, em especial quando se refere à experiência da Aliança dos Povos da Floresta, como um conceito que não busca necessariamente igualdade de conhecimentos, mas, talvez, equivalências. E aqui outro elo pode ser feito com a discussão proposta por Almeida (2013) sobre conexões e desconexões ontológicas em contextos específicos de pesquisas e conhecimentos na discussão dos encontros pragmáticos.

A implementação de uma ciência transdisciplinar também passa por um caloroso debate sobre a necessidade de uma nova ciência que requer uma abordagem mais abrangente, que vá além das habilidades técnicas ou *hard skills* tradicionais e inclua habilidades socioemocionais ou *soft skills* (Holloway & Hill 2021). As *hard skills* geralmente se referem às habilidades técnicas específicas de uma disciplina, como a capacidade de realizar análises estatísticas ou projetar experimentos. No entanto, para construir uma ciência mais justa, inclusiva e

responsável socialmente, é importante também desenvolver habilidades como empatia, colaboração, comunicação clara e resolução de conflitos – as chamadas *soft skills* (Schulz 2008). Essas habilidades são fundamentais para trabalhar com diversas comunidades e grupos, construir alianças e parcerias baseadas na reciprocidade e na solidariedade, e abordar os complexos desafios sociais, ambientais e éticos que enfrentamos hoje (Holloway & Hill 2021). Associado a múltiplas habilidades, é necessário garantir que o conhecimento científico seja aplicável a diversas realidades, transformando resultados complexos em informações úteis para o dia a dia das pessoas. Isso está de acordo com nossos resultados, que enfatizam a co-criação de políticas envolvendo diferentes atores, juntamente com a reanálise e recontextualização do conhecimento científico, para melhorar a utilização da ciência em uma política orientada por ela.

Embora bastante desafiadoras, a maioria dos participantes passou por experiências transdisciplinares durante sua formação, evidenciando diversas iniciativas pontuais para promoção e implementação das transdisciplinaridades. Dentre os pontos destacados como necessários para o êxito das atividades, destacam-se, além da criação de espaços transdisciplinares, o uso de linguagens acessíveis para maior integração entre diferentes grupos de atores e a co-criação de estratégias e políticas públicas para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e socialmente justas para a Amazônia. Neste contexto, discute-se uma maior articulação entre grandes grupos de pesquisa e agências financiadoras para que essas experiências possam estar conectadas a um processo transformativo de longo prazo, fundamental para sedimentar as práticas transdisciplinares nos grupos de pesquisa. Percebe-se nas respostas ser mais fácil apontar problemas (Q1) do que soluções (Q3 e Q4). Entretanto, mais pontos positivos do que negativos são levantados quando os participantes se referem às experiências transdisciplinares (Q5).

Conclusão

A implementação de ciência transdisciplinar e inclusiva para a resolução dos problemas socioecológicos da Amazônia requer consideração do valor e formas de inclusão do conhecimento tradicional, espaços e tempos adequados para discussões mais amplas e para a condução de pesquisa dessa natureza, além de uma linguagem de comunicação ajustada entre as partes. O planejamento e a execução de pesquisas associadas a uma visão ampla e filosófica do objeto de pesquisa, aproximando-os das realidades biofísicas e sociais por meio de cocriação, são cruciais para a produção de resultados aderentes às políticas públicas e tomadas de decisão.

Agradecimentos – Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento para a realização da Escola São Paulo de Ciência Avançada Amazônia Sustentável e Inclusiva (ESPCA Amazônia) 2022 e pela bolsa de pós-doutorado de P.M.K. (processo FAPESP #2022/07712-5), ao professor Carlos Joly pela iniciativa e liderança no evento, à equipe científica de organizadores e aos colaboradores do Hotel Colinas de São Pedro. C.E. agradece também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, #E-26/200.610/2022).

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

- BERKES, F. Rethinking Community-Based Conservation. *Conservation Biology*, 18, 621–630. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00077.x>
- Blackie, M. A., & Adendorff, H. (2022). A decolonial science education: How do we move forward? In **Decolonising Knowledge and Knowers** (pp. 103-120). Routledge.
- Boisselle, L.N., 2016. Decolonizing Science and Science Education in a Postcolonial Space (Trinidad, a Developing Caribbean Nation, Illustrates). *SAGE Open* 6, 215824401663525. <https://doi.org/10.1177/2158244016635257>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & Van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Estevo, M. D. O., Junqueira, A. B., Reyes-García, V., & Campos-Silva, J. V., 2022. Understanding Multidirectional Climate Change Impacts on Local Livelihoods through the Lens of Local Ecological Knowledge: A Study in Western Amazonia. *Society & Natural Resources*, 1–18.
- De Lima Grecco, G., Schuster, S., 2020. Decolonizing Global History? A Latin American Perspective. *Journal of World History* 31, 425–446. <https://doi.org/10.1353/jwh.2020.0024>
- Fearnside, P.M., 2010. Interdisciplinary research as a strategy for environmental science and management in Brazilian Amazonia: potential and limitations. *Envir. Conserv.* 37, 376–379. <https://doi.org/10.1017/S0376892910000780>
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A.V., Reyers, B., Rockström, J., 2016. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *E&S* 21, art41. <https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Geertz, C., 2008. *Local knowledge: Further essays in interpretive anthropology*. Basic books.
- Harding, S., 1998. Gender, Development, and Post-Enlightenment Philosophies of Science. *Hypatia* 13, 146–167. <https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.1998.tb01375.x>
- Holloway, C. M., & Hill, A. D., 2021. Soft skills development in STEM graduate students. *Science and Engineering Ethics*, 27(3), 1-22
- IPCC, 2022. *Climate Change 2022 – Mitigation of Climate Change – Summary for Policymakers*. WORKING GROUP III CONTRIBUTION TO THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6).

- Jahn, T., Keil, F., 2015. An actor-specific guideline for quality assurance in transdisciplinary research. *Futures* 65, 195–208. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.015>
- Krenak, Ailton. **Futuro ancestral**. Companhia das Letras. 2022.
- Lapola, D.M. et al., 2023. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science* 379, eabp8622. <https://doi.org/10.1126/science.abp8622>
- Levis, C. et al., 2020. Help restore Brazil's governance of globally important ecosystem services. *Nat Ecol Evol* 4, 172–173. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1093-x>
- Marshall, F., Dolley, J., Priya, R., 2018. Transdisciplinary research as transformative space making for sustainability: enhancing propoor transformative agency in periurban contexts. *E&S* 23, art8. <https://doi.org/10.5751/ES-10249-230308>
- Mausser, W., Klepper, G., Rice, M., Schmalzbauer, B.S., Hackmann, H., Leemans, R., Moore, H., 2013. Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5, 420–431. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001>
- Nicolescu, B., 2014. *O manifesto da transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom.
- Nancarrow, S.A., Booth, A., Ariss, S., Smith, T., Enderby, P., Roots, A., 2013. Ten principles of good interdisciplinary team work. *Hum Resour Health* 11, 19. <https://doi.org/10.1186/1478-4491-11-19>
- Page, G.G., Wise, R.M., Lindenfeld, L., Moug, P., Hodgson, A., Wyborn, C., Fazey, I., 2016. Co-designing transformation research: lessons learned from research on deliberate practices for transformation. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 20, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.09.001>
- Persson, J., Hornborg, A., Olsson, L., Thorén, H., 2018. Toward an alternative dialogue between the social and natural sciences. *E&S* 23, art14. <https://doi.org/10.5751/ES-10498-230414>
- Popa, F., Guillermin, M., Dedeurwaerdere, T., 2015. A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research: From complex systems theory to reflexive science. *Futures* 65, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.02.002>
- Pörtner, H.-O. et al, 2021. IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4782538>
- Raisg [WWW Document], 2023. . Raisg. URL <https://infoamazonia.org/en/> (accessed 3.30.23).
- Rigolot, C., 2020. Transdisciplinarity as a discipline and a way of being: complementarities and creative tensions. *Humanit Soc Sci Commun* 7, 100. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00598-5>
- Scherhauser, P., 2021. Better research through more participation? The future of integrated climate change assessments. *Futures* 125, 102661. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102661>
- Schulz, B., 2008. The importance of soft skills: Education beyond academic knowledge.
- Taylor, L., 2012. Decolonizing International Relations: Perspectives from Latin America: **Decolonizing International Relations**. *International Studies Review* 14, 386–400. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2486.2012.01125.x>

ANEXO I

MATERIAL SUPLEMENTAR

RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES

Esta seção apresenta as respostas dos participantes de forma detalhada, sintetizando as ideias mais amplas sem perder a originalidade das respostas individuais.

MSQ1. Principais gargalos para promover a ciência transdisciplinar

- i – Aplicação dos métodos de transdisciplinaridade na prática e não somente na teoria;
- ii – Falta de reconhecimento de formações transdisciplinares em concursos;
- iii – Falta de estruturas acadêmicas, programas e currículos, bem como ferramentas e métodos, para desenvolver ciência transdisciplinar;
- iv – Interesse governamental;
- v – Preciosismo com dados e pesquisa;
- vi – Liderança;
- v – Falta de alinhamento dos papéis e responsabilidades entre parceiros acadêmicos e não-acadêmicos;
- vi – Falta de incentivo das agências de fomento, e critérios de avaliação do pesquisador e cursos de graduação e de pós que não valorizam a transdisciplinaridade;
- vii – Pouco financiamento a projetos de longo prazo (e com enfoque social);
- viii – Falta de interesse da academia em projetos aplicados;
- ix – Falta de estudos empíricos, sendo que a maioria dos projetos não começa por demanda social, mas por interesse acadêmico;
- x – Falta de interesse dos cientistas em incluir outros sistemas de conhecimento;
- xi – Treinamento transdisciplinar;
- xii – Falta de uma rede de conexões entre diferentes expertises e instituições;
- xiii – Perspectivas coloniais;
- xiv – História;
- xv – Manutenção das bases e sistemas tradicionais entre os professores universitários;
- xvi – Colonialismo acadêmico em países em desenvolvimento, em diversas escalas e níveis, incluindo regionalismo dentro da América Latina e dos países;
- xvii – Falta de financiamento para pesquisa transdisciplinar e 'seed-grants' para co-criação de questões e propostas relevantes.

