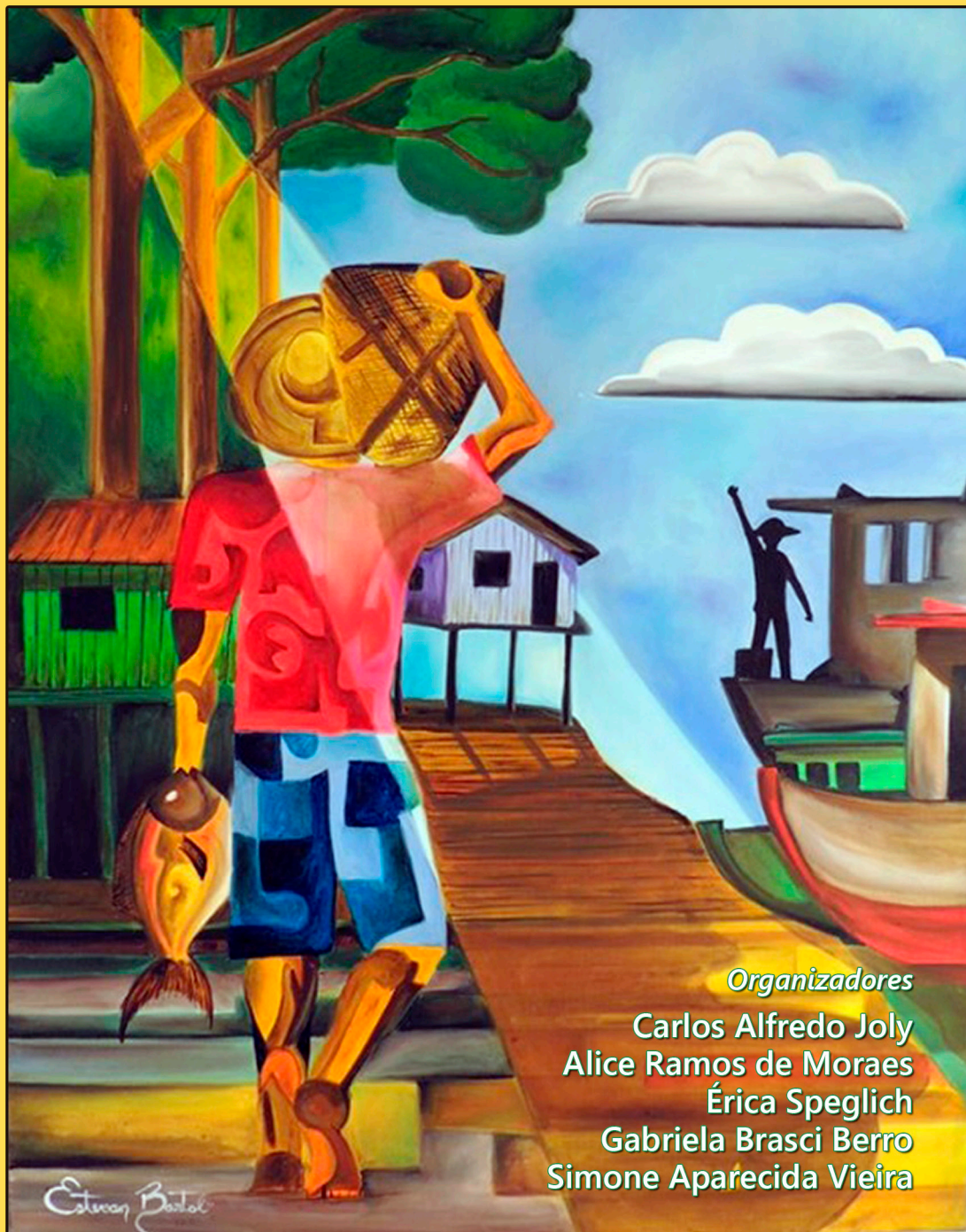




DIÁLOGOS AMAZÓNICOS:

CONTRIBUCIONES AL DEBATE SOBRE SOSTENIBILIDAD E INCLUSIÓN



Organizadores

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



Diálogos Amazónicos: Contribuciones al Debate Sobre Sostenibilidad e Inclusión

Organizadores

Carlos Alfredo Joly
Alice Ramos de Moraes

Érica Speglich

Gabriela Brasci Berro
Simone Aparecida Vieira

RiMa



2023

Copyright © 2023 por los autores

Derechos de esta edición:
RiMa Editorial

Ilustración de portada de Estevan Bartoli
Fotos de aperturas de sección: Estevan Bartoli

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-40-9

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Diálogos Amazônicos: contribuciones al debate sobre sostenibilidad e inclusión / organizado por Carlos Alfredo Joly... [et al]. – São Carlos, SP : RiMa Editorial, 2023. 345 p.

Formato: eBook
ISBN: 978-65-84811-40-9

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

CONSEJO 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



Índice

De la destrucción asegurada a la transición sostenible

Escuela Sao Paulo de Ciencia Avanzada para una
Amazonia Sostenible e Inclusiva

Vectores de degradación e impactos a gran escala en la Cuenca Amazónica

Desafíos y oportunidades para eliminar la deforestación en la
Amazonia Brasileña

¿Por qué no seguir construyendo represas hidroeléctricas en
la Amazonia brasileña? Contribuciones a una matriz eléctrica
renovable y efectivamente sostenible

Impacto de los plaguicidas en la cuenca Amazónica: una
revisión multidisciplinaria

Contaminación por mercurio en comunidades indígenas
Panamazónicas: un retrato de la realidad

Inclusión y diversidad cultural en la Cuenca Amazónica, del nivel local al transnacional

Inclusión, acceso y permanencia de estudiantes indígenas en
la universidad: reflexiones sobre mejoras potenciales para la
Universidad Estatal de Amazonas

La diversidad urbana en la Amazonía y las agendas globales
para la sostenibilidad urbana: propuestas y desafíos para la
Mesorregión de la Isla de Marajó – Pará

Derechos territoriales y conservación de la diversidad biocultural en la Amazonía: un caso sobre demarcación y titulación de territorios indígenas y cimarrones en Brasil, Ecuador y Surinam

Diálogos para la sostenibilidad y la inclusión en la Cuenca Amazónica: gobernanza local, participación y transdisciplinariedad

Adaptación a las sequías en la Amazonía: enfoques participativos para fortalecer la perspectiva de las comunidades ribereñas

Gobernanza local, cambio climático y manejo de recursos naturales en la Amazonía

La transdisciplinariedad es esencial para reformular un futuro sostenible para la Amazonia

Nuevos relatos para la Amazonía



De la destrucción asegurada a la transición sostenible

Luiz Eugenio Araújo de Moraes Mello

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

A lo largo de los siglos, hachas, palas, azadas y fuegos han sido reemplazados por instrumentos cada vez más refinados, selectivos y destructivos. El avance de la tecnología trajo consigo el avance de este poder de destrucción. El potencial de transformación asociado a un mejor conocimiento de las leyes que rigen el universo condujo, entre otras cosas, en la década de 1950 al desarrollo del concepto de destrucción mutua asegurada (MAD).

Desde entonces, nuestra especie se ha enfrentado a múltiples amenazas de diversas formas, incluida la desaparición acelerada de especies animales (y vegetales), y ha reintroducido con éxito algunas especies en la naturaleza. A mayor escala, la prohibición de los clorofluorocarbonos (CFC) en lo que hasta la fecha es "posiblemente el acuerdo de cooperación internacional más exitoso de todos los tiempos" (Kofi Annan) y la consiguiente recuperación de la capa de ozono es un elemento auspicioso.

Los problemas que seguimos enfrentando hoy en día son múltiples y desafiantes. Para un ciudadano común, es difícil entender cómo la minería a cielo abierto puede prosperar en un mundo donde la vigilancia satelital y el monitoreo electrónico alcanzan los niveles actuales. Es difícil para las personas racionales entender cómo después de Minamata el uso de mercurio continúa ocurriendo en una escala de cientos de toneladas y de manera salvaje como una acción deliberada.

La FAPESP ha desarrollado con éxito varios programas que buscan estimular y organizar la producción de conocimiento sobre biodiversidad, bioenergía, cambio climático y ciencia de datos. Sin embargo, el desarrollo de BIOTA, BIOEN, PFMCG y eScience se realizó con poca o ninguna sinergia entre estos notables programas. La Iniciativa Amazonia trabaja para integrar estos programas, creando un metaprograma.

Primer paso de la Iniciativa Amazonia, la Escuela de Ciencias Avanzadas de São Paulo, brillantemente dirigida por el Prof. Carlos Joly, no solo dio como resultado este libro, sino que llamó la atención de jóvenes y prometedores estudiantes sobre este tema. La transición sostenible que buscamos para la Amazonía no se logrará sin ciencia de calidad, sin la participación de líderes experimentados y jóvenes comprometidos, sin una visión multifacética y sin la participación de la sociedad en su conjunto. Los diferentes temas tratados en este libro son un testimonio de la complejidad del desafío que se avecina. La ciencia y los científicos deben ser protagonistas de esta transformación.



Escuela Sao Paulo de Ciencia Avanzada para una Amazonia Sostenible 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. – spglic@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-978-65-84811-40-9_001



RESUMEN

Entre el 21 de noviembre y el 5 de diciembre de 2022, se realizó en São Paulo/SP la Escuela Sao Paulo de Ciencia Avanzada para una Amazonia Sostenible e Inclusiva (ESPCA Amazonia), como parte de la Iniciativa Amazonia de la Fundación de Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP). La ESPCA Amazonia tuvo como objetivo contribuir a la formación y capacitación de estudiantes, investigadores y profesionales en el área de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos que en el futuro liderarán centros académicos y de investigación, agencias gubernamentales, empresas, industrias, organizaciones internacionales y diversos otros sectores e instituciones. La Escuela se organizó en tres ejes: El territorio amazónico y su sostenibilidad; Los habitantes de la Amazonia como protagonistas de la Conservación de la Biodiversidad y la Mitigación del Cambio Climático; y La Amazonia y sus habitantes en armonía con su entorno y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El resultado de las experiencias y aprendizajes adquiridos en este proceso se consolida en los capítulos que componen este e-book

Palabras clave: Interdisciplinariedad; trabajo en red; servicios ecosistémicos, conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos; participación social.

Contextualización

A mediados de 2021, el Prof. Luiz Eugênio Mello, entonces director científico de la FAPESP, reunió a los cuatro Programas Estratégicos de la FAPESP¹ para iniciar un debate sobre la posibilidad de una gran iniciativa de investigación en la Amazonia. En aquel momento, la FAPESP contaba con un historial de cerca de 500 millones de reales ya invertidos en investigaciones de excelencia en el tema de la Amazonia. Sin embargo, era evidente la falta de integración entre ellas y la desconexión con las dimensiones sociales y humanas de la investigación

Estas discusiones internas dieron lugar a dos reuniones de trabajo, centradas en aunar esfuerzos y ampliar la discusión de los Programas Estratégicos con expertos en la materia, principalmente actores locales. Además, el propósito era esbozar lo que sería y cómo se pondría en marcha una agenda de investigación innovadora e interdisciplinaria centrada en la sociobiodiversidad.

Las reuniones tuvieron lugar virtualmente del 27 al 29 de abril de 2022 y reunieron a 64 participantes de diferentes estados y sectores (académico, industrial y del tercer sector). La pregunta "¿Qué investigación científica es necesaria para una transición sostenible en la región amazónica?" orientó las discusiones del primer día, con el objetivo principal de delimitar qué problemas prioritarios serían el foco de la primera convocatoria de proyectos de investigación. El resultado de esta discusión fue publicado como Tabla central en el punto 3 de la Convocatoria lanzada en junio de 2022, que resume los principales ejes prioritarios de investigación para la región.

Estas discusiones se utilizaron como base para el debate del segundo día sobre los acuerdos que facilitarían la investigación en innovación para avanzar en las soluciones a los problemas de la región. El producto del debate fue una cartera de posibilidades para que cada Fundación Estatal de Investigación evaluara los acuerdos más apropiados para utilizar en futuras convocatorias centradas en la innovación.

Paralelamente, a instancias del director ejecutivo de la FAPESP, Prof. Carlos Américo Pacheco, el Consejo Nacional Brasileño de Agencias Estatales de Financiación (Confap) avanzó en la discusión de una agenda para identificar una amplia lista de desafíos concretos de investigación para aportar soluciones a problemas reales de la Amazonia Legal. De estas discusiones resultó en la creación

1. Programa de Investigación sobre Caracterización, Conservación, Restauración y Uso Sostenible de la Biodiversidad (BIOTA); Programa de Investigación sobre Bioenergía (BIOEN); Programa de Investigación sobre Cambio Climático Global y Programa de Investigación sobre eScience y Ciencia de Datos.

de la Iniciativa Amazonia +10, que, todavía en 2022, hizo su 1ª Convocatoria de Investigación, con la participación de 20 Agencias Estatales de Financiación de la Investigación. Esta Convocatoria involucró a más de 500 investigadores de 18 estados + el Distrito Federal y resultó en la aprobación de 39 proyectos de investigación en tres grandes ejes temáticos: Territorio, Pueblos Amazónicos y Fortalecimiento de Cadenas Productivas Sostenibles.

Otra acción paralela relevante fue el evento “¿Cómo pueden contribuir la investigación y los consejos de investigación al desarrollo sostenible de la región amazónica?”, organizado en 2022 durante la reunión anual del Consejo de Investigación Global. El evento, organizado por la FAPESP y el NWO (Consejo Holandés de Investigación), contó con la participación del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global/IAI y resultó en la decisión de provocar al Foro Belmont sobre la posibilidad de una convocatoria internacional centrada en los Bosques Tropicales, en particular la Amazonia. Estas discusiones han evolucionado y se espera que el Foro Belmont lance pronto una convocatoria de Acción de Investigación Colaborativa (CRA) con este objetivo.

Volviendo a las discusiones promovidas por el director Científico de la FAPESP, a fines de 2021, se discutió mucho sobre la necesidad de formar investigadores interesados en desarrollar investigaciones en la Región Amazónica, especialmente con enfoque en la investigación transdisciplinaria. Esta constatación resultó en la maduración de la propuesta de una Escuela Sao Paulo de Ciencia Avanzada (ESPCA) destinada a la formación de jóvenes investigadores de la Amazonia, siempre considerada como un bioma que se expande a los países vecinos. La estructuración de la Escuela São Paulo de Ciencia Avanzada para una Amazonía Sostenible e Inclusiva (ESPCA) nació de la intersección de todas estas discusiones, que en última instancia tuvieron como objetivo la construcción de una agenda de investigación para la región.

Estructura de la ESPCA Amazonia

Siempre en colaboración con investigadores e instituciones de la región amazónica, el primer paso fue la constitución de la Comisión Organizadora² para poner en marcha el programa. Desde el principio, la Comisión definió que

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

“El objetivo de la ESPCA AMAZONÍA Sostenible e Inclusiva es proporcionar a los jóvenes estudiantes de postdoctorado (y a los que están en la fase final de su doctorado) una visión multi e interdisciplinar, basada en la ciencia y valorando el conocimiento indígena y tradicional, de los principales problemas que históricamente han impedido el desarrollo sostenible, la conservación y la inclusión social en el Bioma Amazónico. También pretende discutir las alternativas existentes para estos frentes y construir junto con estos jóvenes científicos nuevas propuestas para la solución de estos problemas”.

Además de los investigadores, la organización contó con el inestimable apoyo de un grupo de jóvenes investigadores³ dispuestos no sólo a colaborar en el montaje, sino también a participar como monitores en todas las actividades de la ESPCA, además de organizar las imprescindibles actividades de integración de los participantes. En las discusiones conjuntas, tratamos de incorporar el aspecto integrador de la ESPCA en su propia estructura, tanto sobre la selección de los participantes como en relación con los temas que se trabajarían a lo largo del curso. Para la selección de los participantes, se discutieron y aplicaron criterios de diversidad e inclusión, con especial atención a los candidatos con una relación directa con la Amazonia y parentesco con los pueblos amazónicos tradicionales.

Para seleccionar a los participantes, se debatieron y aplicaron criterios de diversidad e inclusión, con especial atención a los candidatos con una relación directa con la Amazonia y parentesco con los pueblos amazónicos tradicionales. Se seleccionaron 88 de 121 candidatos, favoreciendo a los participantes vinculados a la Región Amazónica en su conjunto, es decir, de todos los países que comparten este bioma. Al final del proceso, el 60% de los participantes eran brasileños y el 40% de países amazónicos como Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Surinam y Venezuela, y de países no amazónicos como Guatemala, México, Estados Unidos, Italia y los Países Bajos.

3. Equipo de monitores: Alice Ramos de Moraes (investigadora postdoctoral del Centro de Síntesis en Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos en el momento del curso, Actualmente es investigadora postdoctoral en el Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales (NEPAM), de la UNICAMP, y joven investigadora en la Plataforma Brasileña de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (BPBES); Gabriela Braschi Berro (estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ecología de la UNICAMP); Laura Barbon de Abreu (estudiante de maestría en el Programa de Posgrado en Ecología de la UNICAMP); Henrique Simões de Carvalho Costa (estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ecología de la UNICAMP); Rafael Flora Ramos (estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ecología de la UNICAMP); Luis Carlos Quimbayo Guzmán (estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ecología de la UNICAMP); Victor Campos Khuriyeh (biólogo egresado de la UNICAMP, vinculado al Laboratorio de Ecología y Manejo de Ecosistemas /LEME, el Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales (NEPAM)).

Reforzando el aspecto de la inclusividad, la ESPCA contrató servicios de traducción simultánea para las conferencias celebradas a lo largo del periodo. Esto hizo posible dar cabida a las presentaciones y contribuciones de los participantes en tres idiomas: inglés, español y portugués. De este modo, todos se sintieron más cómodos comprendiendo el contenido y haciendo sus aportes en la lengua de su elección. En las actividades en las que no fue posible contar con servicios de traducción simultánea – como la visita técnica o las dinámicas de integración realizadas en otros espacios – los propios participantes se ayudaron mutuamente, contribuyendo así a crear un ambiente de colaboración, atención y respeto.

Teniendo en cuenta que en el momento en que se llevó a cabo la ESPCA todavía estábamos viviendo un escenario de pandemia de COVID-19 y el hecho de que la ESPCA es un evento con un gran número de participantes procedentes de diferentes partes del mundo, había preocupación por los protocolos sanitarios a seguir. Se solicitó el apoyo del Departamento de Salud de la ciudad de São Pedro/SP (donde se celebró la ESPCA) y todos los participantes fueron sometidos a pruebas el primer día. Además, el uso de mascarillas en espacios cerrados fue constante y se dispuso de pruebas rápidas si algún participante presentaba síntomas.

En cuanto a la estructura del curso, el enfoque en la sostenibilidad y la inclusión llevó a la definición de los 3 módulos de la ESPCA Amazonia, siendo 1) *El territorio amazónico y su sostenibilidad*; 2) *Los habitantes de la Amazonia como protagonistas de la Conservación de la Biodiversidad y Mitigación del Cambio Climático* y 3) *La Amazonia y sus habitantes en armonía con su entorno y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*.

En el 1^{er} módulo se presentaron los siguientes temas:

- ◆ *Visión sobre la investigación inter y transdisciplinaria – métodos descolonizadores*, por Anita Hardon (Dutch Research Council – NWO).
- ◆ *Caracterización de la evolución geológica de los ecosistemas amazónicos*, por Paulo Eduardo de Oliveira (USP);
- ◆ *El sistema hidroclimático amazónico, el reciclaje del agua y la regulación del clima en la Amazonia*, por Marcos H. Costa (UFV);
- ◆ *El ciclo del carbono en la Amazonia*, por Luiz Eduardo O. C. Aragão (INPE);
- ◆ *La Mata Atlántica: un bosque inesperado*, por Simone A. Vieira (UNICAMP);
- ◆ *La Amazonia cambiante en el contexto de nuestro nuevo clima*, por Paulo Artaxo (USP);
- ◆ *Evolución de la biota amazónica*, por Alexandre Aleixo (Museo de Historia Natural de Finlandia);

- ◆ *El cambio climático modifica los peces de la Amazonia*, por Adalberto Val (INPA);
- ◆ *La evolución de la flora amazónica y los efectos de la domesticación humana*, por Mónica Moraes (Herbario Nacional de Bolivia-UMSA);
- ◆ *La historia antigua de la Amazonia y sus conexiones con la diversidad cultural y biológica*, por Eduardo G. Neves (USP);
- ◆ *El agotamiento histórico de la bioculturalidad amazónica*, por Nicolás Cuvi (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales/FLACSO Ecuador);
- ◆ *Caracterización de los principales impulsores del cambio climático y la pérdida de biodiversidad y sociodiversidad*, por Philip Fearnside (INPA);
- ◆ *Políticas de conservación de áreas protegidas y territorios indígenas en la Amazonía del pasado al presente*, por Thiago Mota Cardoso (UFAM);
- ◆ *Impactos de la deforestación en las enfermedades infecciosas y la salud pública en la Amazonia*, por Marcus V. G. Lacerda (FIOCRUZ Manaus);
- ◆ *El Museo Emílio Goeldi de Pará: un museo de resistencia*, por Marlúcia Bonifácio Martins (MPEG)
- ◆ *Iniciativa Amazon + 10*, por Luiz Eugênio Mello (DC FAPESP).

En el 2º módulo, las ponencias fueron:

- ◆ *Bioeconomía: un futuro para la Amazonia*, por Lauro Barata (Universidad Federal del Oeste de Pará-UFOPA);
- ◆ *La gestión pesquera del pueblo indígena Paumari vista desde otras perspectivas*, por Gustavo F. V. Silveira (Operação Amazônia Nativa-OPAN);
- ◆ *Diversidad biocultural y gobernanza en la Amazonia: diálogo de saberes y justicia socioambiental*, por Simone Athayde (Florida International University);
- ◆ *La contribución de las poblaciones amazónicas a los servicios ecosistémicos*, por Helder L. Queiroz (Instituto de Desarrollo Sostenible de Mamirauá);
- ◆ *El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI Colombia*, por Juan Felipe Guhl Samudio (SINCHI);
- ◆ *Medidas de conservación para hacer frente a las principales amenazas a la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y las reservas de carbono en la Amazonia*, por Ane Alencar (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM);
- ◆ *Bases de datos geoespaciales sobre la Amazonia*, por Carlos M. de Souza Junior (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAZON);
- ◆ *¿Qué puede hacer la IA por la investigación socioambiental?*, por Thiago Santos Gouvea (Centro Alemán de Investigación en Inteligencia Artificial-DFKI);

- *Iniciativas para sintetizar el conocimiento existente para avanzar en temas de gobernanza para la sostenibilidad*, por Andrea Carolina Encalada Romero (Universidad San Francisco de Quito).

En el módulo 3, el programa incluyó:

- ◆ *Las contribuciones y el papel del 3er sector para la Conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y en el cambio climático en la Amazonía*, por Paulo Moutinho (Instituto de Investigación Ambiental de la Amazonía – IPAM);
- ◆ *Modelos y opciones para la restauración ecológica de las formaciones amazónicas*, por Ricardo Ribeiro Rodrigues (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ-USP);
- ◆ *Urbanización contemporánea en la Amazonia: sistemas territoriales y la microrregión de Parintins*, por Estevan Bartoli (Universidad Estatal de Amazonas – campus de Parintins).

En el tercer módulo, estaban previstas las conferencias *Procesos organizativos y tecnologías sociales que impulsan el desarrollo sostenible, incluido el desarrollo cultural y el turismo en la Amazonia* (por Nelissa Peralta, Instituto de Filosofía y Ciencias Humanas-UFFA); y *Conectar y compartir conocimientos diversos para apoyar vías sostenibles en la Amazonia* (por Francisca Arara, Comisión Regional de Alianzas con Pueblos Indígenas y Otras Poblaciones Tradicionales). Lamentablemente, las ponentes no pudieron asistir.

Además de estas presentaciones, tuvimos una conferencia de apertura titulada *La Amazonia cerca de un punto de no retorno: la urgente necesidad de una nueva bioeconomía de la selva en pie*, por Carlos A. Nobre (IEA/USP), y la conferencia de clausura *Descolonizando futuros: Amazonia más allá de la sostenibilidad*, por Fábio Scarano (Cátedra UNESCO de Educación para el Futuro y UFRJ).

Dinámica de la ESPCA

Al final de los módulos 1 y 2, promovimos momentos de discusión con la participación de todos los ponentes, en los que inicialmente hablaron brevemente sobre sus respectivas instituciones y luego, en conjunto (incluyendo a todos los participantes), se centraron en cuestiones específicas. Uno de los aspectos positivos planteados es la diversidad de instituciones de investigación y enseñanza superior en la región amazónica. Una de las grandes dificultades señaladas por los representantes de las diferentes instituciones es el problema

de la renovación del personal de las instituciones y la retención de personal bien formado en la región amazónica. Otras cuestiones importantes debatidas fueron: la necesidad de formación para la investigación transdisciplinar; las dificultades para organizar las cadenas de producción, especialmente de los productos de temporada; la falta de integración entre las múltiples acciones y las respectivas bases de datos generadas; los nuevos problemas provocados por la rápida expansión de la delincuencia organizada y su impacto en las comunidades tradicionales y las zonas indígenas.

Actividades integradoras

La agenda de la ESPCA Amazonia incluyó actividades integradoras entre los participantes, que fueron cuidadosamente pensadas y ejecutadas de forma integrada con las conferencias y otras actividades intelectuales. La primera actividad de integración se centró principalmente en “romper el hielo” y estimular las conexiones - después de todo, teníamos una constelación diversa de participantes, de 12 nacionalidades diferentes, con afinidades en términos profesionales y personales, que vivirían y trabajarían juntos durante las dos semanas siguientes. Las actividades posteriores se desarrollaron para impregnar las cuestiones tratadas durante las conferencias y, de este modo, intentamos crear oportunidades para que los temas se revisaran y profundizaran en un contexto alternativo a las presentaciones y debates académicos convencionales.

En resumen, fomentamos las condiciones para la creación de un ambiente acogedor y distendido que animara a los participantes a conocerse y conectar entre sí, más allá de nombres, instituciones de origen y antecedentes académicos. En este espíritu, ver juntos las retransmisiones de los partidos de la selección brasileña durante la Copa del Mundo masculina tuvo cabida en el programa como momentos de integración entre conferenciantes y participantes. Las sesiones de posters también se diseñaron para contribuir al establecimiento de conexiones entre los participantes.

Sesión de posters

En el programa de la ESPCA, hubo dos momentos dedicados a la presentación de pósters al comienzo del primer módulo, con 40 participantes en cada sesión. Cada participante aportó una breve introducción sobre sus intereses y líneas de investigación recientes, así como lo que identificaban como las principales motivaciones, preguntas y retos sobre una Amazonía sostenible e inclusiva. También se animó a los participantes a compartir sus expectativas sobre la ESPCA, posibles sugerencias para el trabajo cooperativo y cómo éste podría contribuir a sus propias agendas de investigación.

Los participantes cuyos temas de investigación actuales eran similares o complementarios se colocaron en la misma sesión, contribuyendo así al intercambio de información y experiencias. Todos los presentes visitaron las presentaciones, siendo este uno de los primeros momentos de integración y trabajo en red, que se intensificó a lo largo de los días. Cabe destacar que uno de los conferenciantes afirmó, al final de la 2ª sesión de posters, que ésta había sido una de las mejores presentaciones de posters en las que había participado, debido al animado debate entre los participantes.

Visita técnica a Natura Cosméticos

Durante el módulo 2, se realizó una visita a la fábrica de Natura Cosméticos, en el municipio de Cajamar/SP. El objetivo de esta visita fue mostrar *in loco* la viabilidad efectiva de tener una industria basada en los principios activos de la biodiversidad amazónica de forma sostenible. Como preparación para esta visita, desde el inicio del módulo 2, la bióloga Camila Brás Costa, Gerente Científica de bioprospección de especies vegetales con potencial cosmético, comenzó a acompañar la ESPCA Amazonia para conocer el enfoque que se estaba dando al desarrollo sostenible de la Amazonia y también para familiarizarse con la clase, respondiendo a varias preguntas que los participantes tenían sobre la actuación de Natura.

Durante la visita, los profesionales de Natura hablaron sobre el desempeño de la empresa en relación específicamente al uso de bioingredientes amazónicos extraídos en asociación con comunidades tradicionales, por el Programa Natura Amazonia, y cómo eso se refleja actualmente en la conservación de 2 millones de hectáreas de selva en pie. Como opción, Natura también ofreció la oportunidad de participar en un taller para estimular potenciales propuestas de proyectos en conjunto con la empresa, a través de Natura Campus Hard Life Science.

Trabajo en grupo

Además de las conferencias, los carteles, las actividades de integración y la visita a Natura, a lo largo de los 10 primeros días de la ESPCA Amazonia los participantes participaron en varias actividades de grupo, como parte de la dinámica utilizada en cada módulo. Al final del módulo 2, con la orientación del equipo de profesores y monitores, los participantes se organizaron en grupos de hasta 10 personas. Cada grupo contaba con participantes tanto de ciencias naturales como de ciencias sociales y humanidades, y de diferentes países.

Esta dinámica dio lugar a la formación de 10 grupos que trabajaron intensamente a lo largo de la 2ª mitad de la ESPCA para definir sus respectivos temas de trabajo. En este proceso, contaron con el apoyo de los monitores y ponentes presentes para pulir la definición de ideas y afinar el alcance, así como con momentos de intercambio y retroalimentación por parte de otros participantes.

Observaciones finales

La ESPCA Amazonia fue una experiencia única que reunió a ponentes y participantes de varios países amazónicos, con formación tanto en ciencias naturales como en ciencias sociales y humanidades, con múltiples experiencias previas muy diferentes, que se propusieron y alcanzaron el objetivo de trabajar de forma interdisciplinar. Aunque la elección de los temas por parte de los grupos no fue unánime, lo que naturalmente generó tensiones al principio del trabajo, todos se comprometieron a producir una contribución rica e inédita que pudiera servir de referencia en el futuro. Los trabajos producidos, recopilados y organizados en este E-Book, son el resultado de la combinación de experiencias previas, conocimientos y lecciones aprendidas – individual y colectivamente. Reflejan, por tanto, el aprendizaje y la maduración de los participantes.

Agradecimientos – Los autores agradecen a la Fundación de Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) por el apoyo a la “Escuela Sao Paulo de Ciencia Avanzada para una AMAZONÍA Sostenible e Inclusiva (Proceso 2022/06028-3)”, a las instituciones que apoyaron la iniciativa, al equipo de apoyo, y a todos los profesores y colegas que participaron de la ESPCA Amazonía y contribuyeron para el desarrollo de este trabajo. También queremos agradecer a Estevan Bartoli, que amablemente nos ha facilitado las fotos que ilustran la portada y la separación de los bloques.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Sobre los autores

Alice Ramos de Moraes es Bióloga, con especialización en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, maestría y doctorado en Ecología de la Universidad de Campinas (UNICAMP). Recientemente completó un posdoctorado en el Jardín Botánico de Río de Janeiro. Actualmente es investigadora postdoctoral en el Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales (NEPAM), de la UNICAMP, y joven investigadora en la Plataforma Brasileña de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (BPBES). <https://orcid.org/0000-0002-5096-0873>

Carlos Alfredo Joly es Biólogo por la Universidad de São Paulo (USP), máster en Biología Vegetal por la Universidad de Campinas (UNICAMP) y PhD en Botánica por la Universidad de Saint Andrews Escocia. Actualmente es Profesor Emérito de la UNICAMP, Coordinador de la Plataforma Brasileña de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (BPBES) y Editor Jefe del periódico Biota Neotropica. <https://orcid.org/0000-0002-7945-2805>

Érica Speglich es licenciada en Ciencias Biológicas, máster y doctora en Educación y especializada en Periodismo Científico por la Universidad de Campinas (UNICAMP). Es socia fundadora de Maritaca Divulgação Científica, empresa que actúa en la interfaz de la comunicación científica pública. <https://orcid.org/0009-0007-3390-7775>

Gabriela Brasci Berro es Bióloga con maestría en Ecología de la Universidad de Campinas (UNICAMP). Actualmente es estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ecología de la UNICAMP. <https://orcid.org/0000-0002-9339-0188>

Simone Aparecida Vieira es Ingeniera Agrónoma por la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Máster en Ciencias Forestales por la ESALQ/USP y Doctora en Ciencias por el Centro de Energía Nuclear en la Agricultura de la Universidad de São Paulo (CENA/USP). Actualmente es investigadora del Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales (NEPAM), miembro de la coordinación del Programa BIOTA-FAPESP, y coordinadora del Programa de Postgrado en Ecología de la Universidad de Campinas (UNICAMP). <https://orcid.org/0000-0002-0129-4181>



Vectores de degradación e impactos a gran escala en la Cuenca Amazónica

- ◆ Desafíos y oportunidades para eliminar la deforestación en la Amazonia Brasileña
- ◆ ¿Por qué *no* seguir construyendo represas hidroeléctricas en la Amazonia brasileña? Contribuciones a una matriz eléctrica renovable y efectivamente sostenible
- ◆ Impacto de los plaguicidas en la cuenca Amazónica: una revisión multidisciplinaria
- ◆ Contaminación por mercurio en comunidades indígenas Panamazónicas: un retrato de la realidad





Desafíos y oportunidades para eliminar la deforestación en la Amazonia Brasileña

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-978-65-84811-40-9_002

RESUMEN

La creciente deforestación en la Amazonia Brasileña representa un alto riesgo para la biodiversidad, el clima, los ecosistemas y las comunidades locales e internacionales. Este artículo aborda el tema de la lucha contra la deforestación en la Amazonia Brasileña en las últimas décadas y propone estrategias para eliminar la destrucción del bosque. Aunque Brasil ha logrado avances significativos en este esfuerzo, aún existen desafíos por superar para erradicar por completo la práctica del desmonte en la región. El objetivo del estudio es analizar las principales acciones exitosas en la reducción de la deforestación e identificar oportunidades para eliminarla por completo para los años 2030, 2040 y 2050. Los resultados sugieren que las acciones para combatir la deforestación deben adaptarse a las características de la tenencia de la tierra en las áreas deforestadas, priorizando principalmente la reducción en tierras públicas, que actualmente son responsables del 51% de las tasas recientes de deforestación. Además, se indica que la deforestación en áreas protegidas debe ser controlada, seguida de áreas de asentamientos y, por último, en propiedades rurales, principalmente a través de estrategias de comando y control (top-down), junto con incentivos para la agroforestería y el desarrollo de cadenas bioeconómicas locales.

Palabras clave: deforestación, Amazonia, PPCDAm, gestión presupuestaria, gestión pública ambiental.

Introducción

Brasil ha adquirido un sólido conocimiento en el desarrollo e implementación de políticas contra la deforestación. Este conocimiento ha surgido como respuesta a tres décadas de expansión del desmonte, en gran medida patrocinado por el Estado en la Amazonia y en línea con la agenda pública y geopolítica de “Integrar para no Entregar”. Este proceso de ocupación de la región ha llevado a la integración del norte con otras regiones del país. Sin embargo, el costo ha sido la pérdida y degradación de grandes cantidades de hábitats naturales, conflictos de tenencia de la tierra y hostilidad hacia las comunidades indígenas. La rápida conversión de los bosques de la Amazonia brasileña también ha dado lugar a acciones de conservación forestal por parte del sector privado y grupos de la sociedad civil, muchos de los cuales han llevado a iniciativas de asociación público-privada y otros mecanismos de gobernanza (Greenpeace 2006, 2009).

Entre estas políticas se encuentra la creación del Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonia (PPCDAm) a principios de la década de 2000, cuya implementación comenzó en 2004, y la revisión del Código Forestal Federal (CFF) en 2012. El PPCDAm impulsó la creación de más de 30 millones de hectáreas de áreas protegidas en la Amazonia y nuevos sistemas de monitoreo de la deforestación. También estableció un embargo a los municipios con altas tasas de deforestación y contribuyó al desarrollo del Programa de Agricultura de Bajo Carbono (ABC) para promover la restauración de pastizales e integración agropecuaria en la Amazonia Legal (Nepstad *et al.* 2014a). A pesar de las bajas tasas de cumplimiento, el nuevo CFF estableció restricciones a la remoción de vegetación nativa en propiedades privadas y legalizó el Registro Ambiental Rural (CAR), que incluye más de 4,6 millones de propiedades y cuyos límites se han declarado y puesto a disposición para el monitoreo ambiental (SFB 2022).

También han surgido políticas privadas de deforestación cero en los sectores de la soja y la carne en Brasil. La soja es el principal monocultivo producido en la Amazonia brasileña y la mayoría se exporta, lo que obliga a los productores brasileños a cumplir con las regulaciones nacionales y las exigencias de los compradores internacionales. Cuando se presionó a las empresas procesadoras internacionales de soja en 2006 para que no compraran soja asociada a la deforestación en la Amazonia, firmaron la Moratoria de la Soja (MSoja), comprometiéndose a no comprar el producto proveniente de áreas deforestadas. Estas empresas formaron un grupo asesor para apoyar al gobierno y proporcionar monitoreo de las propiedades de soja. Desde la implementación de la MSoja, la soja de la Amazonia es prácticamente libre de deforestación (Gibbs *et al.* 2015; Kastens *et al.* 2017),

como resultado de la implementación paralela de políticas públicas contra la deforestación y el colapso del mercado de commodities en la región (Macedo *et al.* 2012). Similar a la MSoja, el sector ganadero firmó Acuerdos de Ganado con los fiscales federales y Greenpeace en 2009, comprometiéndose también a no comercializar ganado procedente de áreas deforestadas en la Amazonia. Sin embargo, a diferencia de la MSoja, hubo pocos avances en la reducción de la deforestación debido a los Acuerdos de Ganado, debido a la complejidad de la cadena de suministro (Massoca *et al.* 2017) y la falta de transparencia en la información necesaria para monitorear los acuerdos, lo que podría llevar a fugas y al lavado de ganado (Gibbs *et al.* 2016; Alix-García y Gibbs 2017; Klingler *et al.* 2017).

Recientemente, el presidente Lula se comprometió en su programa de gobierno iniciado en 2023 a eliminar la deforestación en la Amazonia Brasileña para 2030 (Agência Brasil 2023).

En este informe presentamos una estrategia innovadora para evaluar los desafíos y oportunidades de eliminar la deforestación en la Amazonia Brasileña para 2030. Para ello, consideramos las lecciones aprendidas de la implementación del PPCDAm que han contribuido a la reducción de la deforestación, así como el presupuesto previsto para la agenda ambiental en los próximos años. Analizamos el presupuesto (realizado y previsto) de las acciones de combate a la deforestación hasta 2014 para abordar las siguientes preguntas: (i) ¿Cuál es el valor estimado del presupuesto necesario para las acciones de combate a la deforestación en diferentes escenarios para los años 2030, 2040 y 2050? (ii) ¿Brasil cuenta con recursos financieros suficientes para financiar estas medidas de combate a la deforestación? (iii) ¿Cuáles son las recomendaciones prioritarias para eliminar la deforestación, considerando los presupuestos previstos? (iv) ¿Cuáles son las principales estrategias que permitirán lograr la eliminación total de la deforestación para 2030?

El PPCDAm y el Presupuesto Público Federal

El PPCDAm se compone de cuatro ejes fundamentales: Ordenamiento Territorial y Fundiario, Monitoreo y Control Ambiental, Fomento a las Actividades Sostenibles e Instrumentos Normativos y Económicos. Su implementación se llevó a cabo mediante una estrategia integrada entre varios ministerios y entidades gubernamentales federales, y contó con presupuesto proveniente de diversas fuentes. Debido a esto, estimar las cifras presupuestarias resulta complicado. Verdum (2017) realizó un arduo trabajo de estimación de los gastos federales para combatir la deforestación, y los resultados son impresionantes. El presupuesto total asignado (previsto) en los tres primeros ejes de actuación fue de R\$ 13,8 mil

millones entre 2007 y 2014, sin embargo, el presupuesto efectivamente utilizado alcanzó los R\$ 8,2 mil millones (Figura 1), con una ineficiencia presupuestaria de aproximadamente el 41%.

Presupuesto proyectado: R\$ 13,8 mil millones

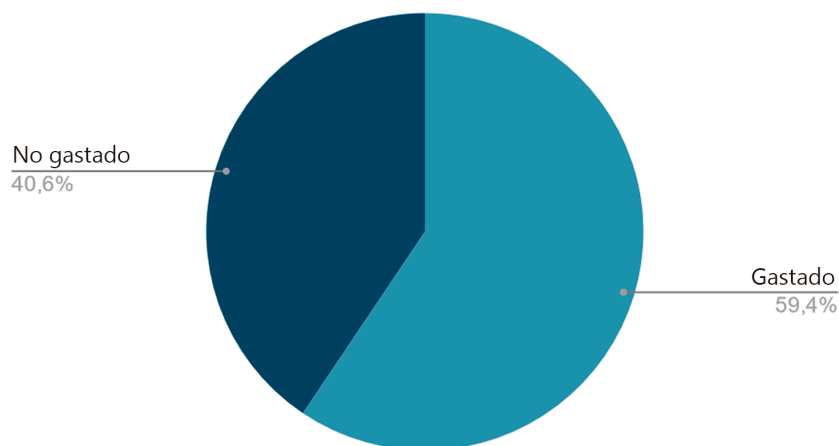


Figura 1 Presupuesto proyectado vs. gastado (em R\$ Bilhões). *Fuente:* Adaptado de Verdum (2017).

El presupuesto asignado al Eje de Ordenamiento Territorial y Fundiario fue de R\$ 1,25 mil millones entre 2007 y 2014. En cuanto al Eje de Monitoreo y Control Ambiental, se destinaron R\$ 1,66 mil millones. Por otro lado, el Eje de Fomento a las Actividades Sostenibles contó con un presupuesto de R\$ 5,22 mil millones (Tabla 1).

Tabla 1 El PPCDAm y el Presupuesto Público Federal.

Eje Ordenamiento (2007-2014)			Eje Monitoreo (2007-2014)			Eje Fomento (2007-2014)		
Año	Proyectado (R\$ millones)	Gastado (R\$ millones)	Año	Proyectado (R\$ millones)	Gastado (R\$ millones)	Año	Proyectado (R\$ millones)	Gastado (R\$ millones)
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

Fuente: Adaptado de Verdum (2017).

En resumen, según el estudio de Verдум (2017), el presupuesto total utilizado en el PPCDAm fue de aproximadamente R\$ 8,2 mil millones (Figura 2), siendo el 78% del gasto realizado durante el gobierno de Lula (2007-2010) y el 22% durante el gobierno de Dilma (2011-2014). La mayor parte de esta inversión (hasta el 88%) ocurrió durante el gobierno de Lula (alrededor de R\$ 819,8 millones entre 2007 y 2010), y comenzó a disminuir durante el gobierno de Dilma (2011-2014).

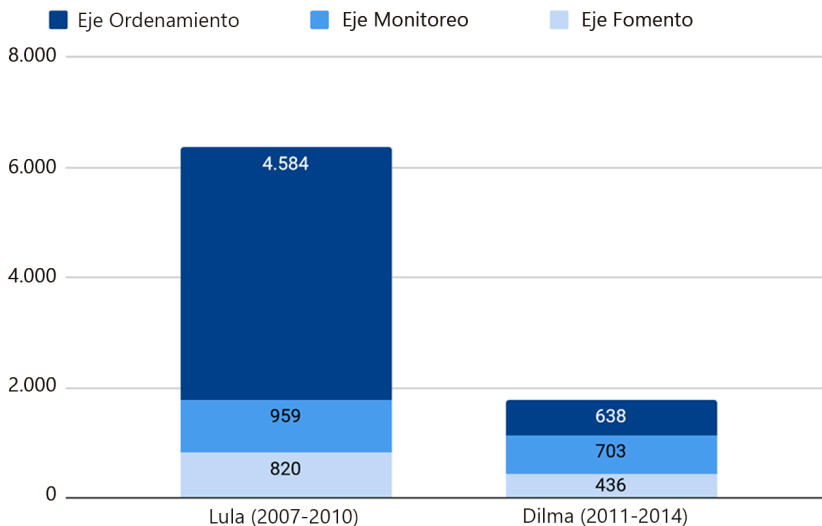


Figura 2 Presupuesto PPCDAm realizado en los gobiernos Lula y Dilma. *Fuente:* Adaptado de Verдум (2017).

Previsión del escenario presupuestario para 2030, 2040 y 205

El PPCDAm se implementó en cuatro fases distintas que se destacaron en diferentes colores en la Figura 3. La primera fase abarcó los años 2005-2008 (color verde oscuro), seguida de la segunda fase entre 2009-2011 (color verde claro), la tercera fase entre 2012-2015 (color azul claro) y la última fase entre 2016-2020 (color naranja). Según el PRODES (Programa de Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Brasileña por Satélite), la mayor disminución anual de la deforestación ocurrió durante las dos primeras fases del PPCDAm, entre 2005 y 2012, con una reducción promedio anual del 19%. Por lo tanto, este período se consideró como el período de calibración para este estudio. Dado que no hay información sobre el presupuesto utilizado en 2005 y 2006, se utilizaron los datos presupes-

tarios disponibles entre 2007 y 2014 para estimar los costos de reducción de la deforestación en este estudio.

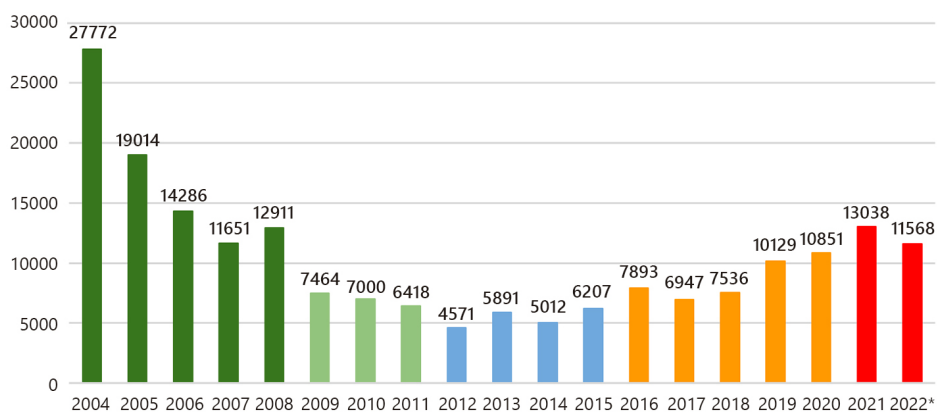


Figura 3 Deforestación en km² entre 2004 y 2022. Fuente: INPE (2022)¹.

Los autores de este estudio proponen un modelo de reducción de la deforestación resumido en la Tabla 2, basado en las siguientes premisas: 1) Para el período 2023-2030, se propone una tasa promedio anual del 19%, similar al período de calibración, que fue el período de mayor reducción observada en la tasa de deforestación entre 2005 y 2012; 2) Entre 2031 y 2040, se propone una tasa promedio anual de reducción de la deforestación del 9%, aproximadamente la mitad de la tasa del período de calibración; 3) Para el último período, entre 2041 y 2050, el modelo considera una tasa promedio anual del 5%, correspondiente a aproximadamente la mitad de la tasa del período anterior.

Tabla 2 Modelo de reducción de deforestación en diferentes escenarios (2030, 2040 y 2050)

Escenarios	Período	Tasa Anual de Reducción de Deforestación (%)
Calibración	2005-2012	– 19%
A (Reducción histórica)	2023-2030	– 19%
B (~ 50% de A)	2031-2040	– 9%
C (~ 50% de B)	2041-2050	– 5%

Fuente: Elaboración propia.

1. El PRODES-Amazônia ha publicado los datos de deforestación hasta el 30/11/2022. Por lo tanto, los datos de diciembre de 2022 no se han tenido en cuenta en la información anterior.

El presupuesto efectivamente utilizado para reducir la deforestación de 11,651 km² en 2007 a 5,012 km² en 2014, lo cual representa una reducción de 6.6 millones de km², fue de R\$ 8.2 mil millones. Esto equivale a una inversión pública de aproximadamente R\$ 1.23 millones por km² por año, y por lo tanto, se consideró como parámetro en este estudio (Figura 4).