MSQ2. Como construir uma ciência verdadeiramente transdisciplinar?

Detalhes das sugestões citadas pelos participantes da SPSAS 2022 no campo aberto:

Espaços/cenários:

Promovendo um ambiente seguro para que cada pessoa compartilhe seu conhecimento.

Valorizar esse tipo de conhecimento e criar espaços profissionais para a atuação desse pesquisador.

É importante encontrar cenários que exijam pesquisas transdisciplinares. Problemas integrais são aqueles que derivam de abordagens integrais, em que as disciplinas coincidem no tempo e no espaço para resolvê-los.

Trabalho fora do escritório, diálogo com a sociedade, participação em espaços políticos.

Mudanças na estrutura formal de educação:

Modificar todo o sistema educacional; Inserção da abordagem transdisciplinar nos diversos currículos escolares, do ensino médio à pós-graduação; Educação mais participativa e simplificada; Educação transdisciplinar inclusiva em todos os níveis e disciplinas científicas.

Maior aproximação entre academia e demais setores:

A ciência transdisciplinar deve ser iniciada no espaço acadêmico, no início de qualquer curso de graduação, para que tenha uma base sólida e um percurso singular. Os projetos de extensão precisam ser mais valorizados dentro da universidade, para que desperte no cientista o mesmo prazer de execução que existe em um projeto de pesquisa. O elo entre a comunidade e a academia precisa ser forte para que a ciência transdisciplinar aconteça.

Aproximar a academia dos demais setores/povos e comunidades é um passo extremamente importante.

(...) a busca de soluções em que se envolve a academia deve seguir de mãos dadas com os setores afetados.

Que os cientistas tenham formação para entender com profundidade como se constroem os diferentes conhecimentos e ciências e como os diferentes conhecimentos e ciências são úteis para a resolução de problemas concretos.

Formar cientistas de modo adequado e promover a integração de múltiplos atores para a construção de políticas.

Um exemplo disso são os títulos de Notório Saber para mestras e mestres tradicionais concedidos por algumas universidades no Brasil, que permitem a esses conhecedores transitar pela universidade em posições reconhecidas e, algumas vezes, com recursos para desenvolver ações de pesquisa e ensino.

Começar no nível de graduação, apresentando aos alunos cursos e palestras para que possam aprender sobre isso, mas o mais importante é que aprendam a trabalhar com outras pessoas. Sempre incluir os líderes comunitários e professores nos projetos.

Agências de financiamento e academia devem exigir que as pesquisas sejam mais acessíveis (desde a fase inicial de colaboração até a final com resultados) às comunidades locais, incluindo urbanos e rurais, com comunicação e linguagem adequadas.

Maior participação de pessoas marginalizadas dos processos de pesquisa científica e de origem da realidade amazônica:

Inclusão das partes sub-representadas; Participação de atores locais como pesquisadores.

Garantir a inclusão e permanência de povos historicamente excluídos na tomada de decisão e na formação de conhecimento.

Precisamos de mais gente da Amazônia mostrando a realidade amazônica.

Assegurar a participação de representantes de outros sistemas de conhecimento nos espaços sobre a Amazônia.

Valorizar o conhecimento tradicional e incluir as populações tradicionais nos debates científicos.

Inclusão social, levando em conta todas as classes sociais e não pensando apenas em grupos distintos. A tendência é sempre pensar em grupos e não em como a sociedade, em especial a brasileira, está "organizada".

Transdisciplinaridade é uma questão política e não se faz política sem corpo. O corpo que busco para ela é um corpo híbrido, humano e não humano.

Valorização de conhecimentos não científicos:

Reconhecer outras cosmovisões como fonte de saberes.

Não exclusão dos conhecimentos tradicionais; Utilizando estratégias adaptadas para a realidade de cada população; Que envolvam e valorizem as diferentes formas de conhecimento.

Considerá-la como o campo do novo, das contingências. A transdisciplinaridade

deve agitar questões epistemológicas e ontológicas, pois não se associa apenas ao caminho na construção do conhecimento, mas também com as agências de quem o constrói. Para isso, é fundamental reconhecer as múltiplas alteridades nas construções de mundos.

Tornar o processo de consulta, diálogo e difusão com as comunidades locais envolvidas um princípio ético da pesquisa, valorizando os saberes tradicionais e a memória coletiva, e assumir a contribuição social por meio da produção de resultados concretos e aplicáveis como um compromisso.

Certifique-se de que os IPLCs tenham os serviços e direitos básicos respeitados para que possam se preocupar mais facilmente em participar da ciência. Na verdade, coloque os IPLCs em posições estáveis de poder acadêmico para que possam criar programas de pesquisa e programas de estudos.

Métodos e formas:

Fazendo uma ciência aplicada, baseada em necessidades sócio e ecossistêmicas.

Construir e aprovar projetos transdisciplinares.

A interdisciplinaridade nasce da prática da pesquisa. É preciso ter um grupo de profissionais de diferentes formações dispostos a sair da zona de conforto.

Orientar os objetivos da pesquisa à solução dos problemas conforme a percepção dos diversos atores.

Incluir arte, ser criativo, pensar em soluções de (ação) para além das compreensões disciplinares de questões e dúvidas específicas a serem respondidas.

Movendo a orientação da ciência apenas de dados para a ciência transformacional. Implementar metodologias que incluam aspectos estéticos e linguagens diversas.

Povos indígenas e tradicionais devem participar do desenho de pesquisas e políticas públicas. Os temas desses instrumentos devem ser dados por essas pessoas.

Comece por ter uma visão compartilhada do que se deseja e quais são os objetivos; Workshops para identificar valores que são compartilhados pelos membros de um projeto; Workshops para identificar preconceitos e epistemologias subjacentes que cada pessoa usa; Construir vocabulário compartilhado; Comece com o problema.

1° Identificar um grupo de trabalho que possa incorporar uma perspectiva integrativa para a pergunta de estudo; 2° Co-criação desde a ideia até a elaboração dos produtos propostos; 3° Escuta e diálogo entre os diferentes integrantes do

projeto/atividade; 4º Identificar capacidades e limitações de cada integrante; 5º Manter encontros/reuniões frequentes; 6º Avaliações e feedbacks das atividades entre os integrantes.

O colonialismo acadêmico, o racismo e a desigualdade socioeconômica homogeneizam o pensamento científico e dificultam a pesquisa transdisciplinar. Sem resolver esses problemas, podemos apenas imaginar o que seria transdisciplinar de um ponto de vista eurocêntrico e nada inclusivo.

Acho que é um desafio, porque precisa de algumas mudanças sistêmicas, incluindo a avaliação da produção dos cientistas e, claro, uma formação transdisciplinar também.

MSQ3. Principais formas de incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia em espaços acadêmicos

Como outros pontos relevantes, foram levantados os seguintes aspectos:

- i – Conhecimento local de sistemas culturais;
- ii – Desenvolver políticas para valorar e incorporar a linguagem indígena e dialetos locais nos processos de produção de conhecimento;
- iii – Colocar nossas próprias formas de ver o mundo e sistemas de conhecimento em questionamento e sob crítica;
- iv – Apoiar a educação inter/multicultural e favorecer o diálogo de saberes;
- v – Temas de pesquisa indicados e discutidos com os povos tradicionais, atuar como pesquisadores e analistas de dados, participando em todas as etapas de produção de conhecimento;
- vi – Estabelecer International Private Leased Circuits (IPLC) em posições de poder, como a FAPESP e a Academia Brasileira de Ciências;
- vii – Valorar igualmente conhecimentos científicos, tradicionais e indígenas;
- viii – Garantir que todos atores tenham acesso à informação;
- ix – Aproveitar e valorar estruturas de cursos de extensão universitárias com foco transdisciplinar, incentivar financiamentos maiores, projetos mais longos que respeitem um calendário e processo mais consolidado de solução de problemas socioambientais complexos concretos;
- x – Assegurar a participação de representantes de outras epistemologias em espaços de discussão da ciência convencional;
- xi – Estabelecer relações interpessoais de confiança;
- xii – Prevenir colonialismo, racismo estrutural e desigualdades socioeconômicas nas agendas de pesquisa e nas instituições, ampliar acesso a recursos financeiros para minorias.

MSQ4. Principais formas de incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia na tomada de decisões políticas?

- i – Facilitar a coprodução de conhecimento entre tomadores de decisão e atores locais, criando pontes entre conceitos locais e científicos, perspectivas e conhecimentos, para informar políticas que possam integrar objetivos e problemáticas em comum;
- ii – Definir temas de pesquisa a partir da escuta das demandas dos atores e refletir conjuntamente sobre as causas dos problemas apresentados;
- iii – Reconhecimento, por parte dos tomadores decisão, da ciência como ferramenta de planejamento;
- iv – Criar uma rede de paradiplomacia ambiental (diversos atores com diferentes experiências) para resolver questões ambientais;
- v – Processo de consulta, diálogo e difusão com organizações/associações comunitárias como um princípio ético das pesquisas;
- vi – Identificar os sistemas de governança dos bens comuns em escala local e as políticas públicas que se construam de baixo para cima (*bottom-up*);
- vii – Pensar em co-criação como forma de garantir implementação;
- viii – Postura não hierárquica perante outras explicações dos mesmos fenômenos; capacidade de colaborar para novas formas de pensar e solucionar “questões” emergenciais;
- ix – Criar currículo transdisciplinar para conectar e valorar conhecimentos e necessidades de povos tradicionais e ancestrais;
- x – Ouvir demandas e conhecer as realidades em campo.