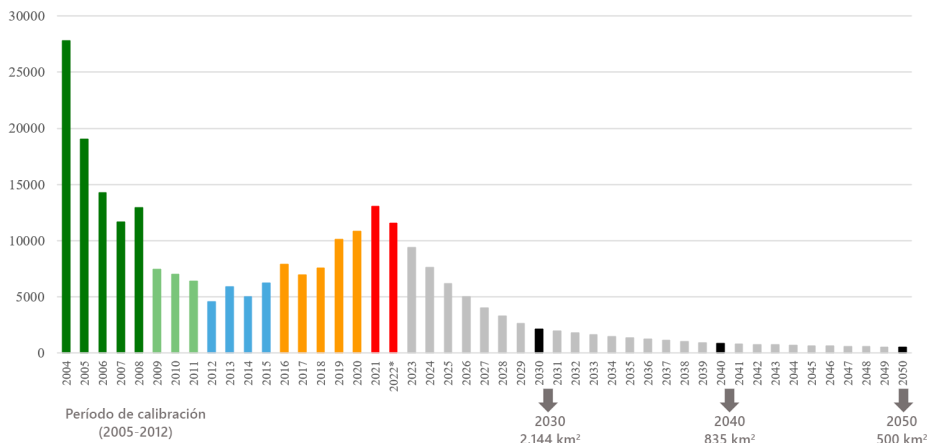


Figura 4 Reducción de la deforestación en 2030, 2040 y 2050. *Fuente:* Elaboración propia en base a datos del INPE (2022).

Según el modelo presentado en la Tabla 1, el escenario para la reducción de la deforestación entre 2023 y 2030 prevé una tasa media anual de reducción del 19%, similar al período de calibración. Esto resultaría en una reducción de la deforestación de 11.568 km² a fines de 2022 a 2.144 km² en 2030, lo que representa una reducción total de 9.424 km². El presupuesto necesario para alcanzar este objetivo se estima en aproximadamente R\$ 11,63 mil millones. Es importante tener en cuenta que esta tasa de reducción de la deforestación (19%) se logró durante el período en que la gobernanza del PPCDAm tenía como líder principal a la Casa Civil, lo que implicaba una coordinación directa por parte del órgano del gobierno directamente vinculado a la presidencia de la república (Poder Ejecutivo), lo que confería una alta fortaleza institucional para la implementación de los planes operativos. En este sentido, según el presente estudio, se supone que la gobernanza actual contra la deforestación considere la relevancia de este diseño al menos hasta 2030.

En cuanto al escenario entre 2031 y 2040, se estima una tasa media anual de reducción de la deforestación del 9%, lo que resultaría en una reducción de la deforestación de 1.951 km² en 2031 a 835 km² en 2040, totalizando 1.116 km². El presupuesto adicional necesario para alcanzar este objetivo se estima en alrede-

dor de R\$ 1,32 mil millones. Por último, el escenario entre 2041 y 2050 prevé una tasa media anual de reducción del 5% de la deforestación, lo que resultaría en una reducción de la deforestación de 793 km² a 500 km², totalizando 293 km². El costo adicional estimado para alcanzar este objetivo es de R\$ 0,36 mil millones.

Tabla 3 Deforestación entre 2004 y 2022 y estimaciones para 2030, 2040 y 2050

Año	Deforestación (km ²)	Año	Deforestación (km ²)	Año	Deforestación (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		

Fuente: Hasta 2022, información extraída de INPE (2022). A partir de 2023, la elaboración fue propia.

En resumen, el costo total estimado para llevar a cabo la política de reducción de la deforestación, según el modelo propuesto, es de R\$ 13,28 mil millones. Sin embargo, teniendo en cuenta la misma tasa de ineficiencia presentada en la Figura 1, que es de aproximadamente el 41%, el presupuesto previsto debería superar los R\$ 21 mil millones hasta 2050.

La discusión sobre la disponibilidad de recursos financieros para el esfuerzo de reducción de la deforestación es un tema relevante. El presupuesto previsto para el Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático (MMAMC) en 2023 es de aproximadamente R\$ 3 mil millones, según el Proyecto de Ley de Presupuesto de 2023. Sin embargo, solo una parte de este monto, alrededor de R\$ 340 millones, se destina al Programa de Prevención y Control de la Deforestación e Incendios en los Biomas. Además, fuentes financieras adicionales pueden asignarse a iniciativas ambientales a través de secretarías y subsecretarías del Gobierno Federal, como la Secretaría de Economía Verde, Descarbonización y Bioindustria, adscrita al Ministerio de Desarrollo, Industria, Comercio y Servicios, y las Subse-

cretarías de Desarrollo Económico Sostenible y Financiamiento al Desarrollo Sostenible, ambas adscritas al Ministerio de Hacienda.

Tabla 4 Costo estimado (en R\$ mil millones).

Período	Costo estimado (em R\$ mil millones)	Tipo de Presupuesto
2023-2030	11,63	Gastado
2023-2030	18,55	Proyectado
2031-2040	1,32	Gastado
2031-2040	2,19	Proyectado
2041-2050	0,36	Gastado
2041-2050	0,57	Proyectado
Costo total	13,28	Gastado
Costo Total	21,17	Proyectado

Otra acción importante para combatir la deforestación en la Amazonía es la cancelación inmediata de la amnistía de las multas ambientales realizada durante el gobierno de Bolsonaro (2018-2022), que ascendieron aproximadamente a R\$ 18 mil millones, y la restauración del sistema de multas y gravámenes por parte de las autoridades ambientales. Además, se prevé la reanudación de los recursos extranjeros del Fondo Amazonia, con un valor disponible para asignar a nuevos proyectos estimado en R\$ 3,6 mil millones (Bastos 2023).

Estrategias vinculadas a acciones potenciales en tiempo y espacio para lograr la deforestación cero en la Amazonía Legal hasta 2030

Aunque comprender y medir los valores financieros disponibles es un proceso importante para la operacionalización de una política pública, todavía es necesario incorporar diferentes estrategias para alcanzar el objetivo de Deforestación Cero en la Amazonía, priorizando acciones, manteniendo o creando medidas ya bien establecidas y sugiriendo mecanismos inéditos de combate a la deforestación. En este estudio, en consecuencia, a partir del modelo teórico-económico, se propuso un segundo modelo -teórico- basado en los ejes *Tasa de deforestación – Tiempo* (Figura 5 y 6). La complejidad (eje z) en el modelo teórico se considera un vector subjetivo, es decir, la difícil medición de la ‘complejidad’ imposibilita afirmar que una acción prioritaria sea “más” o “menos” compleja que otra. Sin em-

bargo, reiteramos la importancia de mantenerla, ya que las acciones propuestas involucran n factores para que ocurra efectivamente la acción propuesta.

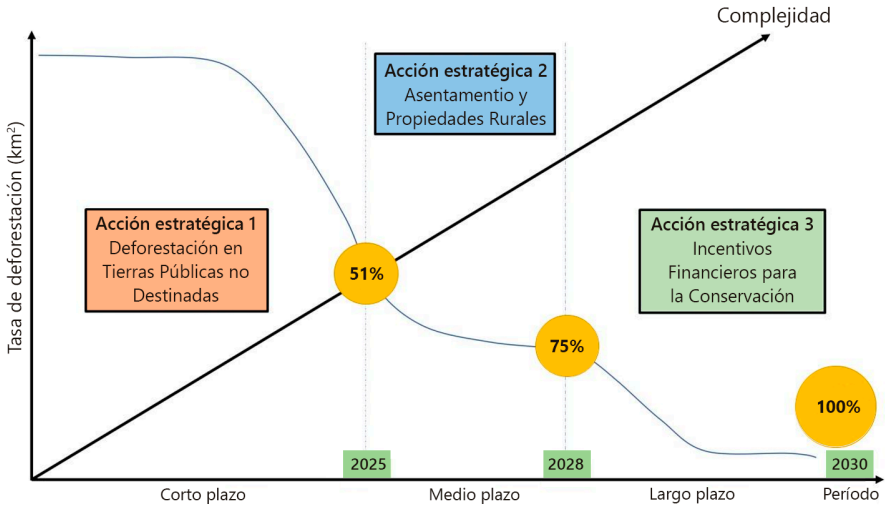


Figura 5 Representación del modelo teórico hacia la deforestación cero en 2030. Se espera que la deforestación se reduzca hasta su totalidad residual en 2030, a través de estrategias de complejidad distintas, no antagonicas y combinadas, desde el presente-2025 hasta 2030. Se han definido 3 estrategias distintas que actúan sobre los principales vectores de deforestación en la Amazonía (Estrategias 1 y 2), pasando a la Estrategia 3 (largo plazo | 2028-2030), centrada en incentivos para la conservación. Las acciones estratégicas no son mutuamente excluyentes, es decir, una acción determinada puede (y debe) ser aplicada simultáneamente con otra. Por ejemplo, los incentivos financieros son indispensables para las acciones dirigidas a poner fin a la deforestación en Tierras Públicas No Destinadas (Acción Estratégica 1). Por otro lado, en una perspectiva a largo plazo (2028-2030), el fortalecimiento de la bioeconomía y las soluciones basadas en la naturaleza serán prioritarios para conferir resiliencia al bioma frente a vectores históricos de degradación, como la deforestación.

La propuesta se basó en la identificación de mecanismos prioritarios para combatir la deforestación, como la identificación de Áreas de Conservación y Territorios Indígenas que concentran los mayores índices de deforestación, así como las Tierras Públicas No Destinadas (2023-2025) (Prioli *et al.* 2023; Qin *et al.* 2023; Moutinho y Azevedo-Ramos 2023). También se incluye la regularización y fiscalización del Registro Ambiental Rural - CAR (2025-2028) (Azevedo-Ramos *et al.* 2020; Stabile *et al.* 2022; Bergamo *et al.* 2022), así como estrategias complementarias que permitan alcanzar la meta de deforestación cero, incluyendo estrategias para mitigar la deforestación legal (Stabile *et al.* 2022), propuestas de restauración forestal (Gastauer *et al.* 2020), utilización de fondos internacionales, bioeconomía, soluciones basadas en la naturaleza y políticas públicas a largo plazo (Bergamo *et al.* 2022; Moutinho *et al.* 2016; Moutinho y Azevedo-Ramos 2023).

Acciones para combatir la deforestación

Acción estratégica 1 – Deforestación en tierras públicas

Brasil cuenta con aproximadamente 56 millones de hectáreas (Mha) de Bosques Públicos, áreas que deben ser destinadas a la conservación y/o uso sostenible de los recursos, de las cuales casi el 92% se encuentran concentradas en la Amazonía (Cadastró Nacional de Florestas Públicas 2020). Sin embargo, alrededor del 21% del total de los Bosques Públicos brasileños aún no ha sido asignado. Estas áreas carecen de regulación y se convierten en objetivos de apropiación indebida/irregular/ilegal. Una vez más, es en la Amazonía donde se encuentra la inmensa área de Bosques Públicos no asignados, aproximadamente 50 MHa (Moutinho & Azevedo-Ramos 2023).

La falta de asignación de estas áreas forestales crea oportunidades para la apropiación indebida de territorios. Según el CAR, que es un sistema de autodeclaración, casi 12 MHa (el 23% de los 50 MHa) de Bosques Públicos no asignados en la Amazonía Legal han sido irregularmente registrados como propiedades rurales en el Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Azevedo-Ramos *et al.* 2020). De este total, aproximadamente 8 MHa corresponden a Bosques Públicos estatales y 3,5 MHa a Bosques Públicos federales. Una consecuencia directa de la autodeclaración irregular a través del CAR es el desmonte y la posible degradación de áreas que estaban bien preservadas (aproximadamente el 66% de las áreas declaradas irregularmente han sido deforestadas). Además, existe una disposición legal que prohíbe la ocupación de propiedades rurales ubicadas en tierras públicas federales (es decir, la titulación de tierras) sin un propósito determinado por parte del poder público (Ley 11.952/2009). Sin embargo, el incumplimiento de la ley está respaldado por el Decreto n° 10.952/2020. Este decreto establece que cualquier bosque público puede destinarse a la regularización de la tenencia de la tierra cuando los organismos responsables de estas áreas no manifiesten explícitamente su interés en su asignación (Brito 2023).

En consecuencia, la primera acción estratégica sería abordar la apropiación indebida de los Bosques Públicos estatales autodeclarados. Esta acción implicaría el control y la supervisión de áreas autodeclaradas de manera incorrecta, con sanciones legales y financieras, evitando y revocando solicitudes de regularización de la tenencia de la tierra que se superpongan a los Bosques Públicos, además de imponer severas sanciones por inscripciones irregulares a través del Cadastro Ambiental Rural. También sería necesario modificar el Decreto n°10.592/2020. La segunda estrategia consistiría en intervenir directamente en los estados que más deforestación presentan en los Bosques Públicos no asignados en la Amazonía

Legal: Pará (56.5%), Rondônia (18.75%) y Amazonas (14.1%). Al restringir las prácticas ilegales en estos estados, se espera una mayor reducción de la deforestación en general. La tercera estrategia sería asignar urgentemente estos territorios no destinados a Unidades de Conservación, Territorios Indígenas homologados y/o Áreas de Uso Sustentable. Brito (2023) sugiere que estos Bosques Públicos no asignados federales sean convertidos rápidamente en Áreas de Limitación Administrativa Provisional, lo que aceleraría su designación como Unidades de Conservación. Según lo indicado por el modelo económico propuesto (Tabla 4), se estima que esta estrategia costaría al menos R\$ 3.5 mil millones, destinados entre los años 2023 y 2025.

Deforestación en Áreas Protegidas: la importancia de los Territorios Indígenas y las Unidades de Conservación en la Amazonía Legal

El desafío brasileño de preservar y conservar las áreas forestales es enorme. La Amazonía Legal abarca más de 5.2 millones de km², con un 83% de su territorio cubierto por bosques (Prioli *et al.* 2023). Más de la mitad de esta región (52%) se encuentra en alguna categoría de Área Protegida, siendo un 22% de la región ocupada por Territorios Indígenas (TIs) y un 30% por Unidades de Conservación (UCs) (Qin *et al.* 2023; Prioli *et al.* 2023). Entre las UCs, un 37% se clasifican como de Protección Integral y un 63% como de Uso Sustentable (Pacheco *et al.* 2018).

Las UCs y TIs, cuando se implementan y gestionan adecuadamente, actúan como barreras contra la deforestación. Según Qin *et al.* (2019), el avance de la deforestación dentro de las Áreas de Protección (TIs y UCs) es 10 veces menor que en áreas no protegidas. En cuanto a la deforestación en UCs, representó en promedio un 7.2% de la deforestación total de la Amazonía Legal en el período de 2008 a 2022 (Terra Brasilis/INPE 2023).

Solo tres áreas protegidas (de un total de 4,200) concentraron el 71% de la deforestación entre 2008 y 2022 en esas áreas: (i) el Área de Protección Ambiental (APA) Triunfo do Xingu (46%); (ii) la Floresta Nacional (FLONA) do Jamaxim (13%); y (iii) la Reserva Extrativista (RESEX) Jaci-Paraná (12%). Además, en 2022, el APA del Tapajós también se destacó con el 10% de la deforestación en las áreas protegidas amazónicas (Terra Brasilis/INPE 2023). Es importante destacar que estas cuatro áreas protegidas se encuentran en municipios prioritarios para acciones de prevención, monitoreo y control de la deforestación en la Amazonía (Portarias MMA 028/2008 y 361/2017), habiendo sido las áreas protegidas en Pará creadas durante la primera fase del PPCDAm precisamente como estrategia para evitar el avance de la deforestación (Tabla 5).

Tabla 5 Unidades de Conservación con tasa mayor al 10% de deforestación en UCs en la Amazonía Legal durante el período 2008 a 2022.

Unidad de Conservación	Municipios	Creación	Organismo Gestor	Instrumentos de gestión
Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu	Altamira (PA) y <u>São Félix do Xingu</u> (PA)	2006	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (Ideflor-bio-PA)	No cuenta con un plan de manejo. Consejo gestor creado en 2011
Floresta Nacional do Jamanxim	<u>Itaituba</u> (PA) e de <u>Novo Progresso</u> (PA)	2006	Unidad Especial Avanzada del ICMBio de Itaituba – PA	Plan de manejo elaborado en 2010 y consejo gestor creado en 2011
Reserva Extrativista Jaci-Paraná	<u>Porto Velho</u> (RO), Campo Novo de Rondônia (RO), <u>Nova Mamoré</u> (RO)	1996	Coordenadoria de Unidades de Conservación CUC/SEDAM-RO	No cuenta con un plan de manejo. Consejo gestor creado en 2001
Área de Proteção Ambiental do Tapajós	<u>Itaituba</u> (PA), Jacareacanga (PA), <u>Novo Progresso</u> (PA) e Trairão (PA)	2006	Unidade Especial Avanzada del ICMBio de Itaituba – PA	No cuenta con un plan de manejo ni consejo gestor

Fuente: Elaborado por los autores. *Nota:* Los municipios subrayados forman parte de la lista de municipios prioritarios para acciones de prevención, monitoreo y control de la deforestación (Ordenanzas MMA 028/2008 y 361/2017).

De esa forma, para crear algunas estrategias para combatir las actividades ilegales en las UCs, recomendamos:

- ◆ Desarrollo del plan de manejo de las UCs (o actualización, según corresponda), establecimiento (y fortalecimiento) de los consejos gestores, e implementación de sus respectivos planes de gestión (proyectos que garanticen el objetivo de conservación).
- ◆ Evaluación del impacto de la conservación y el uso de los recursos naturales en las UCs amazónicas.
- ◆ Regularización de la tenencia de la tierra en las UCs, creación de nuevas áreas e implementación de mecanismos de comando y control para detener actividades ilegales como la deforestación, la caza y la pesca ilegal, y la minería.
- ◆ Restauración ecológica de áreas degradadas.
- ◆ Fortalecimiento del sentido de pertenencia y contribución a la mejora del bienestar social en las UCs. Involucramiento de la sociedad local en la ges-

tión de las UCs, promoción de apoyo técnico y capacitación social para la gestión comunitaria.

- ◆ Contribución al establecimiento de modelos bioeconómicos sostenibles y justos, con seguimiento de la condición socioeconómica de los habitantes de la Amazonía a nivel local en términos de garantía de empleo, remuneración justa y calidad laboral.
- ◆ Garantía de la distribución equitativa de beneficios, de acuerdo con la Política Nacional de Acceso y Distribución de Beneficios de la socio-biodiversidad.

La preservación de las Tierras Indígenas (TIs), al igual que las UCs, es imprescindible para la integridad de la selva (Sze *et al.* 2022), la conservación de los depósitos de carbono (Nogueira *et al.* 2018; Saatchi *et al.* 2011; Walker *et al.* 2014), el mantenimiento de la biodiversidad (Fernández-Llamazares *et al.* 2021), la regulación del clima (Silvério *et al.* 2015; Baker y Spracklen 2019) y la preservación de la diversidad cultural de los pueblos indígenas (Cunha y Almeida 2000). Los Territorios Indígenas en la Amazonía Legal forman parte de las Tierras Públicas con tasas de deforestación absolutamente bajas (3%), en comparación con la deforestación acumulada en las Tierras Públicas no destinadas. Aproximadamente el 58% de la Amazonía Legal brasileña está ocupada por 352.000 pueblos indígenas, en 427 TIs, en un área de 115.294,899 ha (Instituto Socioambiental 2023). Sin embargo, desde 2013 la deforestación en las TIs ha aumentado un 129%, con el mayor aumento (195%) en el período de 2019-2021 (Silva-Junior *et al.* 2023). Comparando todas las TIs de la Amazonía Legal brasileña, las TIs Ituna/Itatá y Piripkura fueron las que experimentaron una mayor deforestación ilegal en 2019-2021 (Fellows *et al.* 2023). Esta situación está impulsada principalmente por la minería ilegal, que pasó del 1% en 2016 al 19% a mediados de 2022 (Silva-Junior *et al.* 2023). El discurso político del período Bolsonaro (2019-2022) y la posible regularización de la minería comercial en las TIs (PL 191/2020), junto con el aumento del precio del oro, pueden ser las razones de esta situación alarmante (Siqueira-Gay *et al.* 2020).

Algunos estudios han demostrado que este proyecto de ley 191/2020 podría afectar más del 20% de la selva, causando la pérdida de al menos \$5 mil millones al año debido a los beneficios que la selva puede proporcionar (Siqueira-Gay *et al.* 2020), lo que conlleva consecuencias para los pueblos indígenas, especialmente los aislados, que corren el riesgo de ser diezmados (Villén-Pérez *et al.* 2022), y para los ecosistemas (fragmentación de la selva, cambios en el microclima, pérdida de biodiversidad, magnificación trófica, contaminación de los acuíferos y cuerpos de agua, y disminución de los depósitos de carbono), con la creación de carreteras y

centros urbanos generados por la minería (Siqueira-Gay *et al.* 2020, 2022; Fellows *et al.* 2023).

Según Rorato *et al.* (2022), las TIs más vulnerables de toda la Amazonía Legal Brasileña se encuentran precisamente en la región del Arco del Desmatamento, específicamente al sur de esta región, además de las TIs en Roraima y Pará (Rorato *et al.* 2022). Las cinco TIs más vulnerables son: (i) Tuwa Apekuokawera (PA); (ii) Praia do Índio (PA); (iii) Lagoa Comprida (MA); (iv) Uruçu/Juruá (MA); (v) Rio Pindaré (MA). Por otro lado, Dos Santos *et al.* (2022) identificaron las 5 TIs que tuvieron las mayores tasas de deforestación acumulada (1988-2021): (i) Alto Rio Negro (AM); (ii) Andirá-Marau (AM/PA); (iii) Cachoeira Seca (PA); (iv) Apyterewa (PA); (v) Alto Turiaçú (MA).

Otros factores que contribuyeron al aumento de la deforestación en las TIs fueron los incendios forestales y la apropiación ilegal de tierras. El primer factor está asociado principalmente a la minería y la apropiación ilegal de tierras públicas (Fellows *et al.* 2021). Las TIs Apyterewa y Kayapó (grupos aislados) fueron las TIs con más incendios forestales en el período 2018-2021, con un aumento del 50% en los incendios forestales en la TI Apyterewa en 3 años (Fellows *et al.* 2023). En cuanto a la apropiación ilegal de tierras, se lleva a cabo mediante la estrategia autodeclaratoria de superposición a través del CAR, como se ha mencionado y descrito anteriormente. En este caso, los propietarios no se superponen en tierras públicas no asignadas, pero mantienen la estrategia ilegal en los Territorios Indígenas. Por ejemplo, las TIs Ituna/Itatá y Tenharim do Igarapé Preto presentaron un 94% de superposición de su área territorial con el CAR, mientras que las TIs Piritti y Pirikura presentaron un 56% y un 22% de superposición respectivamente durante el período 2018-2021 (Fellows *et al.* 2023). En 2019, el área territorial que se superponía con el CAR alcanzó un 41% de deforestación en las TIs (Fellows *et al.* 2021).

En teoría, las Tierras Indígenas (TIs) están protegidas por ley; sin embargo, la falta de registro y delimitación territorial de las TIs, junto con la superposición de Unidades de Conservación y Registros Ambientales Rurales (CARs), la invasión de mineros ilegales y especuladores de tierras, hacen que las TIs sean territorios vulnerables (Fellows *et al.* 2023). Por lo tanto, para desarrollar estrategias de combate a las actividades ilegales en las TIs, se recomienda:

- ◆ Fortalecimiento de los Derechos Territoriales Indígenas (artículo 231) y suspensión de cualquier regulación que afecte los derechos de los pueblos indígenas, como el Proyecto de Ley 191/2020.
- ◆ Registro de las TIs y cancelación de todos los CARs existentes en las TIs.

- ◆ Implementación de políticas estrictas de control y vigilancia en las TIs, con el alejamiento de los mineros ilegales y especuladores de tierras, y la aplicación de sanciones severas a aquellos que violen las leyes.
- ◆ Fortalecimiento del poder representativo de la FUNAI, el IBAMA, la Policía Federal y el Ministerio Público Federal.
- ◆ Creación de proyectos sociales, biotecnológicos y ecológicos que demuestren la importancia de los pueblos indígenas para la integridad de la Selva Amazónica, el clima, la biodiversidad y la bioeconomía de los productos naturales amazónicos.
- ◆ Implementación de proyectos sostenibles que aborden no solo la contaminación del agua, sino también la práctica y enseñanza de la biorremediación en suelos y plantas contaminadas.
- ◆ Establecimiento de un Programa de Rescate de Emergencia para los pueblos indígenas aislados que se encuentren en áreas de riesgo, con el apoyo de la Policía Federal y la FUNAI, especialmente a través de brigadas.
- ◆ Inversiones anuales de alrededor de R\$1 mil millones para el mantenimiento, creación y asignación de Territorios Indígenas y Unidades de Conservación.

El logro de la meta de deforestación cero en Áreas Protegidas y Tierras Indígenas implica identificar las áreas clave que concentran las mayores tasas de deforestación y vulnerabilidad, así como invertir y asignar recursos de manera constante, con un presupuesto anual de al menos R\$ 1 mil millones entre los años 2023 y 2025 (Tabla 4). A diferencia de las Tierras Públicas no destinadas, que representan el 30% de toda la deforestación en la Amazonía Legal, la complejidad y el tiempo de acción para lograr la deforestación cero en estas áreas protegidas deberían ser menores, lo que permitiría obtener resultados positivos en un plazo más corto. La combinación de estrategias “top-down”, como el comando y control, la aplicación de medidas de fiscalización rigurosas, la eliminación de la condonación de multas ambientales, así como el mantenimiento, la creación, la demarcación, la regularización y la implementación de Áreas de Protección/ Tierras Indígenas, junto con estrategias “bottom-up”, como el apoyo a alternativas socioeconómicas en Tierras Indígenas y Áreas Protegidas, en particular en las Unidades de Conservación de Uso Sostenible y Reservas Extractivas (Pacheco *et al.* 2018), y el fortalecimiento a través de la gestión colaborativa de las comunidades tradicionales (Freitas *et al.* 2020), pueden hacer posible la ambiciosa reducción de hasta un 51% de la deforestación para el año 2025.

Acción estratégica 2 – Asentamientos y propiedades rurales

Una parte importante de la deforestación ilegal en la Amazonía está relacionada con la cadena productiva de carne y soja en asentamientos rurales y propiedades privadas. En los asentamientos rurales, aunque el 20% de la deforestación total ocurre en estas áreas, más del 50% se concentra en solo 10 asentamientos (Alencar *et al.* 2016). Además, del total de áreas deforestadas en propiedades rurales registradas en el CAR hasta 2020, el 45% no cumplió con la legislación del Código Forestal Brasileño al no conservar adecuadamente las Áreas de Protección Permanente (APP) y Reservas Legales, en gran parte debido a la deforestación ilegal para la creación de pastizales (Rajão *et al.* 2020). Los investigadores estimaron que alrededor del 48% de la carne y el 22% de la soja exportada a la Unión Europea (UE) están relacionados con la deforestación ilegal en la Amazonía, a pesar del acuerdo de la moratoria de la soja. Además, la falta de registros completos de propiedades en el CAR, especialmente en tierras ilegalmente usurpadas, y las dificultades en la trazabilidad de los productos de exportación plantean serios desafíos para el monitoreo de las cadenas de comercio internacional de productos amazónicos (Rajão *et al.* 2020). Esto sugiere que los mecanismos de control y monitoreo sobre el origen de los productos de exportación son insuficientes para identificar y combatir las cadenas productivas que provienen de áreas deforestadas.

Estos datos plantean serios riesgos para las exportaciones de productos básicos hacia la UE, especialmente considerando el potencial avance del acuerdo Mercosur-UE buscado en el tercer mandato del gobierno de Lula. El gobierno actual se ha comprometido a detener la deforestación y combatir los delitos ambientales, y cuenta con el apoyo de países como Alemania, Francia, Noruega y posiblemente Estados Unidos, que son financiadores del Fondo Amazonía, para fortalecer el compromiso de Brasil con los acuerdos internacionales. Una de las primeras medidas tomadas por la Ministra del Medio Ambiente, Marina Silva, durante el nuevo gobierno, fue restaurar y reestructurar el Programa para la Prevención y Control del Desmonte en la Amazonía (PPCDAm), un programa exitoso en la reducción de la deforestación en el pasado (Sousa-Junior *et al.* 2021). Sin embargo, se considera insuficiente en este nuevo escenario posterior a Bolsonaro para alcanzar la promesa electoral del presidente Lula de lograr la deforestación cero en la Amazonía para 2030, debido a las emisiones adicionales de carbono relacionadas con el aumento de la sequía y los incendios (Aragão *et al.* 2018).

En vista de este nuevo escenario, nuestra propuesta para combatir la deforestación ilegal en propiedades privadas y asentamientos rurales se centra en medidas que puedan implementarse a mediano plazo (de 2025 a 2028) para asig-

nar recursos destinados a acciones complementarias al PPCDAm. Por lo tanto, recomendamos:

- ◆ Aplicar la ley y sancionar a los infractores.
- ◆ Recuperar los daños ambientales causados.
- ◆ Aumentar la transparencia en la cadena de suministro y responsabilizar a las corporaciones que utilizan productos con deforestación ilegal.
- ◆ Fortalecer el PPCDAm y el CAR en propiedades privadas y asentamientos rurales, así como promover incentivos financieros para los propietarios que cumplan con la legislación del CFB, y restringir el acceso al crédito para aquellos que no cumplan con el PRAD (Plan de Recuperación de Áreas Degradadas) como iniciativas conjuntas.
- ◆ Reforzar y ampliar la capacidad de los mercados internacionales para monitorear el origen de las materias primas producidas en la Amazonía y ampliar los mecanismos de embargo a los productos provenientes de la deforestación (Golnow *et al.* 2018; Alix-García y Gibbs 2017).
- ◆ Utilizar parte de los recursos del Fondo Amazonía para implementar tecnologías de identificación del origen de la carne y la soja exportadas a través del monitoreo genético.
- ◆ Invertir al menos R\$3,5 mil millones de reales a partir de 2023 hasta 2028, especialmente para alcanzar el objetivo proyectado de reducir hasta un 75% la deforestación (Figura 5).

Acción estratégica 3 – Incentivos financieros para la conservación

El modelo de desarrollo económico en la Amazonía se basa en la extracción y explotación de recursos, lo que históricamente ha generado problemas socioeconómicos y ambientales. En resumen, la estrategia de bioeconomía para la Amazonía debe ir más allá de sus productos/recursos forestales. Sin embargo, como se ha señalado en nuestro modelo teórico (Figura 5 y 6), la complejidad para conciliar el avance de la bioeconomía y la eliminación de la deforestación en la Amazonía será alta.

La Amazonía representa un vasto territorio con baja densidad de instituciones educativas, de investigación y centros tecnológicos para el desarrollo de las cadenas productivas existentes, lo que puede utilizarse como oportunidad para la creación de nuevos empleos y la retención de personal cualificado en la región, fomentando la creación de empresas e instituciones gubernamentales. Iniciativas como el Instituto Amazónico de Tecnología (AmIT) parecen sugerir un camino prometedor en este sentido. La eliminación neta de la deforestación de las APPs (Áreas de Protección Permanente) y las Reservas Legales en propiedades

privadas y asentamientos rurales dependerá del fortalecimiento de estrategias de comando y control, ordenamiento territorial y regularización agraria, como en las tres primeras fases del PPCDAm. Al mismo tiempo, será necesario invertir en la prospección de productos biotecnológicos derivados de la inmensa biodiversidad amazónica, financiar la transición hacia una bioeconomía, fomentar una agricultura sostenible intensificada, promover una agricultura de bajas emisiones de carbono y fomentar sistemas agroforestales, incluyendo la posibilidad de reforestación con especies de alto valor económico y otras soluciones basadas en la naturaleza (por ejemplo, Soluciones Basadas en la Naturaleza).

En esta etapa (2028-2030), el enfoque de las acciones estratégicas será el avance hacia la transición hacia una bioeconomía, que será facilitada con una reducción neta de la deforestación de hasta el 70% de lo previsto para el presente (2023). Con la drástica reducción de la deforestación, es imperativo que la estrategia de bioeconomía se base en la explotación de recursos forestales no maderables, como el açaí, la castaña y la andiroba, así como en la gestión sostenible del pirarucú (Freitas *et al.* 2020). La bioeconomía amazónica deberá involucrar a sus principales actores en el uso y manejo de estos recursos: las comunidades tradicionales, como los ribereños y/o recolectores de castañas, además de los pueblos indígenas. Según Nobre *et al.* (2021), la ciudadanía amazónica puede ser un elemento clave para el desarrollo de la bioeconomía amazónica, combinando conocimientos tradicionales e investigación científica. Aunque consideramos que esta etapa es la última de las acciones estratégicas (Figura 5), reconocemos que la bioeconomía debe ser fortalecida mediante políticas públicas, la diversidad cultural, la diversificación de bioproductos y que las inversiones deben ser constantes. El camino hacia la eliminación neta de la deforestación residual a partir de 2030 implica inversiones de alrededor de R\$10 mil millones. Esta cantidad debe ser considerada como un costo de oportunidad frente a los numerosos impactos proyectados en caso de que la deforestación alcance un punto de no retorno (Nobre *et al.* 2016), especialmente si se rompe la barrera del 40% del área total de la Amazonía para la deforestación.

Finalmente, la esencia de los incentivos financieros en la Amazonía, a través de la bioeconomía, debe ser concebida mediante el fortalecimiento de políticas públicas, la participación de la diversidad cultural amazónica, la diversificación de productos, especialmente los no madereros; y que el marco de políticas públicas favorezca de manera equitativa a los diferentes actores de esta política/estrategia hacia la eliminación neta de la deforestación.

Consideraciones finales

A pesar de los enormes desafíos para lograr alcanzar la deforestación cero para el año 2030, el modelo propuesto (Figuras 5 y 6) presenta un enfoque innovador al combinar el presupuesto gubernamental proyectado y ejecutado alineado con las estrategias *top-down* y *bottom-up*. Las tres estrategias diferentes fueron elaboradas con el propósito de orientar y sugerir a los agentes públicos la identificación puntual de los principales impulsores de la deforestación y las políticas públicas a combatir y/o implementar para lograr las metas propuestas en 2025, 2028 y 2030. Cabe destacar, sin embargo, que las estrategias no son mutuamente excluyentes, es decir, es posible (e incluso recomendable), dentro de una propuesta de gobernanza/política efectiva, que se apliquen simultáneamente.

Es importante destacar que, para que los modelos propuestos sean plenamente efectivos (es decir, el modelo económico-teórico), se requieren diversos desafíos gubernamentales, como cambios principalmente en la legislación ambiental, social, en la demarcación de tierras y en la adopción de medidas rigurosas contra acciones ilegales. Además de estas medidas, se deben implementar nuevas estrategias complementarias, como mayores incentivos financieros para la conservación de la Amazonía Legal, la restauración ecológica masiva y la suspensión del crédito en el sistema financiero nacional para propietarios involucrados en ilegalidades ambientales y sociales, por ejemplo. Al señalar el aumento de la complejidad en las decisiones con múltiples estrategias a lo largo del tiempo, el modelo del presente estudio se presenta como una herramienta de comprensión analítica capaz de contribuir a acciones concretas en diferentes escalas, urgencias e intensidades de intervención para lograr el ambicioso objetivo de Deforestación Cero para 2030.

Limitaciones del estudio

La primera limitación del presente estudio se refiere a la elaboración del trabajo. Este ensayo fue resultado de un ejercicio teórico-práctico propuesto en la Escuela São Paulo de Ciencia Avanzada (ESPCA) durante dos semanas, entre noviembre y diciembre de 2022. Los autores no pretenden proponer un modelo en el límite del estado del arte de la temática, sino presentar argumentos y propuestas para ampliar el debate y discutir en diversos sectores de la sociedad brasileña.

Existe una dificultad evidente en el acceso a la información sobre los costos incurridos en el PPCDam entre 2005 y 2022, lo que afecta la capacidad de estimar el valor futuro hasta 2050. Para realizar una valoración del futuro, es decir, estimar

el Valor Presente Neto (VPN), la economía convencional (*mainstream economics*) defiende el uso de una Tasa de Descuento Intertemporal como una herramienta de análisis de costo-beneficio. Los investigadores de la Economía Ecológica (*Ecological Economics*), en oposición a la visión ambiental de los economistas convencionales, cuestionan si una tasa de descuento más alta o más baja podría *favorecer* al medio ambiente (Daly y Farley 2016). En términos de evaluación de proyectos futuros, una tasa de descuento alta favorece a aquellos proyectos cuyos costos se encuentran principalmente en el futuro y cuyos beneficios se encuentran en el presente, al mismo tiempo que penaliza a aquellos cuyos costos son actuales y los beneficios se encuentran en el futuro, como es el caso del presente modelo de reducción de la deforestación.

Con el fin de evitar entrar en un debate sobre si la tasa de descuento ha sido subestimada o sobreestimada, los autores de este estudio optaron por estimar los costos en valores nominales, es decir, sin utilizar una tasa de descuento intertemporal preestablecida.

Agradecimientos – Agradecemos al Dr. Emiliano Cabrera Rocha por las contribuciones científicas en el concepto y diseño del presente estudio, durante la Escuela Paulista de Ciencia Avanzada para una AMAZONIA Sostenible e Inclusiva – SPSAS Amazônia. Agradecemos a los conferencistas de SPSAS Amazônia, especialmente Anne Alencar – (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM), Paulo Moutinho (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM), Adalberto Luis Val (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA), y Carlos Souza Jr.

Los autores agradecen a la Fundación de Investigación del Estado de São Paulo FAPESP (Yuyama, K.T.; Processo 2019/09067-7) por el apoyo a la “São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA (Processo 2022/06028-3)” y a todos los profesores y colegas que participaron de SPSAS Amazonia y contribuyeron para el desarrollo de este trabajo.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

References

- 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/Notasdepolicaspublicas01_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 chamas: 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 los autores

Amintas de Oliveira Brandão Júnior es un Ingeniero Ambiental, graduado de la Universidad do Estado de Pará/ UEPA, con especialización de la Universidad Federal do Pará/ UFPA, maestría en la Clark University y doctorado en la University of Wisconsin-Madison, ambos en los Estados Unidos. Actualmente, se encuentra realizando un posdoctorado en la University of Wisconsin-Madison <https://orcid.org/0000-0002-4044-8366>

Denis Silva Nogueira es Biólogo, graduado por la Universidad Estatal de Mato Grosso/ UNEMAT, con maestría en Ecología y Conservación por la UNEMAT, doctorado doctorado en Ecología y Evolución por la Universidad Federal de Goiás/UFG, y posdoctorado por la Universidad de Leeds & UNEMAT. Actualmente es profesor del Programa de posgrado en Ecología y Conservación de la UNEMAT y en el Instituto Federal de Mato Grosso/IFMT, Campus de Primavera do Leste. <https://orcid.org/0000-0001-8893-7903>

Heloisa C. Tozato es Bióloga por la Universidad Estatal de Londrina/UEL. Es Doctora en Geografía por la Université de Rennes 2 (Rennes, Francia) y Doctora en Ciencias Ambientales por la Universidad de São Paulo/USP. Actualmente realiza una investigación posdoctoral en el Instituto de Estudios Avanzados/USP. <https://orcid.org/0000-0002-5417-8985>

Kamila Tomoko Yuyama es una Bióloga graduada de la Universidad Federal del Amazonas/UFAM, con una maestría de la Universidad Federal de Viçosa/UFV y un doctorado de la Technische Universität Braunschweig (DE). Actualmente es investigadora postdoctoral en la Facultad de Ciencias Farmacéuticas de Ribeirão Preto/Universidad de São Paulo – FCFRP/USP. <https://orcid.org/0000-0002-8080-7984>

Lucas Ferreira Lima es Economista, graduado en la Universidad Federal de Uberlândia/UFU, con maestría y doctorado en la Universidad Estadual de Campinas/UNICAMP. Actualmente es Investigador Postdoctoral en el Instituto de Economía de UNICAMP. <https://orcid.org/0000-0001-5839-2834>

Mário S. M. Tagliari es Biólogo, graduado en la Universidad Federal de Santa Catarina/UFSC, con una maestría de la Universidad de Montpellier (Francia) y un doctorado de UFSC. Actualmente es profesor en la Facultad Municipal de Educación y Medio Ambiente – FAMA, Clevelândia - PR, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8746-3598>

Natália Stefanini da Silveira es Bióloga, graduada en la Universidad Estadual Paulista/UNESP-Bauru, con maestría en la Universidad Estadual Paulista/UNESP-Rio Claro y doctora en la UNESP-Rio Claro. Actualmente es investigadora invitada en el Space Ecology and Conservation Lab. en la UNESP – Río Claro. <https://orcid.org/0000-0001-7683-8211>



¿Por qué *no* seguir construyendo represas hidroeléctricas en la Amazonia brasileña? Contribuciones a una matriz eléctrica renovable y efectivamente sostenible

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-978-65-84811-40-9_003

RESUMEN

La generación de electricidad mediante grandes proyectos hidroeléctricos suele pregonarse como fuente renovable, pero su sostenibilidad es cuestionable. En la Amazonia, estos proyectos traen consigo graves amenazas para los medios de vida de las comunidades indígenas y tradicionales, además de causar significativos daños a la fauna y flora de la región donde se instalan. Paradójicamente, mientras las poblaciones locales sufren la falta de acceso a la electricidad, la producción generada en la Amazonia se destina en su mayor parte a otras regiones de Brasil. En ese sentido, el presente artículo propone un análisis crítico de la construcción de hidroeléctricas en la Amazonia brasileña, partiendo de la pregunta fundamental: **¿Por qué no seguir construyendo grandes represas hidroeléctricas en la Amazonia brasileña?** A partir de la misma, detallamos el escenario ideal - por lo tanto, inalcanzable - en el que existiría esa posibilidad. Los elementos de este escenario serían: (1) Garantizar la deforestación cero, (2) Ofrecer una compensación efectiva a las poblaciones humanas directa o indirectamente impactadas, (3) Llevar a cabo una restauración ecológica, (4) Considerar futuros escenarios climáticos, (5) Mantener el pulso natural de crecida del río (régimen de caudales), (6) Asegurar la autonomía de la población directa o indirectamente impactada para decidir si se construye o no una central hidroeléctrica, y (7) Mantener el grado de endemismo de la fauna y flora locales. Sin embargo, en base de un análisis de los proyectos ya en marcha (planificados o en construcción), se revela que estos criterios no se respetan plenamente, asimismo, es posible que sean cumplidos en su integralidad. Esto hace que la construcción de hidroeléctricas en la Amazonia brasileña sea absolutamente inviable. Para garantizar el acceso a la electricidad en zonas aisladas de la Amazonia, recomendamos orientar las inversiones hacia fuentes de energía más sostenibles, caracterizadas por un menor impacto social y ambiental, mediante la producción a pequeña escala.

Palabras clave: Amazonía, hidroeléctrica, electricidad, justicia social, impactos ambientales.

Introducción

La creciente expansión de las hidroeléctricas representa una de las principales amenazas para la biodiversidad y los medios de subsistencia de las poblaciones que viven en la región amazónica, ya sea en zonas urbanas o rurales (Couto *et al.* 2021). La expansión mundial de los proyectos hidroeléctricos está impulsada, tanto, por ser considerada una alternativa a los combustibles fósiles (Almeida *et al.* 2022) como también fuente de energía renovable, que supuestamente contribuye para hacer frente al cambio climático (Fearnside 2019a). Esta expansión se está dando principalmente en países con economías emergentes, con la justificativa de la demanda energética para garantizar su desarrollo económico y social (Zarfl *et al.* 2015). En América del Sur, el enorme potencial hídrico del mayor bosque tropical del mundo hace de la cuenca amazónica un escenario teóricamente ideal para la expansión de nuevas hidroeléctricas (Almeida *et al.* 2019). Aunque las cifras exactas varían (Fearnside 2019b), al menos 158 hidroeléctricas con capacidades individuales instaladas de >1 MW están en operación y/o en construcción en las cinco naciones que conforman alrededor del 90% de la cuenca amazónica, y otras 351 nuevas hidroeléctricas se encuentran en fase de estudio de viabilidad (Flecker *et al.* 2022, ver Figura 1).

La construcción de grandes hidroeléctricas en la Amazonía brasileña es importante para las políticas transnacionales en América del Sur, ya que afecta a grandes áreas, no sólo en Brasil sino también en los países vecinos (Fearnside 2019a). Gobiernos de todo el mundo están haciendo promesas de descarbonización, con ambiciosos objetivos de reducción de emisiones y captura de carbono (Mountford *et al.* 2021). En este escenario, Brasil sigue afirmando que tiene una matriz eléctrica "limpia", ya que produce alrededor del 62% de su electricidad a partir de energía hidroeléctrica (ANEEL 2023). Este discurso alimenta la creencia de que las hidroeléctricas son la mejor solución de energía renovable, ocultando la gravedad de los impactos socioambientales negativos causados por los megaproyectos hidroeléctricos (Fearnside 2013, 2017). En la Amazonía brasileña, grandes proyectos como las hidroeléctricas de Santo Antônio y Jirau, en Rondônia, y Belo Monte en Pará son ejemplos emblemáticos de los significativos daños sociales y ambientales causados en las cuencas de los ríos Madeira y Xingu, respectivamente (Couto *et al.* 2021).

Los impactos de las hidroeléctricas sobre la biodiversidad de la fauna y la flora, así como sobre las poblaciones locales, son subestimados en las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) realizadas en el proceso de concesión de licencias (Fearnside 2019c). Durante la construcción, los pueblos tradicionales

son desplazados, las poblaciones locales desestabilizadas, los bosques talados o inundados vivos para la formación de reservatórios, perjudicando a la fauna acuática debido al aumento de la descomposición, la liberación de metano y la reducción de la disponibilidad de oxígeno y alimentos (Souza Jr *et al.* 2019). Algunos años después de la instalación de la hidroeléctrica, los impactos continúan ocurriendo y expandiéndose, causando deforestación en los alrededores, mortalidad masiva de los bosques inundados aguas abajo (debido a las alteraciones en el ciclo hidrológico) y, en consecuencia, aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, provoca riesgos para la salud de los ribereños que viven en las orillas de los grandes ríos, lo que conduce a la escasez de recursos (Fearnside 2014, Lees *et al.* 2016, Resende *et al.* 2019, Schöngart *et al.* 2021, Silvano *et al.* 2005).

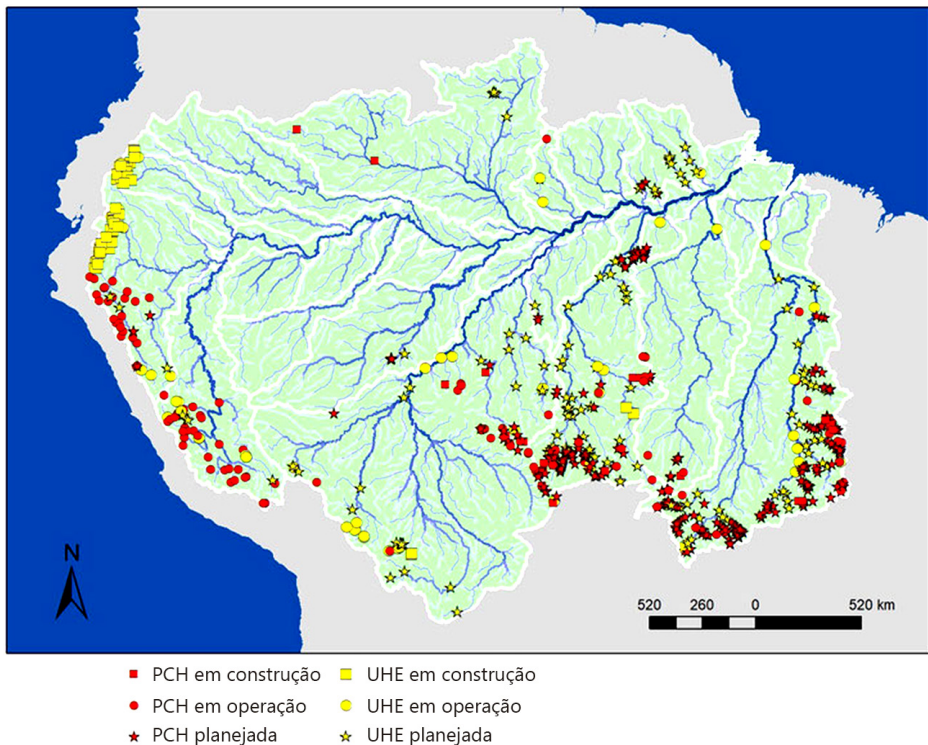


Figura 1 Mapa ilustrativo de los proyectos hidroeléctricos en la cuenca amazónica. Mapa elaborado por Thiago Couto. Disponible en: <https://amazoniacienciaciudadana.org/pt/impacts-small-hydroelectrics/>.