MSQ5. Participação em experiências de ciência transdisciplinar e mecanismos que tornaram a experiência bem-sucedida ou malsucedida

Detalhes dos mecanismos citados como positivos em experiências prévias pelos participantes da SPSAS 2022:

Escuta: “ampla escuta”, “escutar a demanda de cada integrante”; “escutar a opinião de pessoas de áreas diferentes sobre um mesmo tema”; “escutar dos povos tradicionais para praticar a inovação com adesão”; “escuta respeitosa e troca de ideias”.

Espaço/tempo: “tempo para diálogo”; “espaços para ouvir demandas”; “discussão e troca de abordagens em um ambiente horizontal, flexível e proativo foram os insumos mais importantes”.

Diálogo: “dialogar sobre atividades”; “diálogo e a necessidade de trocar ideias sobre um tema comum”.

Linguagem/comunicação: “adoção das línguas locais em reuniões, glossários de conceitos do projeto”; “conhecer outra linguagem em ciência/criação de vocabulário compartilhado”; “detectar as linguagens estéticas, códigos sociais e dinâmicas sobre as quais projetar propostas metodológicas que partem da convencionalidade científica da ciência de dados”; “facilitar a apropriação pelos atores locais”.

Planejamento/objetivos comuns: “ter claro o objetivo do trabalho”; “funções e responsabilidades claramente definidas”; “co-criação com representantes de outros sistemas de produção de conhecimento em todas as etapas da abordagem”.

Inclusão de diferentes atores e áreas de conhecimento: “é muito importante estar atento às abordagens de cada disciplina e incluí-las como fundamentais na definição de estratégias, planos de ação ou, enfim, soluções”; “inclusão nos grupos de discussão de muitos membros de diferentes culturas e diferentes povos tradicionais de várias partes do planeta”; “melhor relacionamento entre as áreas”; valorização de “todos os conhecimentos e todos se sentiram parte do grupo igualmente”; “participação de antropólogos, filósofos, artistas, transgêneros, crianças”; “reconhecimento de capacidades e anseios das comunidades tradicionais”; participação com “base na igualdade de gênero, raça, local de atuação, tema de atuação, nível de formação, etc. (diversidade de atores)”.

Método: aplicação de métodos participativos; validação local da metodologia de campo; trabalho de campo na comunidade, respeitando os horários e regras dos interlocutores; consideração de diversas formas de conhecimento, informações, dados e evidências.

Experiência: pesquisadores com experiência anterior em trabalhar com povos tradicionais e comunidades locais; participantes de fato preparados para negociar e não para impor pontos de vista; “experiência internacional e nacional em outras universidades, pesquisando diferentes ecologias, ambientes e culturas”.

Posturas: ação conjunta, boa vontade, paciência, “ser humilde é um bom ponto de partida”, respeitar novos pontos de vista, sair da zona de conforto, respeito às distintas percepções, senso de realidade (avançar o que for possível), tolerância, respeito, comunicação constante, contribuir para a autonomia. Confiança mútua baseada na sinceridade de propósitos e conformação das expectativas, liderança compartilhada (e rotativa), estratégia de comunicação clara, confiança e desenvolvimento de habilidades interpessoais entre os participantes, abertura e inclusão de diversas perspectivas.

Outros: boa governança das comunidades; simetria epistemológica e ontológica entre as ciências; saber ambiental (Enrique Leff); freirismo.

Além disso, embora não tenha sido solicitado aos participantes que descrevessem suas experiências em pesquisas transdisciplinares, muitos fizeram questão de fazê-lo. Uma das respostas afirma que sua experiência foi “muito relevante e poderosa”. Foram apresentadas as seguintes experiências em ciência transdisciplinar vivenciadas pelos participantes:

- ◆ Projeto de Arqueologia Comunitária de Etnoeducação Patrimonial “Por um Museu do Forte Vivo: Arqueologia Pública junto aos quilombolas do Forte Príncipe da Beira em tempos de pandemia”, experiência vencedora da 10ª edição do maior prêmio na área concedido pelo IPHAN – Prêmio Luiz de Castro Faria – na categoria artigo científico.
- ◆ Projeto Agroecológico: realizado por equipe diversa (academia, camponeses com formação em agroecologia, moradores locais e indígenas, técnicos) em que o diálogo ocorreu de forma horizontal e a maior parte do trabalho realizado no campo e não em salas de aula.
- ◆ Manejo Participativo e Sustentável do Pirarucu, especificamente curso para aprendizado de contagem do pirarucu, no qual pescadores novatos aprenderam a organizar suas percepções do comportamento dos peixes para levantamento de população de espécies. Técnicos e pescadores experientes se dividiam na exposição dos conhecimentos sobre pirarucus, suscitando conversas com os alunos. O curso compreendeu elementos de teorias da ecologia e de conhecimento tradicional de pescadores sobre pirarucus. A coordenação conjunta da atividade permitiu direcionar várias perspectivas a respeito dos peixes e lagos. Ambos os conhecimentos foram tomados como válidos, sem hierarquia. Os pescadores experientes ainda orientaram os alunos em contagens práticas nos lagos, dando a direção empírica do processo coletivo de construção de conhecimento.
- ◆ Pedagogia de Alternância: modelo reconhecido pelo Ministério da Educação no Brasil para educação no campo que prioriza currículos modulares adequados à realidade rural e os conhecimentos tradicionais dessas comunidades.
- ◆ Pedagogia Estética: proposta que busca identificar convergentes para se trabalhar numa perspectiva Autopoiética e Transdisciplinar, incorporando conceitos da arte no âmbito de todas as disciplinas do Currículo Escolar dos anos iniciais do Ensino Fundamental, possibilitando a emergência de uma Pedagogia do Sensível.
- ◆ Cartografias/Mapeamentos Sociais com Povos e Comunidades Tradicionais: Nesta experiência de pesquisa foram mencionados como pontos positivos a sistematização, valorização e publicização de conhecimentos tradicionais no padrão ocidental, materializando, registrando e traduzindo para uma linguagem universal cartográfica conhecimentos orais e empíricos. Por sua vez, o entrave e dificuldade dessa experiência seria o pouco tempo para sobrepor e aprofundar os registros dessas cartografias de conhecimento tradicional com informações científicas já disponí-

veis (análises ecológicas, dados de conflitos socioambientais, áreas sensíveis – *hot spots*, áreas de maior biodiversidade, dados demográficos e socioeconômicos).

- ◆ A elaboração de um livro em conjunto com antropólogos, biólogos e jovens pesquisadores ribeirinhos da RESEX da Terra do Meio (Altamira, PA), referente aos resultados de projetos de pesquisa sobre manejo de castanhais, fauna, roças e capoeiras, cotidiano ribeirinho, etc. As pesquisas foram realizadas entre 2016 e 2020 e a escrita vem se desenvolvendo desde junho de 2021, ainda não finalizada. A experiência necessita de muito tempo para diálogo, muitas idas e vindas nas correções dos textos diante das sugestões de todos os participantes, em que cada um teve de reduzir/adaptar suas expectativas pessoais em relação ao resultado do trabalho e se fez necessária comunicação não-violenta e mediação em vários momentos.
- ◆ Curso de formação intercultural de nível médio profissionalizante de Agentes Agroflorestais Indígenas no Acre.

QUESTIONÁRIO

Réplica do questionário digital enviado aos participantes da SPSAS 2022, intitulado: **“Inquiry about transdisciplinary science”**

Ciência transdisciplinar – ligando diferentes visões do mundo

Este questionário pretende captar a percepção dos participantes no SPSAS 2022 sobre as experiências atuais e futuras na aplicação da ciência transdisciplinar sustentável e inclusiva na Amazônia. As respostas serão analisadas e discutidas para a construção de um manuscrito de orientação para práticas transdisciplinares.

Aqui utilizamos o termo **ciência transdisciplinar** como disciplina de inclusão de intervenientes não acadêmicos no processo de produção de conhecimento, e uma forma de estar em termos das disposições pessoais dos investigadores e espaço de expressão em múltiplos espaços.

Perguntas

Dados gerais do participante

1. E-mail
2. Gênero
3. Idade
4. Nacionalidade
5. Identifica-se como membro de uma comunidade indígena/tradicional?
Em caso afirmativo, qual?
6. Em que região da Amazônia trabalha?
7. Área de especialização
8. Instituição
9. Posição/setor (Doutorando, Pesquisador acadêmico, Setor privado, Pesquisador de ONG, Pesquisador governamental).

Questões específicas/abertas

Q1. Liste, por ordem de importância, os principais gargalos para promover a ciência transdisciplinar (1 = mais importante). No caso de outros pontos relevantes, por favor, descreva-os.

(Linguagem não inclusiva, Conflitos sociais, *Fake news*, Segregação dos atores, Falta de formação transdisciplinar para os cientistas, Subavaliação dos conhecimentos locais, Falta de espaços que promovam a integração do conhecimento, dentre outros.)

Q2. Como construir uma ciência verdadeiramente transdisciplinar?

Q3. Como incorporar a diversidade cultural e social da Amazônia nos espaços acadêmicos? Listar por ordem de importância (1 = mais importante). No caso de outros pontos relevantes, por favor, descreva-os.