La energía hidroeléctrica producida por el método estándar en Brasil puede ser renovable, pero está lejos de ser sostenible. Para generar energía a través de centrales hidroeléctricas convencionales, es necesario convertir la energía mecánica generada por el paso del agua por las turbinas en energía eléctrica, y es obligatorio que haya una diferencia en el nivel del agua para activar el movimiento de las turbinas (Bagher *et al.* 2015). Modelos menos impactantes, como los del tipo "run-of-river" (hilo de agua) instalados en las hidroeléctricas de Santo Antônio y Jirau y en Belo Monte, utilizan la corriente del río para generar energía, pero precisamente por no tener grandes reservatórios, su producción de electricidad se reduce durante los períodos de escasez de lluvias (Roberts 1995), que en la Amazonía pueden durar hasta siete meses al año (Carvalho *et al.* 2021, Sombroek 2001). Otro punto relevante es el hecho de que una parte significativa de la producción de las grandes centrales hidroeléctricas de la Amazonía se destina a otras regiones del país.

La producción de energía en la Amazonía exportada a otras partes del país tiene altos costos económicos, sociales y ambientales, que son relegados a las poblaciones locales, la fauna y la flora (Randell & Klein 2021). Al mismo tiempo, una encuesta reciente encontró que la Amazonía tiene más de 990.000 personas sin acceso a la electricidad, siendo Pará el estado con el mayor número de personas sin acceso a la energía eléctrica (más de 409.000 residentes) y el estado del Acre el que tiene la mayor proporción de víctimas de la exclusión eléctrica, que afecta a cerca del 10% de su población (IEMA 2020). Estas personas excluidas carecen de energía para realizar sus actividades cotidianas, como congelar pescado o pulpa de fruta para consumo propio o venta, estudiar y acceder a información a través de la televisión y/o internet.

Este white paper, es resultado del grupo de trabajo "Aguas Libres" de la Escuela São Paulo de Ciencias Avanzadas AMAZONÍA Sostenible e Inclusiva (São Pedro-SP, Brasil - 21 de noviembre a 5 de diciembre de 2022), que analiza los impactos de los proyectos hidroeléctricos en la Amazonía y elabora un escenario ideal, nunca cumplido e imposible de serlo, para la construcción de nuevos proyectos, mostrando, en la práctica, por qué no se deben construir hidroeléctricas en la Amazonía brasileña. El artículo se complementa con una pieza de comunicación dirigida a la población brasileña, con datos e información clave sobre los impactos y los costos que conllevan el mantenimiento y la construcción de nuevas grandes centrales hidroeléctricas en la Amazonia brasileña.

Impactos económicos, ecológicos y sociales de las grandes hidroeléctricas en la Amazonia brasileña

Actualmente se considera la energía hidroeléctrica como la mayor fuente de energía renovable del mundo, desempeñando un papel importante para el desarrollo limpio y con bajas emisiones de carbono (Li & He 2022), e impulsando el desarrollo en la economía de la industria eléctrica mundial (Edwards 2005). Sin embargo, esta afirmación no abarca toda la verdad, ya que las centrales hidroeléctricas emiten grandes cantidades de carbono (Bertassoli Jr *et al.* 2021, Fearnside 2009), mientras que la eficiencia de la producción de energía puede ser relativamente baja, como en el caso de la hidroeléctrica de Balbina (Fearnside 1995). El costo de la construcción de hidroeléctricas es elevado, y la gran mayoría de los proyectos cuestan y tardan más de lo previsto. Además, las hidroeléctricas generan impactos ambientales y sociales negativos que son incuestionables, especialmente en la Amazonía, dada la riqueza y pluralidad de fauna, flora y características socioculturales de la región (Moran *et al.* 2018). En esta sección se presentarán los principales impactos económicos, ecológicos y sociales de las grandes centrales hidroeléctricas en la Amazonía brasileña.

Impactos econômicos

Los gastos reales de construcción de presas hidroeléctricas son difíciles de medir debido a la geología particular, la hidrología, los ecosistemas asociados y factores sociales de la región de instalación, pero se reconoce que los grandes proyectos hidroeléctricos suelen superar los gastos económicos estimados (Ansar *et al.* 2014; Sovacool *et al.* 2014). Un estudio sobre la construcción de represas hidroeléctricas a escala mundial analizó 245 grandes represas entre 1934 y 2007 en 65 países y demostró que una de cada diez represas hidroeléctricas costaba más de tres veces la cantidad estimada inicialmente (Ansar *et al.* 2014).

Los gastos de grandes construcciones de represas hidroeléctricas suele ser muy elevado, lo que limita el retorno positivo de la inversión, incluso si no se tienen en cuenta los impactos socioambientales del proyecto (Scudder 2006; Sovacool *et al.* 2014). A modo de ejemplo, el presupuesto inicial de la central hidroeléctrica de Belo Monte era de 19 millones de reales (Machado *et al.* 2011), pero en 2019 su costo ya ascendía a 42.000 millones de reales, cuando entró en funcionamiento la decimocuarta turbina como máquina principal. Belo Monte se ha convertido en la mayor central hidroeléctrica del país, con una capacidad de

8.788,5 MW, y representa el mayor proyecto de inversión del gobierno brasileño en las últimas dos décadas (Agência Brasil 2019). Debido a las fluctuaciones en el nivel del río Xingú y al sistema de "Hilo de agua" instalado, el factor de capacidad (garantía física o capacidad garantizada) es de alrededor del 43% de la capacidad instalada para la producción de energía (Almeida Prado *et al.* 2016). Como resultado, la producción media real es de 4.571 MW y no de 11.223,1 MW (Norte Energía, 2021, 2022). Sólo en 2019, cuatro años después del inicio de la operación de Belo Monte, la UEHE comenzó a operar con todas sus turbinas, produciendo una media de 3.445,8 MW en 2020 y 2021, lo que corresponde a alrededor del 75% de la capacidad garantizada (Norte Energía 2021, 2022). Con la estacionalidad del río Xingú, la producción se reduce considerablemente en los meses más secos: en septiembre de 2021, la UEHE de Belo Monte produjo una media de 431 MW, lo que supone menos del 11% de la capacidad garantizada (Norte Energía 2022).

Los argumentos a favor de la construcción de represas hidroeléctricas generalmente se basan en la creciente demanda de electricidad del país. Se prevé que la demanda nacional de electricidad crezca un 2,2% al año hasta 2050 (PNE 2050). Sin embargo, dada la situación económica actual del país, esta estimación está sobrevalorada y no sigue el ritmo de crecimiento previsto. La demanda energética actual puede satisfacerse con el 48% de la capacidad de producción de energía (Tolmasquim *et al.* 2021). Por lo tanto, la construcción de nuevas hidroeléctricas en la Amazonía, teniendo como principal justificativa la demanda de energía, es equivocada. Es necesario reevaluar la construcción de hidroeléctricas y su viabilidad económica, especialmente teniendo en cuenta sus impactos socioambientales negativos.

Impactos ecológicos

La interrupción del caudal natural de los ríos deteriora la conectividad hidrológica (Vannote *et al.* 1980), lo que provoca cambios en la dinámica y composición de las comunidades acuáticas y terrestres tanto a nivel local como regional (Fearnside 2013). Además, esta interrupción de los ríos provoca cambios en las características físicas, químicas y biológicas del medio acuático y de los ecosistemas en la interfaz terrestre-acuática en las zonas adyacentes a las centrales hidroeléctricas (Fearnside 2019a). El embalse de un río afecta las condiciones ambientales aguas arriba (es decir, el nuevo hábitat dentro del embalse) y aguas abajo (es decir, la alteración del régimen del flujo de agua) de las hidroeléctricas, fragmentando la conectividad longitudinal y lateral de la inundación (Arantes *et al.* 2019). La alteración de la hidrodinámica se produce junto con los cambios en la química del agua de los lagos del embalse, con un exceso de

sedimentación fluvial que no solo afecta a la producción hidroeléctrica -debido a la pérdida de almacenamiento del embalse y/o daños en los componentes mecánicos de la instalación-, sino también al medio ambiente (Fearnside 2013). El aumento de la sedimentación de aguas arriba de las hidroeléctricas provoca efectos medioambientales que pueden persistir durante décadas (Junk & Mello 1990). La sedimentación puede culminar en aguas turbias, con una menor transparencia del agua, lo que provoca una disminución de la productividad de las plantas y afecta negativamente a las especies de peces y aves (Melo *et al.* 2021).

Además de los cambios en el equilibrio químico, hidrológico y nutricional en el sistema acuático y en la interfaz terrestre-acuática, la instalación de centrales hidroeléctricas genera emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Los GEI se producen durante la construcción y el funcionamiento de las centrales hidroeléctricas (Fearnside 2015). Estas emisiones varían significativamente en función del tamaño del embalse y de las características del terreno inundado. Las inundaciones provocan una mayor descomposición de la vegetación y la liberación tanto de dióxido de carbono como de metano. La cantidad exacta de emisiones depende en gran parte de las características específicas del lugar. Sin embargo, se estima que las emisiones de GEI procedentes de las superficies de agua de los embalses del mundo son de 0,8 (0,5-1,2) Pg CO₂ equivalente al año, siendo el metano (CH₄) el responsable de la mayor parte de esta emisión (Deemer *et al.* 2016).

Las hidroeléctricas también son responsables de cambios en la fenología y el ciclo de vida de las especies arbóreas en los bosques inundados, causando la mortalidad masiva o la reubicación de las comunidades de aguas abajo de la hidroeléctrica (Resende *et al.* 2019, 2020, Schöngart *et al.* 2021). Este impacto es causado por el flujo irregular del agua que elimina la previsibilidad y altera la amplitud del efecto de desbordamiento del río a las orillas (pulso de inundación), dejando la vegetación expuesta a una nueva condición hídrica. Además, las poblaciones locales de animales acuáticos y terrestres a lo largo del río pueden sufrir una reducción de la calidad de los hábitats disponibles, lo que provoca la extinción de especies endémicas y cambios en la composición de la fauna (Fearnside *et al.* 2021).

Para los peces, el cambio brusco de ambientes lóticos (fluviales) a lénticos (lagunas) con la construcción de represas hidroeléctricas tiene efectos negativos sobre la abundancia y la riqueza taxonómica y funcional (Keppeler *et al.* 2022). La construcción de hidroeléctricas aumenta el riesgo de extinción de especies endémicas que dependen del mantenimiento de la dinámica hidrológica local

(Fitzgerald *et al.* 2018, Latrubesse *et al.* 2020, Zuanon *et al.* 2020). Por ejemplo, las especies de larga migración se ven gravemente afectadas tras la construcción de hidroeléctricas dada la necesidad de conectividad a lo largo del río para completar su ciclo vital, siendo el estancamiento una barrera que interrumpe las migraciones reproductivas (Duponchelle *et al.* 2021). Como consecuencia de estos procesos, la producción pesquera tiende a reducirse drásticamente después de la construcción de represas hidroeléctricas, especialmente de especies migratorias de alto valor comercial, lo que lleva a la reducción de los ingresos provenientes de la pesca (Arantes *et al.* 2022, Lima *et al.* 2020). Los impactos en la pesca, por lo tanto, también tienen consecuencias perjudiciales para la dinámica social, que se discuten a continuación.

Impactos sociales

Una serie de casos analizados por investigadores, pueblos tradicionales y organizaciones de la sociedad civil ilustra los graves impactos sobre los medios de subsistencia de las poblaciones de las regiones inundadas o situadas agua abajo de las hidroeléctricas en la región amazónica. Si consideramos sólo las hidroeléctricas de Tucuruí, Balbina y Belo Monte, hay ejemplos notables de remoción forzada o desplazamiento obligatorio de poblaciones, incluyendo pueblos indígenas que han tenido territorios inundados o indirectamente impactados por los embalses, así como graves impactos en la salud, ya sea debido a la proliferación de mosquitos o la metilación de mercurio, la pérdida de seguridad y soberanía alimentaria o el aumento de los indicadores de suicidio y violencia, especialmente contra las mujeres (Barroso 2019, Brum & Glock 2020, Fearnside 2019a). Asociado a los impactos sociales hay una serie de irregularidades tanto en los procesos de licenciamiento de las hidroeléctricas como en el proceso de toma de decisiones que lo precede (Fearnside 2019c). El caso de Belo Monte vuelve a ser emblemático: en 2022, el Supremo Tribunal Federal reconoció finalmente que no hubo una amplia consulta pública, con el necesario esclarecimiento de los potenciales impactos socioambientales -muchos de ellos graves y difíciles de revertir-, ni el mismo debate necesario con la sociedad, como prevén la Constitución brasileña de 1988 y el Convenio 169 de la OIT, del que Brasil es signatario. En resumen, se puede concluir que proyectos como la hidroeléctrica de Belo Monte son causas directas de ecocidio y etnocidio (Observatório da Volta Grande do Xingu 2023).

La construcción de hidroeléctricas genera impactos directos en la calidad de vida de las poblaciones ribereñas, como problemas de salud derivados de

los sentimientos de frustración, miedo e impotencia de los afectados (Fearnside 2017, 2019a). Por lo tanto, es necesario ampliar el discurso de la salud y abrir espacio para que las intervenciones se estructuren para ayudar a considerar a los afectados por las represas hidroeléctricas como sujetos políticos empoderados (Giongo *et al.* 2015). Asimismo, incorporar e identificar, dentro de los estudios de impacto asociados a la construcción de hidroeléctricas y los impactos en la calidad de vida de las poblaciones afectadas (Grisotti 2016). Son pocos los programas de investigación y evaluación que hacen un seguimiento longitudinal de los procesos previos y posteriores a la instalación de centrales hidroeléctricas, y son escasos los estudios que evalúan el estado de salud más allá de los aspectos puramente médicos, a lo que se suma la falta de datos oficiales de salud de las poblaciones afectadas (Grisotti 2016). Los estudios que contemplan la evaluación de los impactos de los proyectos hidroeléctricos en la salud de la población son fundamentales, ya que ayudan a la toma de decisiones sobre propuestas de proyectos que integren la promoción y prevención de problemas de salud. Tales estudios también pueden contribuir al desarrollo de programas y políticas públicas dirigidas a la salud de la población afectada, con base en modelos que incluyan aspectos económicos, políticos, sociales y ambientales de forma integrada (Okochi & Marques 2019).

Directrices gubernamentales actuales y tendencias de crecimiento del sector eléctrico

Según el Plan Nacional de Energía para 2050 (PNE-2050, 2020), Brasil basa su planificación de expansión de la producción de energía en cuatro pilares fundamentales: seguridad energética, retorno adecuado de las inversiones, disponibilidad de acceso a la población y criterios socioambientales. Aunque se mencione el cuarto pilar, relacionado con los criterios socioambientales, su enfoque en el plan carece de mayor análisis.

Uno de los objetivos establecidos en el PNE es la transición de Brasil de país importador de energía a país exportador de energía. Sin embargo, este objetivo suscita preocupación, ya que puede exacerbar las disparidades existentes en términos de acceso a la energía limpia, en lugar de centrarse en garantizar dicho acceso a las comunidades aisladas. Esta transición supondría una reasignación de la energía producida en un lugar para transferirla a otros países, lo que podría ampliar la injusticia energética.

El plan también prevé un aumento de la eficiencia energética, con un interés creciente en la electrificación de la matriz energética. Además de la electrificación, el PNE establece directrices para la descarbonización y la búsqueda de fuentes de energía bajas en carbono. En Brasil, hay una adhesión a la tendencia mundial de adopción de fuentes de energía renovables más sostenibles, impulsada por la disminución de los costes de las tecnologías de generación de energía solar y eólica.

Sin embargo, en contra de este discurso, el plan también prevé la expansión del sector hidroeléctrico en Brasil (PNE-2050, 2020). Se prevé un aumento de más del 100% de la producción hidroeléctrica, mediante la modernización y repotenciación de centrales antiguas, así como la construcción de centrales ya inventariadas. Esta expansión se produce en medio de un preocupante solapamiento del 77% de las centrales hidroeléctricas inventariadas con zonas protegidas de la Amazonía. Ya están en marcha los proyectos de las centrales de Bem Querer, Castanheira y Tabajara (PNE-2050, 2020), que forman parte de estos planes de expansión en la región amazónica.

La construcción de represas hidroeléctricas: un escenario ideal nunca realizado

Para resaltar por qué no es viable seguir construyendo hidroeléctricas en la Amazonia brasileña, hemos resumido nuestra propuesta, como se muestra en la Figura 2. Se trata de ocho directrices o criterios limitantes que ponen de manifiesto la inviabilidad de construir nuevos proyectos hidroeléctricos. Como señalamos anteriormente, si estos criterios nunca se respetan en la práctica, no es posible seguir construyendo nuevas centrales hidroeléctricas en la Amazonia brasileña. Además, señalamos que la modernización y revisión de los proyectos ya en operación deberían, en la medida de lo posible, seguir estos mismos criterios. A continuación, sugerimos algunas alternativas para la generación de electricidad en Brasil, especialmente en la Amazonia.

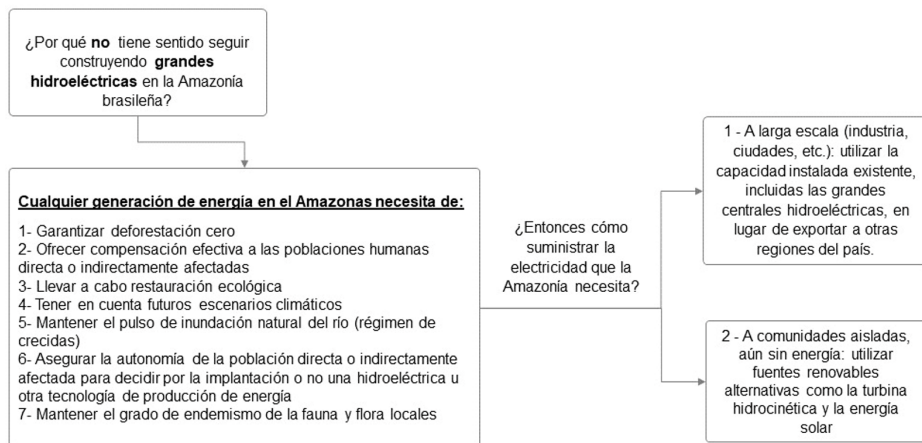


Figura 2 ¿Por qué no tiene sentido seguir construyendo grandes represas hidroeléctricas en la Amazonia brasileña? Justificaciones e intervención propuesta.

Garantizar la deforestación cero

Todo emprendimiento trae consigo impactos ambientales (Barbosa Filho *et al.* 2015). Aunque varios estudios muestran una clara asociación entre la construcción de represas hidroeléctricas y el aumento de la deforestación (Barreto *et al.* 2011; Fearnside 2014, Nickerson *et al.* 2022), las estrategias que buscan mitigar o compensar la pérdida de cobertura vegetal en las proximidades de las represas hidroeléctricas son aún poco exploradas y raramente incluidas en la planificación de nuevos proyectos. Teniendo esto en cuenta, proponemos el criterio de “deforestación cero”, que consiste en restringir cualquier pérdida de cobertura vegetal nativa en las proximidades de las centrales hidroeléctricas.

Como estrategia, los proyectos hidroeléctricos deben priorizar la creación de unidades de conservación y tierras indígenas, como forma de minimizar la ocupación depredadora alrededor de los embalses (Silva Júnior *et al.* 2018). Este criterio está en consonancia con las resoluciones 10/1987 y 021996 del Consejo Brasileño de Medio Ambiente (CONAMA), que establecen que la concesión de licencias para proyectos de gran impacto ambiental debe exigir la implementación de un área protegida en el dominio público. Además, es fundamental desanimar la ocupación mediante asentamientos y la apertura de carreteras, ya que estas variables son clave para aumentar las tasas de deforestación a través, por ejemplo, de la conversión de bosques en zonas de plantación y ganadería (Fearnside 2005).

También se sugiere que se establezcan metodologías para supervisar el cumplimiento de este criterio en proyectos que ya estén en funcionamiento. Una posible metodología podría basarse en la definición de un radio de impacto de una central hidroeléctrica (por ejemplo, un radio de 120 km, véase Resende *et al.* 2019), y el establecimiento de una cubierta forestal de referencia (por ejemplo, MapBiomass), basada en el año en que se aprueba la construcción de un proyecto hidroeléctrico. Además, debe establecerse un horizonte temporal para el seguimiento anual. En este caso, un ejemplo sería: en los alrededores de un proyecto (120 km de radio), hay 30 mil km² de cobertura forestal en el año 1989 (cuando se inicia la construcción); por lo tanto, en los próximos 30 años esta cobertura forestal debe mantenerse o aumentar, y es inaceptable que se produzca una sustitución de bosques maduros por bosques jóvenes. El seguimiento debería correr a cargo de una organización adecuada (por ejemplo, MapBiomass).

Compensación efectiva a las poblaciones humanas directa o indirectamente afectadas

La remoción de poblaciones locales ocurre para dar espacio a la construcción de represas hidroeléctricas, sea para la casa de máquinas (donde ocurre la generación de energía), sea para la construcción de diques de contención de agua, o incluso como resultado de la elevación del nivel del río agua arriba, afectando directamente a las poblaciones ribereñas y a las áreas urbanas en las márgenes de los ríos (Mayer *et al.* 2021). El desplazamiento de población está asociado a una parte significativa de los impactos sociales producidos por las hidroeléctricas en la Amazonia. Esto se debe al hecho de que la remoción de poblaciones de su localización original culmina en la situación de pérdida de relaciones de vecindad y familiares e incluso de sus fuentes de sustento (Mayer *et al.* 2022). Tales problemas no son nuevos ni específicos de la construcción de represas hidroeléctricas en la Amazonia. Estudios realizados en todo el mundo ya han demostrado que los desplazamientos de población son perjudiciales para las poblaciones locales, estando asociados a la pérdida de capital social en China (Tilt & Gerkey 2016), a la pérdida de tierras cultivables y ganado en el norte de Irán (Tajziehchi *et al.* 2013), al empobrecimiento de la población en la India (Cernea 2004) y al crecimiento de las desigualdades sociales en Vietnam (Huu 2015). Es importante destacar que estos procesos ocurren en países en vías de desarrollo, lo que se debe a que es en estos lugares donde se está expandiendo la construcción de centrales hidroeléctricas, mientras que los países desarrollados han invertido en el aprovechamiento de su potencial hidroeléctrico en el pasado y ahora están re-

curriendo a fuentes alternativas de energía, potencialmente menos dañinas para el medio ambiente y a la población (Moran *et al.* 2018).

En un escenario ideal, ningún proyecto de infraestructuras en la Amazonia podría llevar a cabo desplazamientos forzosos de población. De esta forma, se extirparía la principal causa de los impactos sociales de las hidroeléctricas en la Amazonía. Este escenario, sin embargo, no tiene base en la realidad. Así, lo mínimo que se debe garantizar es que las poblaciones locales consientan, en su mayoría, la construcción del emprendimiento, a través de procesos efectivamente participativos y democráticos, y que se les traiga mayores beneficios sociales y económicos que perjuicios. Así, las poblaciones locales deben ser debidamente compensadas por los impactos generados por la construcción de hidroeléctricas y tal compensación debe ocurrir antes de la instalación y operación efectiva de las obras, lo que no fue el caso, por ejemplo, de Belo Monte (Gauthier & Moran 2018).

Sin embargo, son raros los estudios que muestran cierto éxito en el proceso de indemnización a las poblaciones locales impactadas por la construcción de hidroeléctricas (Randell 2016). Los programas de compensación a menudo no se ponen a disposición de todos los grupos de población impactados, especialmente los que se encuentran aguas abajo de la construcción de la represa (Castro-Díaz *et al.* 2018, Richter *et al.* 2010, Zhouri & Oliveira 2007). Además, algunas pérdidas derivadas de la construcción de hidroeléctricas son difíciles de cuantificar, como el capital social, los vínculos emocionales con el lugar y el patrimonio cultural, por lo que rara vez se incluyen en los programas de compensación (Green & Baird 2016, Vanclay 2017).