(Valorização dos conhecimentos tradicionais no desenvolvimento da investigação, Incluir/criar a transdisciplinaridade na formação curricular, Espaços de discussão mais inclusivos com atores de grupos sub-representados, Projetos de extensão co-criados com as comunidades, Criar mecanismos para equacionar as diferentes formas de conhecimento, dentre outros.)

Q4. Como pode a ciência ligar-se à diversidade cultural e social da Amazônia nos espaços de decisão política? Listar por ordem de importância (1 = mais importante). No caso de outros pontos relevantes, por favor, descreva-os.

(Co-criação de políticas públicas com atores de diferentes esferas, Síntese científica para melhorar o acesso e a utilização da informação, Linguagem acessível e compreensível para os diferentes atores, Implementação de espaços para ouvir as exigências dos diferentes atores.)

Q5. Já participou alguma vez de experiências científicas transdisciplinares (sim ou não)?

Q5.1. Se respondeu sim à pergunta anterior, identifique alguns mecanismos que tornaram a experiência bem-sucedida ou malsucedida.

Autorização

Caso seja necessária uma publicação formal, autoriza a utilização dos dados fornecidos de forma anônima (sim ou não)?

Sobre os autores

Aldilene da Silva Lima é Bióloga, formada pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), com mestrado em Ciência Animal e doutorado em Biotecnologia (UFMA). Pós-doutorado na UFMA Química dos Produtos Naturais. Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), associada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. <https://orcid.org/0000-0002-5704-9222>

Angie Vanessa Caicedo Paz é Bióloga formada da Universidade de Cauca. Mestrado em Ciência dos Alimentos e Nutrição Humana pela Universidade de Antioquia. Estudante de doutorado em biotecnologia pela Universidade de Antioquia. Atualmente, ela é pesquisadora do grupo GIANH na Universidade de Antioquia. <https://orcid.org/0000-0002-0681-1109>

Carine Emer é Bióloga, formada pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, com mestrado em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), doutorado em Ecologia e Ciências da Vida pela Universidade de Bristol, na Inglaterra, e pós-doutorado na Universidade Estadual Paulista (UNESP-Rio Claro), Estação Biológica de Donana (Espanha) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é bolsista FAPERJ e pesquisadora associada ao Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://orcid.org/0000-0002-1258-2816>

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário é Médica Veterinária, formada pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), com mestrado em Ciência Animal e doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia pela UEMA. Pós-doutorado na Universidade Federal do Maranhão (UFMA) em Química dos Produtos Naturais Aplicada à Saúde Animal. Atualmente é pesquisadora de pós-doutorado na UEMA associada ao Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Animal. <https://orcid.org/0000-0002-7682-8141>

Januária Pereira Mello é Antropóloga, graduada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Especialista em Educação para Diversidade e Cidadania pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e Mestre em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFFRJ). Atualmente é Doutoranda do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Sociedade/NEPAM – UNICAMP e servidora pública federal há mais de dez anos, atuando na regularização fundiária de Territórios Quilombolas (INCRA). <https://orcid.org/0000-0002-6790-6304>

João Vitor Campos-Silva é Biólogo, graduado pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), mestre em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e doutor pela Universidade Federal do Rio grande do Norte (UFRN). Atualmente é pesquisador permanente no INPA, Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Também é presidente do Instituto Juruá. <https://orcid.org/0000-0003-4998-7216>

Pedro Medrado Krainovic é Engenheiro Florestal, graduado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), com mestrado e doutorado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia INPA. Atualmente, pesquisador de pós-doutorado na Universidade de São Paulo (USP). <https://orcid.org/0000-0001-6363-8560>



Novos relatos para a Amazônia

Nicolás Cuvi¹

¹Departamento de Antropología, História e Humanidades, FLACSO Equador.
La Pradera e7-174 y Almagro, Quito-Ecuador – ncuvi@flacso.edu.ec

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-39-3_012



Senti-me compelido a fazer a mim mesmo, com toda a seriedade do mundo, a seguinte pergunta: Qual é o mito que você vive?
(Jung 1952, 6, tradução própria).

O nome “Amazônia” começou a ser forjado com a publicação da crônica da viagem, em 1541-1542, de Gaspar de Carvajal (2007). Esse religioso espanhol contou sobre um povo formado por mulheres que viviam em mais de 70 aldeias. Ele as descreveu como muito brancas e altas, com cabelos longos, trançados e emaranhados, com arcos e flechas, lutadoras ferozes. A partir de então, a região sul-americana foi associada ao mito grego das Amazonas, uma sociedade de mulheres hábeis na guerra e na caça, combatentes ferozes. Em 1544, o veneziano Sebastiano Caboto já as incluía em seu mapa-múndi; ali ele ilustrou soldados com armaduras, escudos e espadas em combate aberto com essas mulheres (Figura 1).



Figura 1 Detalhe de: Sébastien Cabot, *Mapamundi*, 1544. Biblioteca Nacional da França. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb40593927f>

Mais tarde, surgiram narrativas relacionadas, nas quais os aspectos humanos e não-humanos da Amazônia foram ilustrados como conflitantes, pelo menos aos olhos da cosmovisão europeia. Esse surgimento de narrativas que

aludiam a um território que precisava ser disputado, subjogado, domesticado, não é meramente anedótico; são narrativas de longa duração que fazem parte de um processo inacabado, a colonialidade, que constantemente refloresce ou tece novas camadas de colonialismo para a construção da alteridade e o exercício do poder (Cuvi 2018). Neste texto, quero ilustrar essas narrativas e alguns discursos que as desafiam. Do mito das Amazonas, passarei a outros mitos para refletir, dentre outras coisas, sobre as imensuráveis aproximações que podem existir na vasta Amazônia, com seus humanos e não-humanos. Essa gama de relatos inclui os deste livro, um dos resultados da Escola São Paulo de Ciência Avançada: Amazônia Sustentável e Inclusiva (doravante “a Escola”). Neste e em outros registros, as tensões e as possíveis soluções diante das desventuras e do aparentemente inevitável são vistas, juntamente com as fugas feitas por heróis e heroínas, antigos e modernos.

Uma história que me vem à mente quando penso na Amazônia do passado e do presente é o mito grego do labirinto de Creta. Esse lugar foi construído pelo hábil Dédalo para conter um voraz Minotauro, um espécime meio humano, meio não humano, ao qual vários jovens deveriam ser entregues em sacrifício a cada ano. O ateniense Teseu, herói da história, juntou-se a um grupo de sacrifício, determinado a matar o Minotauro com sua habilidade de luta, mas ele não sabia como escapar do labirinto. Foi então que apareceu Ariadne, filha do rei Minos de Creta. Seguindo um conselho de Dédalo, ela deu a Teseu um novelo de lã, cuja ponta ele amarrou na entrada do labirinto (Figura 2). Depois de matar o Minotauro, o herói evitou o presságio da tragédia.

Nesse mito, encontro várias semelhanças com o passado e o presente do bioma amazônico. Vejo essa floresta como um labirinto habitado por vários Minotauros, os extrativismos,¹ costumeiros do Antropoceno e suas acelerações (McNeill & Engelke 2014; Steffen *et al.* 2015). Há o governante de Creta, determinado a manter esses monstros e a ordem artificial. Há também Dédalo, inventor do sistema, que parece desconfortável com sua criação e gostaria de vê-lo derrubado. Há Ariadne e seu fio condutor: conhecimento, razão, afeições e astúcia para prevalecer diante do trágico presságio. Há heroínas e heróis que, como Teseu, têm as habilidades e a vontade de aniquilar a fera devoradora, embora às vezes os Minotauros sejam reconvertidos em uma Hidra de Lerna, entidade mítica cuja cabeça, quando cortada, faz surgir duas novas.

1. Em espanhol, a palavra *extractivismo* se refere a atividades de extração em larga escala, especialmente de materiais e energia. Em português, extrativismo refere-se ao uso sustentável de recursos pelas comunidades. Neste artigo, usarei o significado em espanhol.

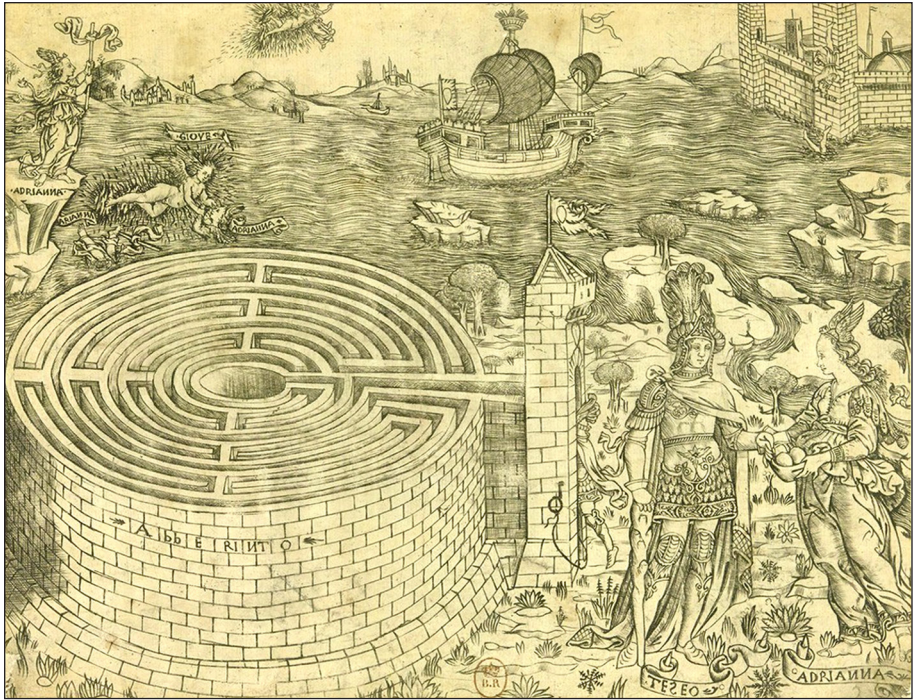


Figura 2 Baccio Baldini, *O labirinto de Creta e a história de Teseu e Ariadne*, 1460-1475. Biblioteca Nacional da França. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb40346597v>

Vários mitos amazônicos também me fazem refletir sobre a complexidade desse bioma tropical sul-americano. Um deles, dos índios Bororo, chamado “as araras e seu ninho”, contém elementos semelhantes aos do labirinto cretense (Lévi-Strauss 1964, 43-45). Conta a história de um jovem herói cujo pai quer matá-lo, mas que é salvo várias vezes pela sabedoria de sua avó, que o aconselha a confiar em seres semelhantes a pássaros ou lhe dá um bastão mágico, elementos que o salvam da morte. Seu caminho é tortuoso, sofrido, mediado pela morte, traição e vingança. Como Ariadne com seu novelo de lã, a avó do herói Bororo o salva com uma mistura de afeto e razão, ideias e desejos.

Outro conto amazônico relevante é o dos Gêmeos em sua versão Napo Runa, que ilustra a complexidade e a incomensurabilidade do simbólico e do material nas cosmovisões locais. Grávida, a mãe dos Gêmeos foi para a caverna das onças com a intenção de ser devorada. A onça mãe a escondeu para salvá-la, mas seus filhos onças a encontraram, mataram-na e tiraram os dois bebês de seu ventre. Em vez de devorá-los, a onça mãe decidiu criá-los. Enquanto isso, essas onças continuavam comendo as pessoas, de modo que os humanos

queriam aniquilá-las. Um dia, os Gêmeos prepararam uma armadilha para seus irmãos onças e os mataram, dando uma solução aparentemente paradoxal: ajudar os humanos e trair a mãe onça que os salvou. A onça é, portanto, predadora e presa, admirada, imitada e respeitada, bem como abominada, caçada e temida (Uzendoski & Calapucha-Tapuy 2012). Embora temidos, os humanos procuram se conectar com esses felinos, porque proporcionam sabedoria e ensinam a viver na selva; em outras lendas amazônicas, eles ensinam aos humanos o uso do fogo, e acabam sendo roubados, como no mito de Prometeu (Turner 2017).

Para um estudioso de mitos sob uma perspectiva psicológica, o austríaco Carl Jung (1952), as mitologias de todos os povos e épocas integram, dentre outras coisas, o que ele chamou de “inconsciente coletivo”. Ele sugeriu que temos ideias comuns, algumas das quais estão conosco há muito tempo. Entende-se que também somos capazes de criar novos inconscientes coletivos, que coexistem com os ancestrais. Quais são esses mitos com os quais convivemos, ou que tentamos criar, em torno do bioma amazônico? Tenho interesse em destacar dois relatos que estiveram muito presentes na Escola e neste livro: a do Conhecimento e a da Vida. São dois *topos*, lugares semióticos e materiais que existem ou poderiam existir como utopias ou distopias.

Relatos do conhecimento e da vida

Os dez artigos deste livro, bem como as palestras da Escola, contêm explicações e posições científicas e políticas sobre os processos que ocorrem na Amazônia. Alguns se referem a casos específicos, distinguem processos biogeofísicos localizados ou integram diversas cosmovisões. Eles analisam e interpelam as tensões em torno da poluição, desmatamento, infraestruturas, exclusão social e outras manifestações de violência genocida e ecocida, e apontam – com base empírica e a partir de reflexões teóricas – ações que levem a direções inclusivas, pacíficas e sustentáveis. Apontam os vencedores e os perdedores das diversas atividades. Situados em um lugar de partida que é o aqui e agora, eles apontam para distopias e fazem alusão a possíveis utopias.

Na Escola, ficou explícito que, para dimensionar a utopia das transições para uma sustentabilidade forte, as ações devem ocorrer sob um componente ético, uma ética ambiental (Brennan & Yeuk-Sze 2002-2021). A partir de uma posição ontológica que reflete sobre as relações entre os seres humanos e entre nós e os não-humanos, em uma perspectiva horizontal e renovada, parece possível redefinir e redirecionar aspectos da economia, da política, das regulamentações, do financiamento e da educação. Isso exige a integração de epis-

temologias contemporâneas, incluindo viradas epistêmicas, afetivas e ontológicas, ecologismo, decolonialidade e feminismo. Interdisciplinas como a História Ambiental ou os Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade vêm debatendo e traçando, há décadas, a confluência entre humanos e não-humanos, com suas respectivas agências. O budismo (uma proposta filosófica que existe há séculos), o mais recente romantismo e a Ética da Terra de Aldo Leopold (2005) também estão nessa linha.

Na América, há o *pachamamismo*, ou *sumak kawsay*, com suas virtudes e problemas conceituais e práticos (Bretón, Cortez & García 2014). A sociologia das associações de Bruno Latour (2008), que faz alusão à remontagem do social, é sugestiva. Da mesma forma, emergindo dos estudos amazônicos e da antropologia ontológica, a ideia de “perspectivismo” explica que tanto os humanos quanto os não-humanos experimentam e entendem o mundo de maneiras únicas, e que cada perspectiva é válida e coerente, mesmo que seja diferente (Viveiros de Castro 2013). Essas e outras propostas caminham em direção ao hibridismo e à complementaridade, não deixando ninguém e nada para trás, incorporando e compreendendo a agência de todos os atores. Elas contrastam com a suposição de que existe uma realidade objetiva e universal; elas desafiam modelos unívocos, às vezes hegemônicos. A partir da abertura para múltiplas perspectivas, é possível articular “algoritmos de sustentabilidade”, conjuntos de operações sistemáticas que levam a sistemas socioecológicos de maior virtuosidade e resiliência (Cuvi 2022).

Parte dos objetivos da Escola era ter “uma visão multi e interdisciplinar, baseada na ciência e que valorizasse o conhecimento indígena e tradicional”. A conjunção entre tecnociência moderna e conhecimentos locais, alguns ancestrais, sob a ampla estrutura do que está sendo chamado de “conhecimento” (Barahona & Raj 2022; Daston 2017), faz parte da ética ambiental. Todos os trabalhos são translúcidos em relação a essa deriva. Eles seguem um caminho que recebeu nomes como Ciência pós-normal (Funtowitz & De Marchi 2000) ou diálogo de saberes. Eles reúnem as opiniões de atores que não foram suficientemente destacados, em parte porque seus conhecimentos não são mobilizados por meio de mecanismos como publicações científicas ou congressos acadêmicos. O convite para construir sabedoria horizontalmente, a fim de chegar a soluções, é parte central do que chamo de relato do Conhecimento, que vai além da tecnociência.

Em meio à tribo dos modernos, a tecnociência vem se impondo como uma narrativa poderosa desde o século XVIII. Esse conjunto de normas e maneiras de apreciar o mundo minou o poder de várias instituições. Mesmo assim, ela

não foi aceita por todas as pessoas; atualmente, há um negacionismo por vários motivos, incluindo o fato de ela ter sido insuficiente diante das crises socioambientais e de não responder adequadamente a todas as perguntas, às vezes apenas parte delas. O relato do Conhecimento vai além: aceita que a tecnociência moderna funciona melhor quando combinada com outros conhecimentos, formando um sistema aninhado com propriedades singulares. Esse Conhecimento é como o fio de Ariadne ou o bastão mágico da avó Bororo; inclui muitas perspectivas.

Existiram e existem mestres conhecedores, descendentes de habitantes milenares, que manejaram solos, construíram estradas e cidades, navegaram por rios, domesticaram plantas. Seu legado é, acima de tudo, tácito, vivo na prática, nem sempre disponível no mundo acadêmico. Historicamente, a tecnociência se apropriou desse conhecimento, embora nem sempre o tenha reconhecido. Exploradores amazônicos, como Louis Agassiz, Henry Walter Bates, Alfred Russel Wallace, William Henry Edwards ou Richard Spruce, dependeram dessas pessoas e de seu conhecimento prático para construir a tecnociência (Pereira Antunes, Massarani & Castro Moreira 2019).

Na primeira seção deste livro, quatro artigos referem-se ao Conhecimento sobre os macroimpactos das atividades na região amazônica. Eles os analisam e propõem formas de evitá-los ou modificá-los, com estratégias organizacionais e de governança, usando o conhecimento tecnocientífico e os conhecimentos locais e ancestrais. O primeiro texto argumenta que os impactos econômicos, ecológicos e sociais das grandes barragens hidrelétricas foram subestimados, que a narrativa da “energia limpa” é questionável e que, para fornecer eletricidade a comunidades isoladas, seria necessário planejar outras infraestruturas (Resende et al. 2023). Essas conclusões emergem do conhecimento das tecnologias, da economia política e da experiência das comunidades.