Mientras la compensación sea proforma, para garantizar la licencia de instalación del Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales (IBAMA) y renovar posteriormente las licencias de explotación de las centrales hidroeléctricas, estos programas seguirán siendo ineficaces para garantizar mejoras reales y permanentes de los medios de vida de las poblaciones afectadas.

Emprender la restauración ecológica

La restauración forestal ha sido promovida como la solución más eficaz para la mitigación del cambio climático debido al rápido almacenamiento de carbono en la biomasa a costos más bajos que las alternativas tecnológicas disponibles (Bastin *et al.* 2019, Griscom *et al.* 2017, Lewis *et al.* 2019). En Brasil y en todo el mundo se han establecido programas de restauración con objetivos audaces, en consonancia con la década de la restauración propuesta por las Naciones Unidas. El mantenimiento de varios servicios ecosistémicos esencia-

les para el bienestar de la población, como la protección de manantiales y la producción de bienes forestales, es de profundo interés social y económico, y la restauración es una de las principales soluciones para la obtención de estos servicios (Brancalion *et al.* 2019). La ampliación de las acciones de restauración forestal conlleva retos científicos y tecnológicos inmediatos, ya que la restauración se ha desarrollado esencialmente como una actividad a escala local, planificándose, ejecutándose y monitorizándose mayoritariamente a nivel de parcela (Holl 2017).

Además de garantizar la deforestación cero, los proyectos hidroeléctricos deben comprometerse a restaurar las áreas bajo su región de influencia (por ejemplo, 120 km de radio), incluidas las áreas que se convirtieron antes o durante el período de operación del proyecto. Debería establecerse de antemano un porcentaje máximo aceptable de superficie que pueda restaurarse. Por ejemplo, cada vez que haya un área mayor que el valor establecido por ley para el área de uso alternativo (por ejemplo, el 20% para la Amazonía, ya que el 80% debe constituir la Reserva Legal y Áreas de Preservación Permanente en las áreas forestales de la Amazonía Legal), excepto en áreas urbanas, dentro del radio de influencia de la hidroeléctrica, se debe realizar la restauración ecológica de los ecosistemas originales.

Consideración de escenarios climáticos futuros

Históricamente, la mayoría de las evaluaciones de riesgos hidroeléctricos han asumido un estado estacionario en la variabilidad de los fenómenos climáticos, incluyendo la frecuencia y magnitud de los eventos extremos (Fluixá-Sanmartín *et al.* 2018). Sin embargo, se han realizado estudios de escenarios hidroclimáticos sobre los efectos de los cambios hidrológicos, el calentamiento global y la deforestación en los cambios desde la mesoescala (respectivamente, Sorribas *et al.* 2016, Commar *et al.* 2023) hasta la macroescala (Arnell & Gosling 2016) y sus impactos en la operación hidroeléctrica (por ejemplo, Kahaduwa & Rajapakse 2022, Men *et al.* 2019). Esto ha suscitado preocupación por la disponibilidad de agua, y muchas investigaciones se han centrado en los cambios futuros del ciclo hidrológico. Dichos estudios apuntan a condiciones climáticas más cálidas y secas, con sequías prolongadas y una reducción de la cantidad e intensidad de las precipitaciones en varias zonas del planeta, incluida la cuenca del Amazonas (IPCC 2021).

Para la Amazonia, ya se identifican cambios en el régimen de distribución de las precipitaciones y la potencialización de la estacionalidad (Gloor *et al.* 2013). Tales cambios se señalan en las proyecciones futuras, donde se observa

una estación seca más cálida y seca y una estación lluviosa más fría y húmeda en diferentes porciones de la Amazonia (Baker *et al.* 2021, Duffy *et al.* 2015). Una de las principales consecuencias del cambio climático será la pérdida de predictibilidad del pulso de inundación, haciendo que la variación de las aguas bajas y altas sea cada vez más imponderable (Sorribas *et al.* 2016).

Por lo tanto, los supuestos de referencia climáticos estacionarios ya no son apropiados para la gestión de la seguridad de las represas a largo plazo (Kahaduwa & Rajapakse 2022). En consecuencia, es crucial que los desarrollos hidroeléctricos consideren escenarios climáticos extremos y se diseñen para la adaptación y el apoyo a la toma de decisiones bajo un enfoque más resiliente, evitando así el fracaso, en términos de generación de energía, de las grandes centrales hidroeléctricas, con graves consecuencias económicas, ambientales y sociales.

A partir de estudios científicos, se deben relevar las variables climáticas que influyen o pueden influir localmente en los proyectos hidroeléctricos. Deberían considerarse horizontes temporales similares a los que ofrecen los modelos climáticos futuros. Un ejemplo sería considerar las temperaturas y precipitaciones mínimas y máximas mensuales y anuales futuras (por ejemplo, hasta 2100) para la región del aprovechamiento, y trazar un mapa de los valores más extremos previstos. A partir de ahí, los operadores deberían presentar planes de acción para cada situación extrema.

Mantener el pulso de crecida natural del río (régimen de caudales)

La combinación de varios factores, como las precipitaciones estacionales y las grandes extensiones de varias cuencas hidrográficas, hace que la acumulación de agua se concentre en uno o más momentos del año, caracterizando así el "Pulso de Crecida" (Junk *et al.* 1989). En los grandes ríos de la Amazonía central, por ejemplo, el desnivel anual puede superar los 10 metros. Este fenómeno, en los grandes ríos de flujo libre, es generalmente anual y predecible (Junk *et al.* 2011, Grill *et al.* 2019).

Los cambios en el régimen fluvial natural generan diversos daños directos a las comunidades animales y vegetales locales y a las poblaciones humanas (Schöngart *et al.* 2021). Específicamente en el caso de las hidroeléctricas, el embalse de los ríos por las centrales produce pérdidas de pulso de crecida y afecta negativamente a los ecosistemas ribereños río abajo de la represa (Neves *et al.* 2019). Además, durante el período de operación de las represas, los bosques inundados de igapó y várzea son fuertemente impactados a través de condicio-

nes de inundación permanente en elevaciones topográficas bajas. Alrededor del 12% de los bosques de llanura de inundación se ven afectados a lo largo de un tramo de río abajo de más de 125 km (Resende *et al.* 2019, Schöngart *et al.* 2021).

Así, para mitigar los impactos generados y evitar pérdidas socioambientales, es necesario mantener el pulso de inundación. Para ello, se debe tener en cuenta la cantidad, duración y calidad de los niveles de agua para sostener el ecosistema acuático (Arthington *et al.* 2018). Parámetros como la duración y el momento de inicio de la crecida pueden mantenerse en regímenes naturales sin necesidad de reducir la producción de energía (Kuriqi *et al.* 2019). Sin embargo, en los casos en los que se produce el desvío de agua del cauce natural, como en la Volta Grande del río Xingú, existe la necesidad de reducir la producción de energía debido a los impactos en el clima en dichos parámetros hidrológicos. El uso de métricas de alteración hidrológica basadas en estos parámetros debería ayudar a los responsables de la toma de decisiones, garantizando el funcionamiento de la hidroeléctrica y la estabilidad de los ecosistemas de humedales de la cuenca amazónica, tan fundamentales para las poblaciones ribereñas e indígenas.

Garantizar la autonomía de la población directa o indirectamente afectada para decidir sobre la implantación o no de una hidroeléctrica u otra tecnología de producción de energía

El proceso de toma de decisiones para la construcción de represas hidroeléctricas en la Amazonia brasileña enfrenta serios problemas. Según Fearnside (2019b, p. 79),

[...] la decisión real de construir o no una represa es tomada por unas pocas personas en el gobierno mucho antes de que se preparen los estudios ambientales, se realicen las audiencias públicas y la agencia ambiental analice la información recopilada. Como se toman [las decisiones] antes de recabar información sobre los impactos, las decisiones políticas ignoran muchas de las consecuencias sociales y medioambientales, y el proceso de concesión de licencias acaba siendo un mero trámite burocrático para legalizar las decisiones ya tomadas (traducción nuestra).

Dicho esto, es esencial que se reformule el proceso de toma de decisiones para la construcción de hidroeléctricas. Debe respetarse la autonomía de la población directa o indirectamente afectada por el proyecto. Al mismo tiempo,

es necesario promover un debate más amplio sobre los costos socioambientales de las hidroeléctricas, para que la población tenga acceso a información calificada.

Para tratar este problema, tenemos dos propuestas. La primera se refiere a la creación de un Foro Permanente sobre Transición Energética, formado por representantes de la sociedad civil y de los poderes públicos, con funciones de debate interdepartamental y de divulgación a públicos no especializados sobre las hidroeléctricas y, más ampliamente, sobre las fuentes alternativas. Este foro estaría en línea con las propuestas de las ministras Anielle Franco, Marina Silva y también Sônia Guajajara (Ministerios de Igualdad Racial, Medio Ambiente y Cambio Climático y Pueblos Indígenas, respectivamente). Ellas destacan que problemas como la desigualdad, el hambre, el cambio climático y el racismo - parte de los problemas involucrados con las hidroeléctricas en la Amazonía - requieren un tratamiento transversal, que junte no sólo a los diferentes sectores del poder público, sino también a la sociedad civil (Vick 2023).

La segunda propuesta incluye la importancia de adoptar mecanismos legales vinculantes que garanticen la autonomía de la población directa e indirectamente impactada en la decisión sobre la construcción o no de hidroeléctricas en la Amazonía. En particular, destacamos la necesidad de reconocer y adoptar protocolos comunitarios/autónomos de consulta y consentimiento previo, libre e informado. Se trata de documentos previstos en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y elaborados por pueblos indígenas, quilombolas y tradicionales que establecen las reglas para el procedimiento de consulta previa, libre, informada y de buena fe, de manera que se respeten las especificidades culturales, los sistemas jurídicos propios, las formas de organización social y de deliberación colectiva (Observatorio de Protocolos Comunitarios 2023; ver también Marés *et al.* 2019). Además de adoptar los protocolos ya existentes, se sugiere destinar recursos públicos para que puedan crearse nuevos protocolos comunitarios. En los casos en que no existan tales protocolos, enfatizamos la importancia de que el Gobierno Federal realice procesos de consulta libre, previa e informada en cumplimiento efectivo de la Constitución Federal y del Convenio 169 de la OIT.

Mantenimiento del grado de endemismo de la fauna y flora locales

La elección del lugar para la construcción de represa hidroeléctricas fundamental para la preservación y conservación de especies endémicas (flora y fauna), debido a la biodiversidad y peculiaridades de cada región (Nunes-Gutjahr &

Braga 2015, Ziober & Zanirato 2014). Los cambios físicos y biológicos causados por la construcción e implementación de represas pueden causar daños permanentes a los hábitats y a la biodiversidad (Wu *et al.* 2019), ya que ponen en riesgo de extinción a especies endémicas cuya ocurrencia esté limitada al área de influencia directa del proyecto. Se sabe que la extinción de una sola especie en un determinado lugar provoca un desequilibrio en el ecosistema, ya que las especies que conservan una relación ecológica con ella se ven afectadas y, en consecuencia, se extinguen (Choueri 2013).

Por ello, es necesario identificar las zonas con especies endémicas, realizar inventarios de flora y fauna y modelos de distribución de especies (Park *et al.* 2003), así como consultar artículos científicos revisados por expertos. Por último, deben crearse zonas protegidas para garantizar la conservación de las especies, allí donde se encuentren, y reducir la pérdida de biodiversidad. Los organismos reguladores deberían exigir un seguimiento constante y la presentación de informes sobre el comportamiento de las poblaciones de especies endémicas.

Viabilidad de la propuesta: alternativas a las grandes represas para la generación de electricidad en (y para) la Amazonia

Teniendo en cuenta los criterios restrictivos expuestos y desarrollados en este trabajo, es poco probable que se construyan nuevas grandes represas hidroeléctricas en la región amazónica. Por ello, pasaremos a señalar las alternativas tecnológicas existentes para la producción de electricidad en la Amazonía, priorizando el beneficio de sus propios habitantes.

En primer lugar, partimos del entendimiento de que no tiene sentido mantener el colonialismo interno, en base al cual la Amazonía exporta la mayor parte de la electricidad que produce a otras regiones del país (Randell & Klein 2021). Alrededor del 26% del total nacional de electricidad se produce en la región amazónica de Brasil, principalmente a través de la energía hidroeléctrica; al mismo tiempo, la región consume sólo el 8% de la electricidad nacional (EPE 2022, Schutze *et al.* 2022). Por lo tanto, se supone que la región ya tiene suficiente producción de electricidad para desarrollar (de forma sostenible, pero no entraremos en esta discusión) en las próximas décadas para las ciudades, los grandes centros urbanos y otras áreas conectadas a la red de energía. Hay, sin embargo, cerca de 1 millón de personas todavía sin electricidad en la Amazonia (IEMA 2020), especialmente poblaciones aisladas, no conectadas a la red, ya sea por

la distancia o por el impacto ambiental que la extensión de la red traerá hasta ellas (deforestación, por ejemplo). Para estas poblaciones ya existen alternativas tecnológicas que todavía carecen de políticas públicas para ser económicamente viables.

Una de las tecnologías más prometedoras, que ha sido perfeccionada para el contexto amazónico, son las pequeñas turbinas en el cauce de los ríos para la generación de energía hidrocínética. Tales equipos, instalados en los ríos, permiten la producción de energía a partir de la propia corriente, sin necesidad de represar el caudal del río ni desviar su curso. Además, los peces pueden atravesar las hélices de las turbinas sin sufrir daños. Por último, al no construir represas, se mantiene la conectividad y navegabilidad de los ríos, tan importante para conectar a las poblaciones locales. Esta tecnología, que se perfecciona constantemente, es objeto de estudios científicos y ya funciona en varios lugares del mundo (Built *et al.* 2015, Mendes *et al.* 2020, Van Zwieten *et al.* 2015, Zhou & Deng 2017). Obviamente, los ríos amazónicos tienen especificidades. Por lo tanto, se deben considerar los estudios que se han desarrollado para adaptar la tecnología a las características de estos ríos (Els & Junior 2015, Moran *et al.* 2022b). En esta dirección, un estudio reciente señala que el 63% del total de la energía que se prevé generar mediante centrales hidroeléctricas convencionales en la Amazonía brasileña podría producirse utilizando turbinas en el propio cauce del río, aprovechando la energía cinética del agua como fuente y sin necesidad de represas (Chaudhari *et al.* 2021).

Existen otras fuentes prometedoras para la generación descentralizada de energía en la Amazonía brasileña. La energía solar fotovoltaica, actualmente la segunda fuente de energía en Brasil (Canal Energía 2023), es también la base de la política pública en la Amazonía para proporcionar energía a las comunidades aisladas, a través del Programa Mais Luz Para a Amazônia (Brasil 2022). Otro potencial a ser profundizado en la Amazonía, a pequeña escala, es la generación de energía a partir de la biomasa. Esta fuente puede vincularse a actividades de bioeconomía, es decir, a la producción de productos con materias primas de la propia región para generar trabajo e ingresos para la población local a partir de la valorización del bosque en pie. Los estados de Amapá, Amazonas, Rondônia y Roraima juntos tienen potencial para generar biogás suficiente para abastecer a 107.000 hogares, lo que significa cerca de 429.000 personas (Instituto Escolhas 2020).

Considerando la diversidad de potenciales fuentes de energía en la Amazonía brasileña, sugerimos que se desarrollen estrategias localizadas de producción de electricidad en la región, basadas en el nivel de demanda y, sobre todo,

en las especificidades ambientales locales, que favorecen el uso de una determinada tecnología en detrimento de otras. También cabe señalar que la generación de energía puede realizarse de forma combinada, es decir, a partir de sistemas híbridos, mezclando distintas fuentes de producción que se potencian mutuamente. A modo de ejemplo, un estudio reciente señalaba la viabilidad de utilizar turbinas hidrocínicas en el cauce junto con paneles solares fotovoltaicos para producir electricidad para comunidades aisladas de la Amazonía brasileña, destacando la importancia de que las ciencias sociales y la ingeniería trabajen juntas para desarrollar sistemas eficaces y sostenibles, adecuados a la realidad local (Brown *et al.* 2022).

Conclusión

Estamos convencidos de que las restricciones aquí propuestas pueden ayudar a los responsables de la toma de decisiones a reflexionar profundamente sobre los impactos inherentes a la construcción de represas hidroeléctricas en la Amazonia y a no permitir nuevos emprendimientos de esta naturaleza en la región. También esperamos que puedan utilizar este marco para reevaluar las represas hidroeléctrica construidas, con vistas a minimizar los daños ya causados. Es probable que las empresas interesadas argumenten que seguir las restricciones aquí propuestas es inviable, lo que pone de relieve la imposibilidad de seguir aprobando nuevas solicitudes de construcción. Por lo tanto, nuestro trabajo apunta a la inviabilidad de construir nuevas presas hidroeléctricas en la Amazonia sin causar daños al medio ambiente y a las comunidades locales, en línea con lo señalado por Fearnside *et al.* (2021).

El aumento del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero suele asociarse al crecimiento de indicadores de riqueza como el Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo, tal correlación ha sido disociada en muchos países, entre ellos Estados Unidos y el Reino Unido. Brasil también puede reducir sus emisiones, incluso con un PIB en aumento. Para ello, necesita revisar la falacia de la energía “limpia” producida por grandes hidroeléctricas, ya que éstas, además de efectos sociales nocivos, también tienen impactos ambientales claros y ampliamente documentados, como el aumento de las emisiones de dióxido de carbono y metano. Además, lo ideal sería que la generación de electricidad estuviera cerca del mercado de consumo, evitando no sólo las pérdidas de energía y los costos de transmisión, sino principalmente promoviendo la justicia ambiental, ya que toda generación de energía provoca externalidades, que deberían repartirse especialmente entre quienes reciben sus beneficios. Existen

alternativas a las grandes hidroeléctricas, pero para ganar competitividad necesitan ser el foco de políticas públicas centradas en el bienestar de la población nacional y en la preservación del patrimonio ambiental del país.

Agradecimientos – AFR, ICJ, LSR, ESFR y FMBR agradecen a la FAPESP y al CNPq la financiación de las becas postdoctorales (números de proceso #2019/24049-5, #2020/16378-6, #2020/16412-0, #2022/06221-8, #300537/2023-9, respectivamente). Las opiniones, hipótesis y conclusiones o recomendaciones expresadas en este material son las de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAPESP. Los autores agradecen al Comité Organizador del Curso “São Paulo School of Advanced Science Sustainable and Inclusive AMAZÔNIA”, realizado en São Pedro-SP, Brasil, entre el 21 de noviembre y el 5 de diciembre de 2022, por haber creado una nueva red de contactos entre investigadores dedicados al tema amazónico. Agradecemos también a la FAPESP por apoyar esta iniciativa.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

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, Flávia; 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; ANGA-RITA, 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=eyJrjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCl6jQwZDZmOWI4LWVjYtctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. 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 ENVI-

RONMENTAL 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-suicidios-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; BERENGUER, 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.; MESSEAGER, M.; FERNANDES, I.; CARVALHO, R.; EYNG, V.; ATHAYDE, S.; OL-DEN, J. **Os impactos socioambientais e a insustentabilidade energética das Pequenas Centrais Hidrelétricas na Amazônia**. 2021. Disponível em: <https://www.amazoniacienciaciudadana.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. Gre-

- enhouse 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, Marília; 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 Patrícia 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 Assess-**

ment 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://energiaambiente.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., LEITZEL, 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 reductarianism: 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 A HYDROELECTRIC COMPLEX, BRAZILIAN AMAZON. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 21, p. 1-9, 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0019r-1vu1814ft>.

- 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; PIEDEDE, Maria Teresa Fernandez; SILVA, Thiago Sanna Freire. Massive tree mortality from flood pulse 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>.

- SOVACOOOL, 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/\(asce\)ey.1943-7897.0000197](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)ey.1943-7897.0000197).
- VICK, M. **O que é uma política transversal.** E o que é preciso para ela vingar. 2023. Disponível em: <https://www.nexojournal.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, n. 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

Infografía dirigida a la población en general, con datos e información clave sobre los impactos y costos involucrados en la construcción y mantenimiento de represas hidroeléctricas en la Amazonía.



Sobre los autores

Angélica Faria de Resende es Ingeniera Forestal graduada en la Universidad Federal de Viçosa UFV, con maestría y doctorado en el Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia/INPA. Completó un posdoctorado en EMBRAPA Amazônia Oriental y actualmente es investigadora postdoctoral en las Universidades de São Paulo y Stirling. <https://orcid.org/0000-0002-9875-1122>

Erika Ferreira Rodrigues es Agrónoma, graduada en la Universidad Federal Rural de la Amazonia/UFRA, con maestría y doctorado en la Universidad Federal de Pará/UFPA. Actualmente, se encuentra realizando un posdoctorado en la Universidad de São Paulo-GSA/IGc/USP. <https://orcid.org/0000-0002-0554-5160>

Flora Magdaline Benitez Romero es Ingeniera Agroforestal en la Universidad Amazónica de Pando, con maestría en Desarrollo Regional de la Universidad Federal de Acre/UFAC y Doctora en Ciencia Forestal de la Universidad Federal de Viçosa/UFV. Actualmente realiza un posdoctorado en el Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia/INPA. <https://orcid.org/0000-0001-9417-1780>

Gabriel Costa Borba es Biólogo por la Universidad Federal de Río Grande/FURG, máster in ecología por el Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia/INPA, e un candidato a PhD en Conservación de Peces y Vida Silvestre en la Universidad Virginia Tech. <https://orcid.org/0000-0002-3159-2120>

Igor Cavallini Johansen es formado en Sociología y Ciencias Políticas por la Universidad Estatal de Campinas/UNICAMP, y posee un máster y un doctorado en Demografía por la UNICAMP. Actualmente es becario postdoctoral de la FAPESP en la Universidad Estatal de Campinas/UNICAMP <https://orcid.org/0000-0002-5360-3740>

Luiza Santos Reis es licenciada en Oceanografía por la Universidad Federal del Para/UFPA, Maestra en Uso Sostenible de los Recursos Naturales por el Instituto Tecnológico Vale/ITV Doctora en Ciencias por la Universidad de São Paulo/USP, con pasantía en la Universidad de Sorbonne. Actualmente, es becaria de la FAPESP y becaria postdoctoral en el Laboratorio de Micropaleontología (IGc/USP). <https://orcid.org/0000-0002-4006-7088>

Marina Ghirotto Santos es formada en Relaciones Internacionales por la Escola Superior de Propaganda e Marketing/ESPM, máster en Ciencias Sociales por la Pontificia Universidad Católica de São Paulo/PUC-SP y doctora en Antropología Social por la Universidad de São Paulo /USP. <https://orcid.org/0000-0001-8220-3327>

Songila Maria da Silva Rocha Doi es Bióloga, licenciada por la Universidad Regional de Cariri/URCA y Nutricionista por la Universidad Arthur de Sá Earp Neto/UNIFASE, con especialización en Nutrición y Salud por la Universidad Federal de Lavras/UFLA, máster en Ingeniería Biomédica por la Universidad Tecnológica Federal de Paraná/UTFPR y doctorado en Biotecnología y Biodiversidad por la Universidad Federal de Acre/UFAC. Actualmente es coordinadora y profesora del curso de Nutrición en Faculdade Pequeno Príncipe – FPP. <https://orcid.org/0000-0001-8928-8247>



Impacto de los plaguicidas en la cuenca Amazónica: una revisión multidisciplinaria

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

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

² Laboratório 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

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

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

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

*Autor para correspondencia: Pablo Ochoa – paochoa@utpl.edu.ec

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-40-9_004

RESUMEN

Los plaguicidas son productos químicos utilizados en la agricultura para controlar plagas y enfermedades en los cultivos. Sin embargo, su uso excesivo y poco controlado puede tener graves consecuencias en la salud de las personas y el ambiente. Esta revisión analizó el uso de plaguicidas en la cuenca del Río Amazonas, considerando su impacto socioeconómico en la salud de la población, la biodiversidad regional, la disponibilidad del suelo y los recursos hídricos. Se revisaron las bases de datos científicas Scopus y SciELO para recopilar la literatura relevante, incluidas las publicaciones de los países que integran la cuenca, también se analizó la distribución temporal de la información. Los resultados muestran el incremento sustancial de investigación científica realizada en las últimas décadas, sobre el uso de plaguicidas en la cuenca Amazónica. El estudio describe las afectaciones en cuanto a la pérdida de bosque natural y aumento de la frontera agropecuaria, principalmente en los últimos años. Estas prácticas han resultado en serios problemas de salud particularmente en las poblaciones locales e indígenas. Además, ha habido una disminución de la biodiversidad regional, lo que afecta a especies animales cruciales que contribuyen al equilibrio ecológico al ofertar servicios ecosistémicos como polinización, y la dispersión de semillas. Finalmente se presenta un estudio de caso que muestra un modelo agroecológico exitoso, enfatizando la necesidad urgente de medidas de control, para reducir el uso de plaguicidas en toda la cuenca Amazónica. Estas medidas son vitales para garantizar la salud humana y ambiental. Esto demanda la implementación de acuerdos y políticas que promuevan enfoques sostenibles por parte de los agricultores y eleven la conciencia pública sobre los riesgos asociados con el uso indiscriminado de agrotóxicos y el consumo responsable de alimentos.

Palabras clave: deforestación, monocultivos, uso de plaguicidas, salud humana y ambiental, bioeconomía, cuenca Amazónica.

Introducción

La cuenca Amazónica es una región rica en biodiversidad, hogar de miles de especies de flora y fauna (Nobre *et al.* 2021). Además, es uno de los tres principales centros de convección atmosférica profunda, incrustados en la zona de vaguada ecuatorial (Reis *et al.* 2022). A pesar de su importancia mundial, la deforestación ha experimentado en las últimas décadas, un debilitamiento de aproximadamente un 30% entre 2018 y 2019. Para el año 2020 volvieron a presentarse fuertes incendios forestales, que según algunos expertos se deben principalmente al acaparamiento de tierras, la expansión de la frontera agropecuaria, la presión de los mercados internacionales, la falta de regulaciones y ausencia de políticas públicas adecuadas, y a efectos del cambio climático (de Araújo Mascarenhas *et al.* 2020).

La producción agropecuaria es uno de los principales rubros que ha aumentado en esta cuenca desde la denominada "Revolución Verde" (Júnior *et al.* 2022), lo que ha llevado al cambio del sistema productivo diverso, por el monocultivo que demanda el uso intensivo de fertilizantes químicos y agrotóxicos (Marin *et al.* 2022). Estos productos químicos son actualmente considerados "indispensables" para ser utilizados en prácticas agrícolas convencionales e intensivas. A pesar de su importancia para el control de malezas, plagas, o enfermedades; su uso genera fuertes impactos nocivos para la salud humana y la de los ecosistemas (Arévalo-Jaramillo *et al.* 2019; Silva *et al.* 2019).

Por otra parte, ciertos países que integran la cuenca amazónica tienen leyes que regulan el registro de los agrotóxicos; principalmente en los ingredientes activos del producto, la delimitación del sitio y cultivo donde se lo usará, la cantidad, frecuencia y tiempo de uso, prácticas de almacenamiento y la eliminación final de residuos y recipientes (Júnior *et al.* 2022). Sin embargo, se desconoce cómo estas leyes respaldan el compromiso de los países que integran la cuenca, en temas como la producción y consumo responsable de alimentos (Ochoa-Cueva *et al.* 2022), que es una meta clave del Objetivo 12 de Desarrollo Sostenible (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainabledevelopment-goals>).

Solo en Brasil, país que posee la mayor superficie de la cuenca Amazónica se ha incrementado el consumo de agrotóxicos en las últimas dos décadas, pasando de cerca de 150.000 en el año 2000 a más de 600.000 toneladas de ingrediente activo para el año 2019 (IBAMA 2020). Por lo tanto, es necesario revisar las publicaciones científicas sobre plaguicidas que se han realizado en todos los países que integran la cuenca Amazónica. Además, sistematizar la información obtenida según su temporalidad, el país en el que se realizaron los estudios, así como los principales enfoques o temas que fueron abordados en estas investigaciones. Fi-

nalmente, describir un caso de éxito de la cuenca, que pueda ser replicado por otras comunidades, localidades o cultivos. Esta revisión es de gran utilidad para investigadores, tomadores de decisión, entes de control y gobiernos locales o regionales que forman parte de la cuenca Amazónica. En consecuencia desarrollar acuerdos y políticas que contribuyan a reducir el uso de plaguicidas sintéticos y fomenten el desarrollo de alternativas que estén en armonía con el ambiente.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo esta revisión sistemática se utilizó el método propuesto por Page *et al.* (2021), denominado (PRISMA) por sus siglas en inglés de (Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses). Esta revisión se basó en la recopilación de artículos científicos que se encuentren disponibles en los repositorios Scopus y SciELO. Las palabras clave para la búsqueda fueron: "pesticides" AND "Amazon"; y "Agrotóxicos" AND "Amazônia", respectivamente. La última revisión de búsqueda antes del análisis de datos fue en enero de 2023.

Área de estudio

La cuenca del Río Amazonas incluye uno de los sitios con la mayor biodiversidad del planeta reconociéndose ocho zonas de endemismo (Rodrigues-Alcântara 2013). La selva Amazónica es la más extensa del planeta, con una superficie aproximada de siete millones de km², que se extiende desde la cordillera de Los Andes hasta la costa Atlántica (Nobre *et al.* 2021). Además, la cuenca Amazónica tiene una cobertura y uso de suelo diverso como lo muestra la Figura 1; que ha experimentado importantes cambios a lo largo de los años. Si bien la cobertura de bosque natural sigue siendo dominante en la región, solamente en Brasil (país con el mayor porcentaje de superficie y deforestación); se estima una pérdida de cerca de 45 Mha de bosque nativo entre 1985 y 2021, casi un 12%. El uso del suelo agropecuario fue el que más creció en este mismo período, con casi 244% (MapBiomas). Y la distribución territorial de uso agropecuario se concentra en la Amazonia oriental, pero se expande gradualmente hacia el interior.

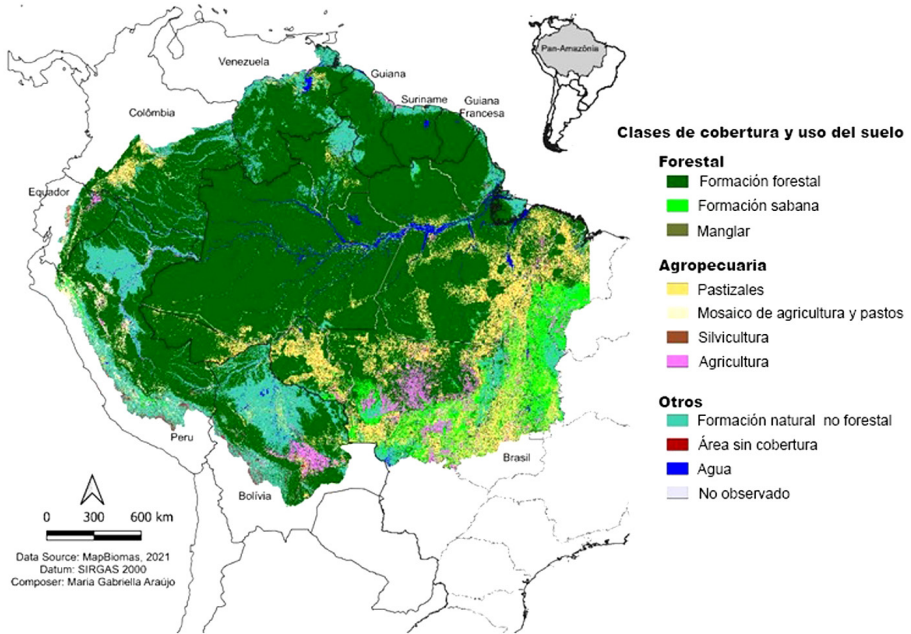


Figura 1 Área de estudio con el mapa de coberturas y usos del suelo de la cuenca Amazónica.

Selección y análisis de datos

Los artículos seleccionados para el análisis posterior fueron los que cumplían con los siguientes criterios: 1) que sean estudios con el tema principal de los plaguicidas; 2) la investigación se haya realizado en la cuenca Amazónica; 3) los artículos hayan sido publicados en revistas indexadas. Estos tres criterios se evaluaron inicialmente en el título, resumen y tipo de documento (artículo, revisión, conferencia, o capítulo de libro); para posteriormente, revisar el documento completo de las investigaciones cuya información no fue consistente en los apartados antes mencionados.

Para el análisis de datos de los artículos seleccionados y revisados, se generó una base de datos con información como: a) Año de publicación; b) Tipo de documento (artículo, revisión, capítulo de libro, y artículo de conferencia); c) País en el que se hizo la investigación y que forma parte de la cuenca Amazónica; y d) temas específicos relacionados con los impactos de los plaguicidas, mismos que fueron agrupados considerando los atributos de la sostenibilidad que se dividen conceptualmente en: económicos, ambientales, y socio-culturales (Reid *et al.* 2005). Obteniéndose así cinco subtemas distintos que son: Bioeconomía, Deforestación y pérdida de biodiversidad, Salud humana, Impacto social, y Agua-Suelo (recursos).

Se utilizó el lenguaje R para el análisis de la base de datos en la versión 4.2.2. para Windows, con las librerías dplyr y reshape2 para la tabulación de datos, ggplot2 y cowplot para generar las gráficas (Team Core, R.)

Resultados y discusión

Tendencias de publicación en el tiempo

De acuerdo con los resultados obtenidos para la cuenca Amazónica los primeros reportes de publicación en el tema de uso de productos químicos agrícolas inician en la década de los ochenta. Un estudio desarrollado por Brinkman (1983) describe el desbalance de nutrientes entre áreas naturales y los sistemas agropecuarios intervenidos por el ser humano. De las bases de datos, fueron revisados cerca de 100 artículos para analizar la tendencia histórica de las publicaciones, teniendo cuidado porque se repiten algunos registros entre ambas bases de datos.

La Figura 2 muestra la distribución temporal de los artículos científicos sobre plaguicidas sintéticos y sus impactos en la cuenca Amazónica. Inicialmente, se registran artículos desde la década de los ochenta en los que se inicia con la caracterización o descripción del problema, pero al pasar el tiempo se fueron diversificando las temáticas y publicando exponencialmente hasta la década actual de los 2020. Más del 85% de las investigaciones registradas en las bases de datos, han sido publicadas en los últimos 15 años.

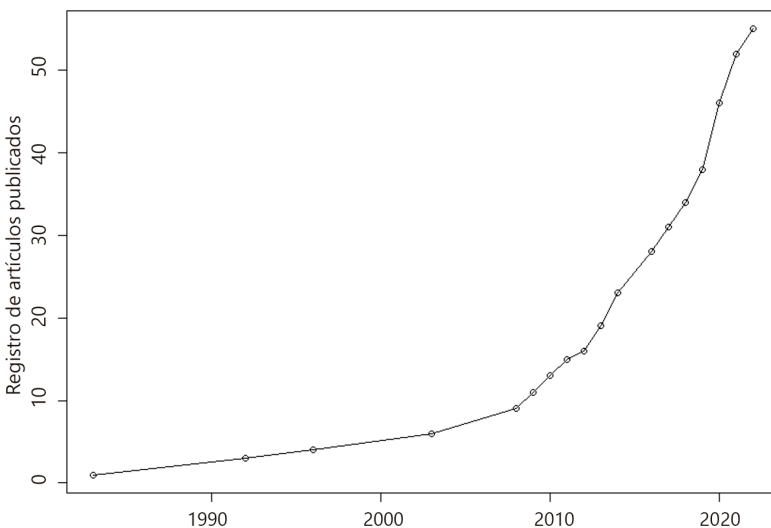


Figura 2 Distribución temporal de artículos científicos sobre el uso de plaguicidas en la cuenca Amazónica.

Analizando los datos colectados se puede afirmar que la investigación sobre el impacto de los plaguicidas sintéticos en la cuenca Amazónica sigue siendo escasa y novedosa, comparada con el contexto mundial. Al revisar las mismas bases de datos con el mismo tema general (plaguicidas), están disponibles estudios desde 1940, y estos registros sobrepasan los cien mil artículos. Por lo que a pesar de tener importancia mundial este tema, la capacidad científica instalada en la cuenca aún es escasa en relación con los esfuerzos de publicación de otras regiones.

Otro punto importante a destacar es la dificultad para internarse en la selva tropical amazónica, lo que detuvo inicialmente la fragmentación del bosque natural y la expansión de la frontera agrícola. Sin embargo, estudios más recientes como de Araújo Mascarenhas *et al.* (2020), mencionan que los herbicidas y la implementación de técnicas agrícolas intensivas son actualmente prácticas comunes en la Amazonia, favoreciendo el pilotaje fluvial, aéreo y terrestre; pero con fuertes impactos negativos en la salud humana y del medio ambiente. Vasco *et al.* (2021), mencionan que ha existido más esfuerzos de investigación en tratar de entender los factores que impulsan la deforestación en la Amazonía, que en entender por qué la población amazónica utiliza fertilizantes químicos y plaguicidas para su producción agrícola.

Tendencias de publicaciones por país que integra la cuenca amazónica

Como muestra la Figura 3 el país que ha tenido mayor producción científica sobre agrotóxicos es Brasil con el 81,5%, seguido por Ecuador que muestra el 11,8%. Curiosamente, ambos países muestran una fuerte diferencia en su extensión territorial amazónica. Sin embargo, el registro de publicaciones de los demás países que comparten la cuenca amazónica es muy bajo con el 1,3%. También la Figura 3 describe estudios desarrollados en más de un país integrante de la cuenca, nominados como "Regional". Cabe destacar que Guayana, Surinam y Venezuela, los 3 países restantes de la cuenca, no registran artículos sobre agrotóxicos en estas bases de datos revisadas. Este análisis nos permitió detectar un vacío de conocimiento en cuanto al número de artículos publicados, la temporalidad, y su relación con las políticas de gobierno que han sido implementadas en cada país. Además plantea interrogantes sobre si estas políticas han facilitado u obstaculizado los esfuerzos de publicación, discutidos en el apartado anterior.

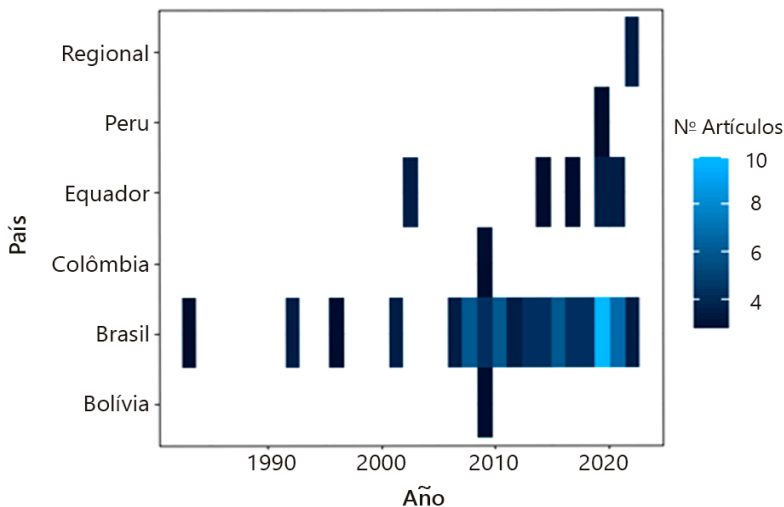


Figura 3 Distribución temporal de artículos registrados por país integrante de la cuenca Amazónica.

Tendencias de publicaciones por temas

La Figura 4 describe los temas en los que se clasificaron los impactos que genera el uso de los plaguicidas sintéticos sobre los atributos de la sostenibilidad pudiendo estos afectar en lo económico, ambiental, y/o sociocultural. Por lo que a continuación se hace un análisis detallado de estos cinco temas.

Agua / suelo (recursos)

Estos dos recursos naturales son objeto de estudio más frecuente cuando se investiga el impacto de los agrotóxicos sintéticos sobre el medio ambiente (Ochoa-Cueva *et al.* 2022). La revisión de este tema específico representa más del 30% de todos los temas bajo análisis. La mayoría de estos estudios se han desarrollado en Brasil, con excepción de un capítulo de un libro y un artículo que fueron abordados para toda la región sudamericana. Sin embargo, el primer registro de investigación sobre este tema es de mediados de 1990, de un estudio básico desarrollado por Louter *et al.* (1996). El objetivo de su estudio fue identificar micro contaminantes en muestras de agua superficial.

Los siguientes estudios se desarrollaron con diferentes enfoques, partiendo desde lo descrito por Winemiller *et al.* (2008) quienes estudian la diversidad y ecología de peces en los arroyos de los ríos tropicales, enfocándolo principalmente sobre la producción y consumo responsable de alimento, intentando conservar la biodiversidad tropical. En el mismo año Römbke *et al.* (2008), evalúa los riesgos de plaguicidas en suelos de la Amazonía central, comparándolos con zonas tem-

pladas para cotejar los posibles efectos en el suelo y biodiversidad de la región. Los siguientes estudios desarrollados por Copatti *et al.* (2009), Pessoa *et al.* (2010), enfocaron sus investigaciones en la calidad del agua usada para la producción agrícola, y Rico *et al.* (2011) evaluaron los efectos tóxicos de los agrotóxicos en peces e invertebrados endémicos de agua dulce.

En los siguientes estudios se enfoca el impacto de los plaguicidas en la calidad del suelo. Mussy *et al.* (2013), identificaron los microorganismos resistentes a uno de los herbicidas más usados para controlar malezas de hoja ancha y pastos (2,4-D). Mientras que Mendez *et al.* (2016) y Rodrigues *et al.* (2017) estudiaron la dinámica del DDT sobre el suelo y sedimentos en una llanura tropical inundable y en Belém respectivamente; ambos estudios dentro de la cuenca Amazónica encontraron indicios del DDT, pese a su prohibición. Otros estudios establecen comparaciones entre zonas con cobertura natural, frente a zonas con producción de la palma aceitera, encontrándose afectaciones en poblaciones de macroinvertebrados de estos arroyos amazónicos (Shimano & Juen 2016).

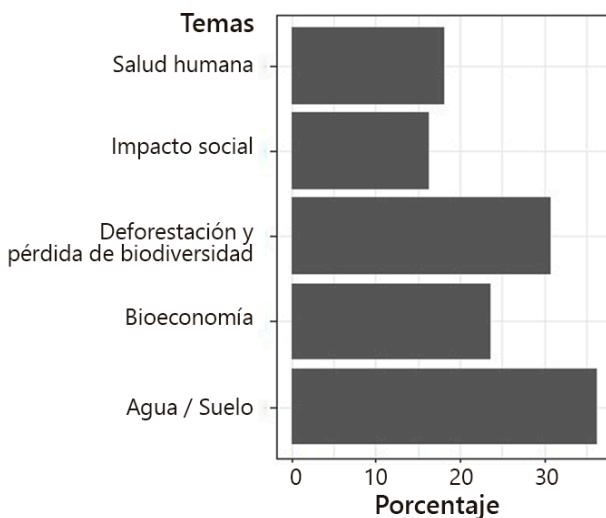


Figura 4 Tendencia de artículos publicados por temas.

A inicios del reciente quinquenio de análisis las publicaciones están relacionadas con la deposición de plaguicidas en agua y sedimentos (Neves *et al.* 2018; Viana *et al.* 2019). Todas las investigaciones siguientes que se registran en esta base de datos hacen referencia a la evaluación de riesgos ecológicos o ambientales (Guarda *et al.* 2020; Rico *et al.* 2022; Val *et al.* 2022; Viana *et al.* 2020), esta es una tendencia actual detectada para toda la región y el último fin que deberían

buscar estas, es encontrar un marco normativo local, nacional o con el apoyo de organizaciones internacionales, globalmente (Daam 2023).

Deforestación y pérdida de biodiversidad

Los avances de las fronteras agrícolas es uno de los principales factores de la deforestación de la selva amazónica. que tiene aproximadamente 7.000.000 km² y es una fuente de biodiversidad que representa aproximadamente el 25% de la biodiversidad global (Nobre *et al.* 2021). Y justamente esta vasta dimensión territorial y un estado ineficiente en el manejo de sus recursos naturales, han hecho atractiva a la cuenca Amazónica para muchos empresarios del sector agroalimentario (Neves *et al.* 2018).

Cuando hablamos de la Amazonía, es importante destacar que principalmente el cultivo de soja y el pastoreo de ganado son el buque insignia de la agroindustria. Para el éxito de la empresa, los plaguicidas sintéticos están presentes como el principal activo para el control de malezas, plagas, y/o enfermedades. Al abordar este tema es importante mencionar que Brasil tiene la Ley N° 7802 del 11 de julio de 1989 que prevé desde la etapa inicial de producción, su uso, hasta el destino final en la eliminación de los envases de estos productos químicos (Römbke *et al.* 2008; Waichman *et al.* 2007). Sin embargo, a pesar de esta legislación, el uso y manejo de plaguicidas sigue siendo intensivo y generalizado y las medidas de mitigación o alternativas de manejo integrado de plagas (MIP) siguen siendo mínimas, o casi nulas, en términos de competencia con los productos químicos disponibles en el mercado (Waichman 2012). Lamentablemente, en la Amazonía brasileña esta ley se vuelve ineficaz, porque desde el 2018 la agroindustria ha avanzado exponencialmente como si no existieran organismos reguladores o de aplicación de la normativa ambiental (Júnior *et al.* 2022; Lermen *et al.* 2018).

De acuerdo con una investigación realizada por Kleanindustries en el 2020, por muchos años los plaguicidas han sido liberados en la selva amazónica por rutas aéreas para tratar de evadir al Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA). El método de fumigación aérea con plaguicidas sintéticos funciona como una forma de limpieza de áreas que presentan dificultad de acceso. Como se mencionó anteriormente esta es una práctica que se viene utilizando desde el 2018, y esta forma de deforestación por envenenamiento de árboles ocurre más lentamente que por tala rasa o incendios. Lamentablemente esta "táctica" está ganando fuerza porque no puede ser detectada por las imágenes satelitales en tiempo real. Según Gonzales (2022), el glifosato y el 2,4-D son los herbicidas más utilizados para el envenenamiento de los árboles en las áreas naturales, y después de su muerte son removidos mecánicamente; facilitando así el posterior esparcimiento de semillas para la implantación de cultivos agrícolas.

El glifosato, el carbo sulfán y el 2,4-D fueron los plaguicidas utilizados en la guerra de Vietnam donde aún se registran casos de malformaciones congénitas. Según la Agencia Brasil, estos plaguicidas se encontraron en claros de la región del arco de deforestación, donde la frontera agrícola avanza hacia la selva amazónica. Más de 30.000 hectáreas de selva ya han sido taladas utilizando productos químicos para el envenenamiento de árboles, por lo que de acuerdo con el (IBA-MA 2018) el drama en la Amazonia no hace más que aumentar.

A pesar de haber muchos estudios realizados sobre la práctica del uso de plaguicidas, o agroquímicos que es la nomenclatura más aceptada en el sector agroindustrial ya que es “menos ofensiva” para el mercado externo, esta sigue siendo intensiva como se mencionó anteriormente, a pesar de que el mercado externo exija medidas de disminución o mitigación del impacto ambiental, estas resultan ineficaces y lentas (Marin *et al.* 2022).

La Figura 1 muestra el área destinada para el uso agropecuario, solo entre el año 2000 y 2020 la producción agrícola en la Amazonia se incrementó en un 327,3%, totalizando 11,4 millones de ha de área cosechada, lo que representa aproximadamente a R\$ 57,3 mil millones (Possamai & Serigati 2022), y el estado de Mato Grosso represente casi el 70% de este total. Aun así, se cree que Brasil necesita más tierras cultivables, si con lo que actualmente se produce sirve para abastecer el mercado local y para la exportación. Por lo que Martinelli *et al.* (2016), consideran necesario repensar el modelo agrícola y ganadero; “abrir nuevas áreas talando la selva ya no es el plan”. Las áreas destinadas a ganadería en la Amazonia brasileña suelen estar asociadas con la deforestación ilegal, donde los títulos de propiedad falsos dificultan el control y regulación (Ribeiro 2020). Según profesionales del Instituto de Desarrollo Sostenible Mamirauá: “El ganado en si no es el problema, sino la forma de producción es la que puede ser beneficiosa o perjudicial”. Expresiones o posiciones como estas, debilitan los argumentos y las luchas para combatir la deforestación de la selva amazónica, favoreciendo la expansión de la soja y la ganadería. Perspectivas similares pueden estar dentro de los institutos académicos o de investigación (Júnior *et al.* 2022). Por lo tanto es indispensable difundir estudios que destaquen la importancia de la restauración de tierras, el uso de Buenas Prácticas de Producción Agrícola (BPPA), y el Manejo Integrado de Plagas (MIP), como alternativas de producción más sustentables.