No segundo artigo, Lima et al. (2023) abordam o problema sistêmico do desmatamento, apresentando estratégias que têm sido eficazes na sua redução. Em terras públicas e privadas, argumentam, é necessário combinar conhecimento com incentivos, comando e controle. Eles propõem um modelo teórico baseado no que se sabe, sob várias perspectivas, sobre a complexidade dos processos de desmatamento. Esse documento é seguido por um artigo que analisa a preocupante contaminação por mercúrio nas comunidades indígenas, especialmente no território Munduruku. Esse não é um problema novo, afirmam os autores, mas cresce a cada dia, agravado pelo fato de que as políticas e os compromissos nacionais e internacionais não estão sendo cumpridos (Cantúria et al. 2023). O título desse texto contém a palavra “realidade”; embora a

“realidade” seja multidimensional, quase nunca unívoca. Em questões como a quantidade de mercúrio nas pessoas, na biodiversidade e nos solos, os dados são indiscutíveis, ainda mais quando observados em conjunto com estatísticas sobre doenças neurológicas, cardiovasculares, digestivas e reprodutivas. Não menos grave é o exposto por Ochoa *et al.* (2023) em seu artigo sobre pesticidas; assim como o mercúrio, os poluentes associados à produção agrícola afetam as pessoas e o meio ambiente em uma perspectiva multidimensional. Os autores mostram um caso muito valioso em torno do arbusto de guaraná. O modelo agroecológico, baseado em técnicas tradicionais, usando material genético da floresta, sem grandes controles artificiais de pragas e com resultados extraordinários, é contrastado com produções que exigem variedades de laboratório e muitos pesticidas. A partir do Conhecimento, esses quatro artigos sobre impactos propõem desde a supressão de megabarragens hidrelétricas até o desmatamento zero e a erradicação de fontes de poluição. Em todos os casos, educação, comunicação, inclusão, prevenção e monitoramento são apresentados como cruciais, trabalhando com as comunidades, ensinando e aprendendo.

O bloco de artigos dedicados à governança local também incorpora o relato do Conhecimento. O primeiro deles explica os problemas causados pelas secas, particularmente no sul, um tema que tem mobilizado muitas pesquisas devido aos seus impactos na mobilidade, no acesso a alimentos e medicamentos, nos preços, nas colheitas, nas queimadas, na pesca e na caça (Pessôa *et al.* 2023). O mais importante que esse trabalho revela, do meu ponto de vista, é que a adaptação a esse fenômeno recorrente, e cada vez mais intenso, pode ser alcançada por meio do diálogo entre os saberes locais e a tecnociência, integrando conhecimentos sobre o calendário agrícola ecológico, *chacras*, sistemas de informação e alerta precoce, dentre outros. Os autores destacam que “a identificação do fenômeno da seca é bastante plural na Amazônia”, o que demonstra a incomensurabilidade que o Conhecimento deve abarcar.

O segundo artigo desta seção analisa uma questão mais ampla: a relação entre a gestão de recursos, as mudanças climáticas e a governança local (Guimarães *et al.* 2023). Ele reafirma o valor do conhecimento local, alguns deles ancestrais, diante de desafios que incluem secas, aumento da temperatura, impactos sobre a biodiversidade e espécies florestais economicamente importantes, dentre outros. Também faz alusão à recuperação do calendário agrícola tradicional como uma medida de adaptação.

O terceiro conjunto de artigos trata da inclusão da diversidade cultural em diferentes escalas. Dedicado à análise da inclusão de estudantes indígenas nas universidades, o texto de Lembi *et al.* (2023) está intimamente ligado ao relato do

Conhecimento, pois a academia deve estar no centro dos processos de integração. Com base no caso do Estado do Amazonas, no Brasil, eles perguntam como melhorar o acesso e a permanência dos estudantes indígenas, evitar a discriminação e promovê-los a cargos representativos nas universidades. Não consigo pensar em um ensaio mais apropriado sobre a ciência pós-normal, sobre o diálogo entre o conhecimento tecnocientífico e os saberes indígenas. Algo semelhante acontece com o artigo sobre diversidade urbana, com foco na mesorregião da ilha de Marajó, Estado do Pará (Carmo *et al.* 2023). Considerando que as cidades são espaços dinâmicos onde ocorrem encontros multiculturais, os autores se questionam sobre os indicadores mais adequados de sustentabilidade urbana. Sem ingenuidade, mas de forma pungente, registram as singularidades dessa região e como os conhecimentos locais e sua consideração poderiam ser usados para tornar o desenvolvimento urbano mais relevante para seus habitantes.

A seção sobre governança termina com um artigo sobre direitos territoriais de indígenas e afrodescendentes em três países. Cañadas *et al.* (2023) argumentam que a preservação da bioculturalidade da Amazônia é importante e que exige a garantia de certas condições para os povos indígenas e afrodescendentes, incluindo seus territórios. Analisam três casos: o Apolima-Arara no Brasil, o Waorani no Equador e o Saamaka no Suriname. Eles apresentam cronogramas e detalham os processos, conflitos, conquistas e necessidades. Mencionam a falta de atividades concretas para garantir que a bioculturalidade seja de fato conservada e propõem inovações em quatro dimensões dos processos: autonomia, autogovernança e participação política; aplicação da lei, monitoramento e sanção; conservação e promoção do conhecimento tradicional; e soberania econômica sustentável baseada na comunidade.

Por fim, a quarta seção traz um artigo sobre transdisciplinaridade. Ela é mencionada não apenas como uma categoria “possível”, mas também como “indispensável” para um futuro sustentável na Amazônia (Krainovic *et al.* 2023). Os autores realizaram dezenas de entrevistas para refletir sobre as estratégias que colocam em prática a ciência transdisciplinar. Os resultados exigem mais trabalho com as comunidades, tanto na incorporação de seus conhecimentos quanto na formulação de políticas. Em resumo: são necessárias abordagens que não sejam apenas de cima para baixo, ou da academia para as comunidades, mas que sejam co-criadas, horizontais e interativas.

A visão inter/multi/trans/polidisciplinar está no centro do relato do Conhecimento. Entre outras coisas, predispõe a superar a ideia de “pureza”, tanto na tecnociência quanto nos conhecimentos locais. Entende que esse desdobramento epistemológico pode pôr fim a narrativas como a que levou à denomi-

nação da bacia de “Amazônica”, a partir de olhos coloniais, para construir narrativas de complementaridades, e não de alteridade. Em uma linha semelhante, há alguns anos, o Painel Científico para a Amazônia publicou um relatório de síntese no qual, além de combinar tecnociência e conhecimentos locais e ancestrais, fez recomendações de políticas (Nobre *et al.* 2021).

O segundo relato a que quero me referir, muito presente na Escola, é o da Vida. Ele remonta a séculos, mas ganhou força renovada com a segunda onda de ambientalismo, a partir das décadas de 1960 e 1970 (Guha 2000). Sua narrativa central é que a destruição da bioculturalidade é problemática e que é necessário ressignificar o espaço amazônico de uma perspectiva semiótica e material. Convida, por exemplo, a deixar para trás a ideia de que essas florestas estão vazias, que são “terras devastadas”, sem pessoas (Cuvi, Guiteras-Mombiola & Lehm 2021). Isso também leva a enterrar a ideia de que são espaços cuja exploração é indispensável e necessária, destinados a converter seu patrimônio natural em capital financeiro na velocidade mais rápida possível. Essa visão tem sido utilizada há séculos para promover o “progresso”, o “desenvolvimento” ou a “modernidade”, desde a história mítica sobre a cidade de El Dorado até os cartazes do Estado brasileiro que há 50 anos aludiam à Amazônia como um lugar para “faturar” (Figura 3), ou em mensagens sobre a necessidade inescapável de extrativismo e zonas de sacrifício para alcançar o desenvolvimento no século XXI.

O relato da Vida considera problemáticas as tendências de erosão, poluição, declínio e extinção da diversidade cultural, biológica e agrícola. É sustentado pelo Conhecimento, por exemplo, em declarações no recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, que alude a uma alta confiança de que a Amazônia, “um dos maiores repositórios de biodiversidade e carbono do mundo, é altamente vulnerável à seca” e que poderia se tornar um emissor de carbono, em vez de um sumidouro, devido à morte maciça de árvores (Castellanos *et al.* 2022, tradução própria). Também se baseia no Painel Científico para a Amazônia, que relata possíveis pontos de inflexão (*tipping points*), passos em terras desconhecidas, labirintos onde não temos certeza se temos um fio de Ariadne, onde o Conhecimento pode se encontrar em *terra incognita*. De acordo com esse relatório, baseado em evidências empíricas, há quatro configurações potenciais de ecossistemas para as quais as florestas amazônicas poderiam se dirigir. Entre elas, “o estado degradado de dossel aberto e o estado de floresta secundária de dossel fechado são as mais prováveis de ocorrer em áreas amplas, particularmente ao longo do ‘arco do desmatamento’” (Hirota *et al.* 2021, tradução própria). Esses cenários são preocupantes, pois alertam sobre transições para uma distopia de desmatamento, seca e agitação social.



Figura 3 Anúncio do Banco da Amazônia em 1972, na revista *Realidade*. Fonte: <https://revistacenarium.com.br/cheega-de-lendas-vamos-faturar-anuncio-de-1972-vendia-a-amazonia-ao-capital-predatorio/>

O relato da Vida argumenta que o crescimento econômico, embora gere bem-estar para algumas populações, suscita legados negativos para muitas outras e para a natureza. Questiona se o Produto Interno Bruto (PIB) é a autoridade suprema entre os indicadores de bem-estar. Pede para ir além do número de pás, escavadeiras, minas, projetos de megaconstrução, biomassa exportada ou hectares adicionados à fronteira agrícola a cada ano. Afirma que o sopro do progresso, esse mito prometeico, deixou rastros devastadores que ameaçam o equilíbrio instável da Terra (Steffen *et al.* 2015). Além disso, observa a crescente transgressão dos limites biogeofísicos planetários e dos limites locais como a verdadeira “tragédia” contemporânea (Gligo *et al.* 2020). Põe fim às ideias históricas de prodigalidade e abundância, decisivas na mentalidade e nas ações das repúblicas americanas desde sua criação (McCook 2018); não há mais recursos inesgotáveis ou infinitos a serem faturados.

Os relatos da Vida e do Conhecimento levantam resistência à forma de negações da mudança climática e da mudança global, em *lobbies* que apoiam

a necessidade de espremer até a última gota o patrimônio natural (madeira, petróleo, minerais, fibras, fertilidade, água) para obter capital financeiro. Esses contrarrelatos são apoiados por velhas ideologias de todos os tipos, que não têm interesse em acabar com os etnocídios e os ecocídios a fim de construir transições rumo a uma sustentabilidade forte e à cultura do Ecoceno.

Transições para uma sustentabilidade forte

Diversas mentalidades, intenções, desejos, países, indígenas e afrodescendentes, camponeses, urbanos e milhões de atores não-humanos convergem no espaço amazônico. Às vezes, eles coexistem pacificamente, às vezes entram em conflito com força destrutiva. A conservação da biodiversidade ou a restauração ecológica, com seus benefícios para as comunidades, contrastam com o desmatamento, a mineração e a poluição. Pessoalmente, vejo esses processos como oposições entre pulsões de vida e de morte (Freud 1922, p. 253), entre antropocentrismo e biocentrismo, entre abordagens econômicas convencionais e ecológicas, entre intenções extrativistas e resistências. A questão é se conseguiremos estabelecer um diálogo entre as intenções, algumas das quais estão tão em desacordo umas com as outras que se eliminam mutuamente para acabar em uma soma zero, um caminho para lugar nenhum.

É inegável que há Minotauros-Hidras-Onças que precisam ser eliminados para que se construam transições rumo a uma sustentabilidade forte. Este livro aponta maneiras de fazer isso, práticas e teóricas, com base em diversas narrativas. No entanto, ao tentarmos aplicar essas táticas e estratégias, ou ampliá-las, quando estiverem presentes, podemos acabar sobrecarregados por um progresso lento ou por retrocessos, sentindo-nos incapazes de escapar da previsão de nossa tragédia rumo a um destino fatal.

Precisamos de muita criatividade. Entre as formas de resistência às camadas do colonialismo, muitas saídas foram propostas. Algumas delas são mais incomuns, mas podem ajudar a redefinir a incomensurabilidade dos processos possíveis. Voltemos ao povo Napo Runa, que durante séculos fugiu dos conquistadores, na forma de soldados, religiosos e funcionários, que eles retratavam como canibais que se apropriavam de seus corpos (Alvarado 2010). Depois de muitas fugas, eles escaparam da conquista total submergindo em uma lagoa criada por meio de atos mágicos. Eles fugiram para resistir em uma realidade alternativa: "Do ponto de vista dos nativos, os ancestrais só foram 'conquistados' e colonizados em um campo da realidade, o da realidade comum. A superioridade ritual dos ancestrais no campo da realidade alternativa permitiu que

eles sobrevivessem e continuassem a ajudar seus descendentes que habitavam a região” (Uzendoski 2020, tradução própria)”.

Essa lagoa, no plano simbólico, proporcionou um lugar a partir do qual se exercitaram outras resistências e transições. O que é essa lagoa na Amazônia hoje? Eu a vejo como um lugar multidimensional, político, econômico, social, jurídico e afetivo, a partir do qual se pode apoiar as comunidades locais da Amazônia, dando-lhes espaço nas cidades para participar de processos políticos, divulgar suas histórias, exigir direitos, comercializar seus produtos por meio de cadeias de valor justas. A lagoa é um hiperespaço onde emergem e convergem processos de educação, comunicação e divulgação. É onde o financiamento local e internacional é canalizado para implementar projetos de restauração e outras iniciativas que regeneram e resfriam o planeta, que transformam a vida das pessoas, com a participação local, atendendo aos ritmos da natureza. Isso não é uma utopia: em uma comunidade no território Napo Runa, investigamos como as visões e práticas comunitárias foram combinadas com fundos estatais e a tecnociência de matriz europeia para diversificar os meios de subsistência. O ecoturismo comunitário, o manejo florestal sustentável, a promoção do *chakra* amazônico, a agregação de valor a produtos madeireiros e não madeireiros, uma oficina de carpintaria comunitária, um viveiro florestal, a produção de sabonetes artesanais, essências e plantas medicinais e a revalorização do conhecimento ancestral em conjunto com o conhecimento moderno são todos realizados lá (Ariza-Montobbio & Cuvi 2020). A lagoa é um local de capacitação da comunidade, onde palavras como bioeconomia, sustentabilidade forte e bioculturalidade são usadas livremente para forjar novas sociedades.

As transições para uma sustentabilidade forte – uma demanda dos artigos deste livro – exigem pensar fora da caixa. Isso está acontecendo em mais espaços, como em um livro recentemente publicado de ucronias ou histórias contrafactuais (Yáñez 2023). Nele, colegas ligados a universidades se perguntam como seria a Amazônia equatoriana e o Equador se o petróleo não tivesse sido explorado desde a década de 1970. Apenas um sonho? De forma alguma. Em 20 de agosto de 2023, alguns dias antes de enviar este artigo para publicação, foi realizado um referendo no Equador. A pergunta era: Você concorda que o governo equatoriano deve manter o petróleo da ITT, conhecido como Bloco 43, indefinidamente no solo? Sessenta por cento da população votou a favor de interromper para sempre as operações petrolíferas em um setor do Parque Nacional Yasuní. Um Minotauro foi derrotado, mas rapidamente ressurgiu como uma Hidra de Lerna, com duas novas cabeças: artifícios jurídicos e políticos para descartar o resultado.

As transições para uma sustentabilidade forte exigem a transformação da materialidade, derrotando as feras míticas e contemporâneas que continuam a devorar as pessoas, a fertilidade, a água, a biomassa, o sangue dos animais, a seiva das plantas, para alimentar as selvas de concreto, próximas ou distantes, para sustentar estilos de vida insustentáveis. É uma tarefa complicada, ainda mais se observarmos a disposição de liquidar as resistências sem respeito à vida, como é o caso dos crescentes assassinatos de líderes ambientalistas na América Latina, especialmente no Brasil, que em 2019 ficou em terceiro lugar no mundo em número de ecologistas e defensores da terra assassinados, sendo o Estado do Pará o mais perigoso para essas pessoas (Santos 2019). Os extrativismos chegam a esses extremos, ou nos enganam fazendo o trabalho de Penélope: dão audiência para a mudança, fingem fazê-la, mas secretamente desfazem tudo. A cultura hegemônica, altamente entrópica, engolfa, coopta, distorce significados. Foi o que aconteceu com a palavra *sustentabilidade*, tão contestada que se tornou necessário se referir a uma sustentabilidade “fraca”, uma “forte” e, mais recentemente, uma “hiper ou superforte”. A ética ambiental não pode ser ingênua: muitas pessoas querem – ou afirmam querer – ser ecologicamente corretas, mas são obscenamente hipócritas ou ecologicamente ingênuas². Menos ainda são aqueles que entendem as transformações necessárias e, a partir daí, estão dispostos a ressignificar as narrativas.

Nas histórias míticas que apresentei no início deste texto, Ariadne, a avó Borojó e a mãe onça são mulheres. A história colonial tem sido patriarcal, e uma transição pacífica não pode se dar dessa forma, quer homens ou mulheres exerçam a governança. Também gosto de pensar que as soluções nesses mitos são exercidas por seres humanos, confrontando e transformando o destino aparente com seu Conhecimento.

Fugiremos ou resistiremos? Encontraremos afetos salvadores, encontraremos a astúcia para acabar com os Minotauros-Hidras-Onças, para escapar dos piores presságios? Dependerá do que tornarmos visível ou invisível, e se aceitamos abraçar a incomensurabilidade, que exige mais do que incluir a diversidade. Comecei explicando que a palavra *Amazônia* significou, durante cinco séculos, um espaço associado a conflitos. Hoje, ela reúne vidas e intenções fractais que

2. Pessoas que são facilmente convencidas por qualquer informação deturpada ou que manipulam evidências socioambientais para adequá-las ao seu modo de vida. Afirmam se preocupar com a natureza e parecem se preocupar com a natureza, mas se recusam a analisar suas ideias e práticas em detalhes para evitar desafiá-las. São profundamente ingênuas e não têm malícia, ao contrário das negacionistas, mas são igualmente perigosas para a cultura socioambiental (Cuvi 2022).

emergem e convergem em um só lugar. Ela é percebida de muitas maneiras, com vários mitos, histórias, metáforas, *topos*: lar de milhões de pessoas, pulmão da Terra, reservatório de água, regulador climático, sumidouro de carbono, inferno verde, selva impiedosa, fonte de riquezas, paraíso perdido, paraíso verde... Quando me perguntei, seguindo Jung, que mito ou história construí e vivo em relação a esse bioma, visualizei a Amazônia como a floresta que mantém e sustenta o mundo, uma espécie de Atlas contemporâneo.

A narrativa do crescimento econômico como o único caminho foi responsável por impactos exacerbados antes e durante a Grande Aceleração do Antropoceno. Parece que ela só pode ser respondida com seu *alter ego*, uma Grande Desaceleração, que envolve a revolução agroecológica e a restauração da natureza como pontos de partida para novos sistemas sociais, econômicos e políticos de todas as escalas. A Amazônia tem as condições ambientais propícias para isso, população e Conhecimento. Precisamos trabalhar mais nesses e em outros significados para libertá-la de seus piores atavismos e presságios trágicos.

Agradecimentos – Este artigo foi escrito entre julho e agosto de 2023, entre Quito e Sierra Alisos. Agradeço os comentários sobre seu conteúdo feitos por Paz Guarderas, da Universidade Politécnica Salesiana. O autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio à Escola São Paulo de Ciência Avançada para uma Amazônia Sustentável e Inclusiva (Processo 2022/06028-3). O texto foi desenvolvido graças ao convite de Carlos Alfredo Joly e sua equipe para participar da Escola, em novembro de 2022, e no âmbito do projeto Humanidades Ambientais, IP 1093, da FLACSO Equador.

Conflito de interesses – O autor declara não ter nenhum conflito de interesse relacionado à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

- ALVARADO, C.N. **Historia de una cultura...a la que se quiere matar**, vol 2. Quito: Editorial Nuestra Amazonía, 2010.
- ANTUNES, Anderson Pereira; MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro. "Practical Botanists and Zoologists": contributions of amazonian natives to natural history expeditions (1846-1865). **Historia Crítica**, [S.L.], n. 73, p. 137-160, jul. 2019. Universidad de los Andes. <http://dx.doi.org/10.7440/histcrit73.2019.07>.

- ARIZA-MONTOBBIO, Pere; CUVI, Nicolás. Ecosystem-based Adaptation in Ecuador: good practices for adaptive co-management. **Ambiente & Sociedad**, [S.L.], v. 23, p. 03152, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20180315r2vu202014ao>.
- BARAHONA, A.; RAJ, K. 2022. A Historiography of the Life Sciences and Medicine in Latin America in Global Perspective. In: **Handbook of the Historiography of Latin American Studies on the Life Sciences and Medicine**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 1-15.
- BRENNAN, A. & YEUK-SZE, L. Environmental Ethics. In: **Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2002-2021.
- BRETÓN, Víctor; CORTEZ, David; GARCÍA, Fernando. En busca del sumak Kawsay. Presentación del Dossier. **Íconos - Revista de Ciencias Sociales**, [S.L.], n. 48, p. 9, 24 fev. 2014. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador (FLACSO). <http://dx.doi.org/10.17141/iconos.48.2014.1206>.
- CANTUÁRIA, P. C. et al. Poluição por mercúrio em comunidades indígenas pan-amazônicas: um retrato da realidade. In: Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão**. São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 109-139. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>
- CAÑADAS, V. B. et al. Direitos territoriais e conservação da diversidade biocultural na Amazônia: Um estudo comparativo sobre demarcação e titulação de territórios indígenas e quilombolas no Brasil, Equador e Suriname. In: Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão**. São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 201-235. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>
- CARMO, M. B. S. et al. A diversidade urbana na Amazônia e as agendas globais para a sustentabilidade urbana: propostas e desafios para a Mesorregião Ilha do Marajó – Pará. In: Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão**. São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 173-199. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>
- CARVAJAL, G. 1942. **Descubrimiento del río de las Amazonas. Relación de Fr. Gaspar de Carvajal**. Bogotá: Prensas de la Biblioteca Nacional, 1942. Disponível em: https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/descubrimiento-del-rio-de-las-amazonas--0/html/0039c0ae-82b2-11df-acc7-002185ce6064_7.html.
- CASTELLANOS, E.; LEMOS, M.F. (Coord). 2022. Central and South America. In: H.-O. Pörtner; D.C. Roberts, et al. **Climate Change2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022. P. 1689–1816. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter12.pdf.
- CUVI, Nicolás. Tecnociencia y colonialismo en la historia de las Cinchona. **Asclepio**, [S.L.], v. 70, n. 1, p. 215, 21 jun. 2018. Editorial CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2018.08>.
- CUVI, N. **Historia ambiental y ecología urbana para Quito**. Quito: FLACSO Ecuador y Abya Yala, 2022. Disponível em: <https://www.flacso.edu.ec/node/111?id=7701>.
- CUVI, N.; GUITERAS-MOMBIOLA, A.; LEHM, Z. Peoples of the Amazon and European Colonization (16th - 18th Centuries). In: Nobre C.; Encalada A., et al. **Amazon Assessment Report**. New York: United Nations Sustainable Development Solutions Network. https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/amazon-assessment-report-2021/.
- DASTON, Lorraine. The History of Science and the History of Knowledge. **Know: A Journal on the Formation of Knowledge**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 131-154, mar. 2017. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/691678>.
- FREUD, S. Teoría de la libido. In: **Obras completas**, Buenos Aires: Amorrortu editores, 1920-22. v. 18, p. 250-254.
- FUNTOWITZ, S.; MARCHI B. Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. In: LEFF E. (org.). **La complejidad ambiental**. México: Siglo XXI, UNAM y PNUMA, 2000. p. 7-53.

GLIGO, N.; ALONSO, G.; BARKIN, D. *et al.* **La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe.** Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020. 127 p. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46101-la-tragedia-ambiental-america-latina-caribe>.

GUHA, R. 2000. **Environmentalism: a global history.** New York: Longman, 2000. 176p. (Longman world history series).

GUIMARÃES, Z. T. M. et al. Governança local, mudanças climáticas e manejo de recursos naturais na Amazônia. *In:* Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão.** São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 271-292. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

HIROTA, M.; FLORES, B. M.; BETTS, R. *et al.* Resilience of the Amazon forest to global changes: Assessing the risk of tipping points. *In:* Nobre C., Encalada A. *et al.* **Amazon Assessment Report 2021.** Nueva York: United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. Disponível em: https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/amazon-assessment-report-2021/.

JUNG, C.G. **Símbolos de transformación: análisis del preludio a una esquizofrenia.** Madrid: Trotta, 1952.

KRAINOVIC, P. M. et al. A transdisciplinaridade é imprescindível para reformular um futuro sustentável para a Amazônia. *In:* Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão.** São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 293-325. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

LATOUR, B. **Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red.** Buenos Aires: Manantial, 2008.

LEMBI, R. C. et al. Inclusão, acesso e permanência de estudantes indígenas na universidade: reflexões sobre potenciais aprimoramentos para a Universidade do Estado do Amazonas. *In:* Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão.** São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 143-171. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

LEOPOLD, A. **Una ética de la Tierra.** Madrid: Los Libros de la Catarata, 2005.

LÉVI-STRAUSS, C. **Mitológicas: Lo crudo y lo cocido.** México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1964.

LIMA, L. F. et al. Desafios e oportunidades para zerar o desmatamento na Amazônia Brasileira. *In:* Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão.** São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 23-50. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

MCCOOK, S. Prodigality and Sustainability: The Environmental Sciences and the Quest for Development. *In:* SOLURI J.; LEAL C.; Pádua J.A (ed). **A Living Past: Environmental Histories of Modern Latin America.** Nueva York: Berghahn Books, 2018. p 226-245.

MCNEILL, J.R. & ENGELKE, P.. **The Great Acceleration. An Environmental History of the Anthropocene since 1945.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard, 2014.

NOBRE, C.; ENCALADA, A.; ANDERSON, E.; et al. (eds). **Amazon Assessment Report 2021.** New York: United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. Disponível em: https://www.theamazonwewant.org/spa_publication/amazon-assessment-report-2021/.

OCHOA, P. et al. Impacto dos agrotóxicos na bacia amazônica: uma revisão multidisciplinar. *In:* Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão.** São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 83-108. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

PESSÔA, A. C. M. et al. Adaptação às secas na Amazônia: Abordagens participativas para o fortalecimento da perspectiva das comunidades ribeirinhas. *In:* Joly, C. A. et al. (Org.). **Diálogos Amazônicos: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão.** São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 239-269. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

RESENDE, A. F. et al. Por que *não* continuar construindo hidrelétricas na Amazônia brasileira? Contribuições para uma matriz elétrica renovável e efetivamente sustentável. In: Joly, C. A. et al. (Org.) **Diálogos Amazônicos**: Contribuições para o Debate Sobre Sustentabilidade e Inclusão. São Carlos: RiMa Editorial, 2023. p. 51-79. Disponível em: <https://editorarima.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Dialogos-Amazonicos.pdf>

SANTOS, C. Conflicts in the Amazon: The assassination of Zé Claudio and Maria. In: MENTON; MARY; LE BILLON P. (ed). **Environmental defenders**: Deadly struggles for life and territory. London and New York: Routledge, 2021. P. 13-22.

STEFFEN, Will; RICHARDSON, Katherine; ROCKSTRÖM, Johan; CORNELL, Sarah E.; FETZER, Ingo; BENNETT, Elena M.; BIGGS, Reinette; CARPENTER, Stephen R.; VRIES, Wim de; WIT, Cynthia A. de. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, [S.L.], v. 347, n. 6223, p. 1, 13 fev. 2015. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855>.

TURNER, T. S. **The Fire of the Jaguar**. Chicago: Hau Books, 2017.

UZENDOSKI. Cannibal Conquerors and Ancestors: the aesthetics of struggle in indigenous amazonian storytelling from ecuador. **Storytelling, Self, Society**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 61, 2020. Project MUSE. <http://dx.doi.org/10.13110/storselfsoci.16.1.0061>.

UZENDOSKI, M. & CALAPUCHA-TAPUY, E.F. 2012. **The ecology of the Spoken word**: Amazonian storytelling and the shamanism among the Napo Runa. :University of Illinois Press, 2012.

VIVEIROS DE CASTRO, E. **La mirada del jaguar. Introducción al perspectivismo amerindio**. Buenos Aires: Tinta Limón, 2013.

YÁNEZ, I. (Coord.). **Amazonía sin petróleo**: Historias para cambiar la historia. Quito: Abya-Yala, 2023.

Sobre o autor

Nicolás Cuvi é Biólogo pela Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Possui mestrado em Comunicação Científica pela Universitat Pompeu Fabra, mestrado e doutorado em História da Ciência pela Universitat Autònoma de Barcelona. É professor pesquisador titular da Faculdade Latino-Americana de Ciências Sociais (FLACSO, Equador), onde coordena o mestrado e o doutorado em História dos Andes. <https://orcid.org/0000-0002-3206-5672>