Son necesarias acciones urgentes para prohibir o limitar el uso de los plaguicidas químicos en la producción agropecuaria, sugiriendo al mismo tiempo el uso de productos orgánicos que impulsen la bioeconomía de la zona. También es crucial contar con un estado eficaz para combatir la deforestación en la Amazonía, con fuertes órganos de control y supervisión, principalmente a los métodos de

pulverización aérea de agrotóxicos sobre el bosque. Esto requiere la inversión en tecnologías como teledetección y drones, necesarios para mejorar los esfuerzos de control y vigilancia.

Impacto social

Al tema del impacto social se puede abordar desde diferentes ámbitos, incluido el sector económico. Sin embargo, al tener un análisis específico del tema relacionado con la bioeconomía, se analizará desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos. Estos bienes y servicios igualmente los obtiene el ser humano de los ecosistemas, dentro de los cuales se encuentran los servicios ecosistémicos de apoyo, los de provisión y los culturales (Reid *et al.* 2005). La polinización y la dispersión de semillas están dentro de los servicios de apoyo y provisión. Por lo que, analizar estos servicios ambientales resulta fundamental para garantizar la salud y el bienestar humano, así como para mantener el equilibrio y la supervivencia de muchas especies en el planeta.

En relación con el tema central de esta revisión (los plaguicidas sintéticos), estos pueden provocar un impacto significativo sobre algunos servicios ecosistémicos. Por ejemplo, en la polinización se ha asociado el uso de algunos agrotóxicos con la disminución de las poblaciones de abejas (Sánchez-Bayo *et al.* 2016); teniendo un efecto negativo en la salud y el comportamiento de estas (Zhao *et al.* 2022), reduciendo su capacidad de forrajeo, aprendizaje y memoria (Siviter *et al.* 2018). Colin *et al.* (2019), sugiere que insecticidas como los neonicotinoides, incluso en dosis subletales favorecen la propagación de enfermedades en las abejas. Y más allá de matar directamente a las abejas, también puede afectar la salud de las colmenas (Gill *et al.* 2012). En consecuencia, también afecta la productividad de los cultivos dependientes de la polinización. En la Amazonía, la mayoría de las plantas que producen frutos comestibles son polinizadas por abejas (Paz *et al.* 2021). Por lo que el uso descontrolado de plaguicidas tendría severas implicaciones en los aspectos socioeconómico y de seguridad alimentaria, particularmente para las comunidades locales de la cuenca Amazónica.

Otro importante servicio ecosistémico de provisión y cultural para el mantenimiento de la biodiversidad es la dispersión de semillas que lo realizan principalmente las aves y los murciélagos. Incluso, algunas aves y murciélagos promueven la regeneración de áreas degradadas con esta dispersión de semillas (Athiê & Dias 2016). Mientras que, la exposición directa por la pulverización de los plaguicidas a las aves y murciélagos les compromete directamente en su salud, o de forma indirecta al consumir alimentos, agua, o al destruir su hábitat (Oliveira *et al.* 2020).

Los principales efectos de la contaminación por el uso de plaguicidas sobre las aves, es la pérdida de hábitats seguros, cambio en sus hábitos o comportamientos principalmente alimentarios, y disminución en su población por alteraciones en la reproducción, lo que podría conducir a su extinción local (Arya *et al.* 2019). En cambio los murciélagos que se alimentan de insectos son considerados con mayor susceptibilidad a los plaguicidas debido a que se encuentran en la parte superior de la cadena alimenticia (de Oliveira & Aguiar 2015). Los murciélagos insectívoros ayudan a controlar las poblaciones de insectos, incluidos los vectores de enfermedades como el dengue, la leishmaniosis y la malaria, así como de algunas plagas agrícolas (Oliveira *et al.* 2020). Así, el control biológico de plagas, que también es un servicio ecosistémico de regulación se ve afectado por el uso de plaguicidas. Las poblaciones de murciélagos observadas forrajeando en áreas de cultivo orgánico mostraron tiempos de alimentación más prolongados y mayor riqueza de especies en comparación con las encontradas en áreas cercanas a cultivos tratados con productos químicos (Barré *et al.* 2018). Los impactos son altos para estos animales y pueden reducir la capacidad de supervivencia de sus poblaciones, lo que genera grandes pérdidas no solo para los esfuerzos ecológicos de conservación, sino también en la socioeconomía dentro del área de estudio.

Salud humana

Sobre este tema de salud existen algunos aspectos por analizar; por ejemplo la salud de las poblaciones locales que son las que reciben afectaciones directas por el uso de plaguicidas para la producción agropecuaria de los cultivos cercanos a sus viviendas. Al mismo tiempo, muchas veces estas comunidades locales son las primeras en actuar para resguardar el ambiente con sus prácticas de manejo sostenible que cuidan el ambiente. Particularmente los pueblos indígenas, poseen conocimientos ancestrales y un profundo respeto por la "Madre Tierra", lo que les otorga una perspectiva holística de su entorno. Esta perspectiva les permite proporcionar múltiples servicios ecosistémicos en beneficio de la humanidad como un todo (Ribeiro & de Sá Neto 2019).

Sin embargo, a pesar de sus contribuciones las comunidades ancestrales y los pueblos indígenas se enfrentan a desafíos como la marginación y los impactos negativos generados por la sociedad. También se enfrentan a políticas destructivas que invaden sus territorios (Oliveira *et al.* 2018). La contaminación por agrotóxicos y el envenenamiento son las principales amenazas para estos pueblos, junto con la minería que genera conflictos territoriales por el uso y prospección del suelo (Lima *et al.* 2022; Pignati *et al.* 2021; Ribeiro & de Sá Neto 2019).

Como se mencionó anteriormente, Brasil tiene una larga historia de uso de plaguicidas, que se refleja en las prácticas actuales y en los efectos nocivos observados, particularmente en las poblaciones indígenas (Ribeiro & de Sá Neto 2019). Si bien es imposible pasar por alto este problema histórico, es fundamental abordar los casos recientes de intoxicación por plaguicidas en poblaciones amazónicas, que son frecuentemente justificados como simples sucesos accidentales (Oliveira *et al.* 2018). Como se mencionó, la mayoría de los casos de intoxicación denunciados de afectación a pueblos indígenas se concentran en áreas cercanas a la frontera agrícola, principalmente en el sur de la Amazonía Legal, y específicamente en la región norte del estado de Mato Grosso. Esta área ha sido testigo de la implementación e imposición generalizada de prácticas de agronegocio a gran escala (Pinheiro *et al.* 2022). Mato Grosso es uno de los principales contribuyentes a la deforestación en la región amazónica, y también es el hogar de numerosos grupos indígenas, cuyos territorios están cada vez más invadidos por la expansión de los monocultivos. Y es un caso desatado de la degradación ambiental que puede causar el modelo de agronegocios, si continúa expandiéndose a otros estados amazónicos (Bombardi 2017; Oliveira *et al.* 2018).

En ese sentido, Gustavo Silveira indigenista de la Operación Nativa Amazonía (OPAN), sugiere un libro antropológico conciso que aborda la percepción indígena sobre la contaminación por plaguicidas. El libro busca comprender cómo los indígenas reflexionan sobre este tema en la región hidrográfica de la cuenca del Juruena, ubicada en el noroeste del estado de Mato Grosso (Oliveira *et al.* 2018). Comunidades indígenas como Paresi, Rikbaktsa, Manoki, Myky y Nambiquara destacan una intrínseca relación entre los plaguicidas, la pérdida de biodiversidad y la inseguridad alimentaria. Lo que representa una amenaza para la sostenibilidad de sus territorios. Es interesante notar que las perspectivas indígenas sobre la contaminación y los cambios observados en el paisaje difieren del discurso dominante en campos académicos especializados.

Desde la perspectiva del conocimiento indígena, los autores argumentan que "la atención no se centra en el daño que sufre únicamente la especie humana, sino que existe una preocupación por el bienestar de diversos seres vivos que, también están en riesgo de contaminación". En las narrativas de los indígenas se refleja esta preocupación al resaltar la contaminación de seres específicos como el emú, el pecarí, el pacú, la miel, y tantos otros, considerados como sujetos por derecho propio. Además el autor enfatiza que la forma en como ocurre la contaminación difiere entre varios seres. Por ejemplo, la contaminación para el ñandú, el pequi, el pacú y los humanos, es distinta entre sí". Esto subraya la íntima relación entre los cuerpos y el territorio que habitan. Los autores argumentan que la

naturaleza recíproca de esta relación es evidente, ya que la condición de habitar un lugar específico informa la condición de formar cuerpos, ya sean humanos, peces, animales terrestres, plantas u otros seres.

Otra referencia que ilustra la perspectiva indígena sobre los impactos de la agroindustria en Mato Grosso en sus territorios es el cortometraje "*Para onde foram as andorinhas?*" (disponible en YouTube), producido por Instituto Socioambiental e Instituto Catitu en el Parque Indígena Xingú (PIX). El cortometraje destaca que en los últimos 30 años el 42% de los bosques aledaños al PIX han sido talados para dar paso a monocultivos de soja y maíz. El PIX es el hogar de aproximadamente 6500 indígenas de 16 comunidades diferentes que dependen del bosque para su alimentación, materiales para rituales, recursos medicinales y materiales de construcción para sus viviendas. Los indios Xingú han observado la propagación de incendios forestales y como los frutos de su plantación se echan a perder antes de alcanzar su madurez.

Sin embargo en Brasil, faltan datos o informes sobre intoxicaciones por plaguicidas en poblaciones tradicionales. Los incidentes de envenenamiento en pueblos y aldeas se desconocen o no están incluidos en las estadísticas oficiales del gobierno (Marques *et al.* 2022). Esta disponibilidad limitada de información dificulta una comprensión integral del problema y plantea un obstáculo significativo para el desarrollo de políticas públicas de salud efectivas que puedan proteger a las comunidades locales (Ochoa-Cueva *et al.* 2022). Por consiguiente se vuelve un desafío abordar este problema en todas las escalas posibles.

Ampliar la investigación para evaluar los efectos adversos de los plaguicidas sobre las personas que habitan en lugares cercanos a las plantaciones de monocultivos, sigue siendo un desafío importante a resolver en el campo de la salud pública. Esta prospectiva de investigación también debe enfrentar los conflictos socioeconómicos y políticos actuales entre las comunidades indígenas que contribuyen al mantenimiento de la producción agrícola básica (Lima *et al.* 2022). Además es importante considerar el contexto histórico, de la fumigación con plaguicidas en áreas que rodean a las poblaciones amazónicas locales y sus efectos perjudiciales en su salud. También está pendiente analizar cómo las agroindustrias externas y transnacionales, promueven el uso de estos productos químicos para la producción agrícola incluso dentro de las comunidades indígenas (Leite 2007). Este último aspecto será ampliado con mayor detalle en el contexto de la bioeconomía que se describe a continuación.

Bioeconomía

Sobre este tema se encontraron registros de publicaciones científicas, siendo el 70% originarias de Brasil, 23% de Ecuador y el 7% de Perú. Los registros de

publicaciones iniciando con un solo artículo en la década de 1980, 1990, y 2010. Por tanto, más del 50% de las publicaciones sobre este tema se han registrado en los tres últimos años.

Por otra parte, la economía de Brasil depende en gran medida del sector agropecuario (Ribeiro 2020), lo que lo ha convertido en uno de los mayores consumidores de plaguicidas del mundo, solo superado por Estados Unidos (FAO 2022). Adicionalmente, Schiesari *et al.* (2013) destacan que en la región amazónica la falta de asistencia técnica conduce a un uso inadecuado de estos productos químicos, resultando en una sobre o sub dosificación. Ambas prácticas a corto y largo plazo contribuyen al aumento de la contaminación de los recursos naturales, por falta de eficacia del producto, por consiguiente se hacen aplicaciones más frecuentes; afectando directa e indirectamente en la salud de la población.

Ante esta realidad, es muy importante cambiar estratégicamente la dinámica del desarrollo agrícola de la cuenca, hacia un modelo más sostenible, que abarque aspectos económicos, sociales y ambientales (Arvor *et al.* 2017; Martinelli *et al.* 2010). Por ello, es fundamental difundir y reproducir casos exitosos de agricultura sustentable que hayan logrado eliminar o reemplazar el uso de estos insumos sintéticos por alternativas no perjudiciales para el ambiente y la salud humana. Esto se ejemplifica en Durofil *et al.* (2021) y Spletozer *et al.* (2021), quienes muestran el gran potencial que tienen algunas plantas amazónicas como las piperáceas para ser usadas como insecticidas naturales.

Impactos en la bioeconomía de comunidades amazónicas (Guaraná)

En el contexto de la bioeconomía relacionada con la producción agrícola en la región amazónica, existe un cultivo nativo conocido como guaraná [*Paulinia cupana var. sorbilis* (Martius) Ducke]. Originalmente clasificada como liana (trepadora) se transforma en arbusto cuando se cultiva en ambientes abiertos. Brasil es el único país que produce guaraná comercialmente en una escala significativa.

Según el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística - IBGE (2021), la producción de guaraná en el 2021 fue de aproximadamente 2.732 toneladas. Esto se produjo en un área de aproximadamente 10.099 ha, lo que resultó en un rendimiento promedio de 271 kg/ha. La facturación total generada por la producción de guaraná fue de R\$ 39.857.000,00. Entre los estados de Brasil, Bahía lidera en términos de producción con alrededor de 1.831 t, y un rendimiento promedio de 160 kg/ha.

En el estado de Amazonas, particularmente en la ciudad de Maués, una parte importante de la producción de guaraná es realizada por agricultores familiares. Los indígenas de la etnia Sateré Mawé, que se consideran hijos y descendientes

de la planta, se refieren a ella como "Waraná", término que con el tiempo dio origen a su nombre comercial. Fueron los primeros en cultivarlo, con fines medicinales, alimenticios, espirituales y rituales. En esta etnia se cree que el fruto encarna el poder espiritual del conocimiento y sabiduría de los "Wará". El guaraná tiene un gran significado para la población local de este municipio, representando su historia y cultura, al mismo tiempo que hace contribuciones sustanciales a la economía local y, posteriormente fomenta el avance social (Beaufort *et al.* 2008; Figueroa 2016; IDESAM 2018).

Actualmente, la producción de guaraná satisface principalmente la demanda en la industria farmacéutica con fines medicinales y en la industria de refrescos, donde se usa como extracto principal para las bebidas. El mercado de guaraná se ha expandido significativamente, lo que demanda aumentar la producción. Como resultado, los sistemas agrícolas tradicionales que anteriormente cultivaban guaraná han pasado a prácticas mayoritariamente de monocultivo (Filoche & Pinton 2014).

Para conseguir una mayor productividad, disminuir pérdidas, y mayor resistencia la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) ha venido realizando mejoramiento genético y estudiando "plantas matrices" desde 1976. Esto les permitió desarrollar los "clones" que son la base del sistema de siembra en monocultivos (Atroch *et al.* 2012).

Para inducir el enraizamiento de estos "clones" se aplican fitohormonas, siendo el ácido indol-3-butírico el más utilizado. El sustrato para el cultivo consiste en una mezcla de tierra forestal, arena y superfosfato simple. El agua, la urea, y el cloruro de potasio se usan generalmente para la fertilización de las plántulas. A pesar de la resistencia de estos clones, aún tienen incidencia de enfermedades como la antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.], y plagas como los trips (*Liothrips adisi*), que pueden afectar a las plantas en varios estados de crecimiento. Para mitigar las infestaciones se utilizan agroquímicos como acefato y deltametrina clasificados como insecticidas, y fungicidas como azoxistrobina, difenoconazol, metiltiofanato, tebuconazol y flutriafol (Pereira 2005).

Según Pereira *et al.* (2018), el uso de matrices clonadas en este "novedoso" sistema de producción, a provocado que algunos de los pequeños productores se vuelvan dependientes de agroquímicos y otros insumos, lo que ha incrementado los costos de producción y lo ha vuelto económicamente inviable. Una encuesta realizada por el Instituto de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Amazonia - IDESAM (2018), revela que el 69% de los productores de la región establecen sus plantaciones de guaraná usando clones, de los cuales del 25 a 30% emplean fertilización química, los demás prefieren mantener las prácticas tradicionales y utilizar abonos orgánicos como la tierra negra, palos, ramas, hojas secas y restos de poda.

Los clones que no reciben el cuidado necesario, a menudo por la falta de recursos financieros de los productores, se vuelven más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, afectando negativamente en los resultados finales de producción.

Además de los problemas económicos, el uso de agroquímicos tiene un impacto directo sobre las poblaciones de la familia Apidae, particularmente a las especies *Meliponia seminigra*, *Xylocopa muscaria* y *Apis mellifera*; las cuales son consideradas las principales polinizadoras del guaraná (Gondim 1984; Lima & Rocha 2012). Sin embargo, son necesarios estudios específicos que investiguen el comportamiento de las abejas frente a los plaguicidas aplicados al guaraná. También se sabe que adoptar prácticas agrícolas que apoyen a los polinizadores, como reducir el uso de plaguicidas especialmente durante la floración, y conservar el bosque cercano a los cultivos, para crear un ambiente favorable para la anidación y la disponibilidad de recursos florales para abejas, es crucial para mejorar la producción (Wintermantel *et al.* 2022).

En línea con la adopción de modelos agroecológicos sostenibles (MAS), los productores de las comunidades ribereñas del río Urupadi decidieron rescatar la forma ancestral de cultivar guaraná, reemplazando los clones, denominados por ellos como “hijos” de las lianas (planta madre) conocidos como “guaraná silvestre”, que se encuentran en estado natural dentro del bosque. La recolección de plántulas del bosque se lleva a cabo en áreas que alberga un banco genético diverso de guaraná silvestre. Estas plántulas luego se siembran junto a los árboles existentes, incluidos árboles frutales y otras especies naturales. Este enfoque de agroecosistema crea un entorno para el cultivo de guaraná que se parece mucho a su hábitat natural. Es probable que esta reproducción del entorno natural contribuya a la regulación natural de plagas y enfermedades. Como resultado, el área cultivada se transforma en un agroecosistema forestal que se beneficia de fuentes naturales de fertilización (Aguiar *et al.* 2021).

Para fortalecer el mercado, los productores del río Urupadi fundaron en 2015 la asociación AAFAU (Asociación de Agricultores Familiares del Alto Urupadi). Esta asociación está conformada por alrededor de 50 familias dedicadas al cultivo sostenible de guaraná, a través de la agricultura familiar. La asociación posee el sello ECOCERT (*Guaraná Organic Conformity Certificates*) que no solo certifica que el producto es 100% orgánico, sino que también enfatiza el valor del producto y de los productores, asegurando un precio justo para las ventas nacionales e internacionales (Trindade *et al.* 2021).

Adoptar un MAS en el que sus miembros participan activamente en la preservación y conservación de los bosques, ha demostrado ser un éxito para la AAFAU. Además de vender granos de guaraná tostado, la asociación ofrece pro-

ductos secundarios como polvo de guaraná orgánico, y una bebida refrescante hecha a base de guaraná. En 2017, los productores de esta asociación recibieron el registro de Organización de Control Social (OCS), que les permitió vender sus productos directamente en ferias, mercados o al gobierno (Pereira *et al.* 2020).

Actualmente la AAFAU vende sus productos a través de tiendas físicas y digitales en su sitio web. Y debido a esto cada vez más guaranacultores (productores de guaraná) se están sumando al movimiento y utilizan el guaraná silvestre como su producto principal. Es importante destacar que estos productores se abstienen de usar agroquímicos, con el objetivo de conseguir una producción en mayor equilibrio con el ambiente.

Tras finalizar la revisión de la literatura científica en este tema, se observó la falta de estudios comparativos de productividad entre el "clon de guaraná y el guaraná silvestre". Si bien se ha realizado una extensa investigación sobre el clon de guaraná, el estudio del guaraná silvestre en su forma y manejo actual es un tema de investigación relativamente reciente. Esta discrepancia temporal pone de manifiesto la necesidad de realizar más estudios para evaluar y comparar la productividad de estas dos variedades. También es fundamental realizar investigaciones que reconozcan el valor de la producción orgánica y familiar del guaraná y otros cultivos silvestres de la Amazonía, considerando no sólo aspectos económicos, sino también la preservación y perpetuación de la cultura local.

Conclusiones

Este estudio hace una revisión temporal de las publicaciones indexadas en bases de datos científicas sobre agroquímicos para toda la cuenca amazónica. Muestra el inicio y número de publicaciones por década de los diferentes países que conforman la cuenca. También describe cómo se han distribuido los diferentes enfoques de los estudios sobre plaguicidas, revelando posibles sesgos y lagunas de conocimiento en los datos detallados.

El uso de plaguicidas y la ampliación de la frontera agropecuaria son temas relacionados e multifacéticos que involucran diferentes sectores, siendo el aspecto económico hacia un mercado global el que prevalece en la actualidad. En consecuencia, existe la necesidad apremiante de ampliar los esfuerzos de investigación en todos los temas abordados, pero particularmente en los efectos adversos sobre la salud humana y ambiental (partes biótica y abiótica) de la Amazonía.

También es importante enfatizar la necesidad de describir alternativas de producción sostenible para la región. Una solución potencial incluye, aprovechar la producción agrícola de especies silvestres con producción orgánica y la

transformación de estos productos naturales con los mismos integrantes de las comunidades locales, activando la bioeconomía y el impacto social. Numerosos estudios de caso como el ejemplificado del guaraná en esta revisión, demuestran la viabilidad de replicar enfoques similares en diferentes comunidades, cultivos y países que integran la cuenca Amazónica.

Aunque la investigación científica sobre plaguicidas ha aumentado exponencialmente en los últimos 15 años, sigue siendo necesario mejorar las políticas públicas y la colaboración entre los 8 países que componen la cuenca. Los vínculos internacionales entre universidades e institutos de investigación permitirán establecer redes de colaboración que promuevan futuras investigaciones a favor de la gestión sostenible de los recursos naturales de la Amazonia.

Agradecimientos – Los autores agradecen a la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP) por apoyar en el desarrollo de la primera edición de la Escuela de São Paulo de Ciencia Avanzada (ESPCA) Amazonia Inclusiva y Sostenible, FAPESP 2022/06028-3. Nuestro especial agradecimiento a los profesores que fueron parte de la ESPCA, quienes dieron sus comentarios y sugerencias para mejorar esta revisión.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- 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 Urupadi, 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.
- ATHIÉ, 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 defoliants 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%2C%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%2C%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., ANTO-LIN, 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. Lim.**, **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/https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.04.008>

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 los autores

Ana Claudia Batista es una Ingeniera Forestal graduada de la Universidad del Estado de Pará (UEPA), con una maestría en Ciencias (Tecnología de la Madera) de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). En la actualidad, está realizando su doctorado en el Centro de Energía Nuclear en Agricultura (CENA/USP). <https://orcid.org/0000-0001-8226-7996>

Fátima Aparecida Arcanjo es Bióloga, graduada de la Universidad Estatal de Londrina (UEL), con maestría y doctorado en Ciencias Biológicas con énfasis en Biodiversidad y Conservación en Hábitats Fragmentados/UEL. Actualmente, realiza un posdoctorado en la Universidad Estatal de Londrina. <https://orcid.org/0000-0002-9107-6339>

Isabela Maria Souza Silva es Ingeniera Forestal graduada de la Universidad del Estado de Amazonas (UEA), con una maestría del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonia (INPA). En la actualidad, se encuentra realizando su doctorado en el Centro de Energía Nuclear en Agricultura de la Universidad de São Paulo (CENA/USP). <https://orcid.org/0000-0001-7311-359X>

Maria Gabriella da Silva Araújo es licenciada en Ingeniería Ambiental por la Universidad Federal Rural de la Amazonia (UFRA), máster en Ciencias con especialización en Ecología Aplicada de la Universidad de São Paulo (USP), y actualmente es alumna de doctorado en el programa de Ecología Aplicada interunidades ESALQ-CENA. <https://orcid.org/0000-0003-1366-9929>

Mario Rique Fernandes es Licenciado en Ecología, Magíster en Desarrollo Sostenible y Doctor en Antropología Social. Es miembro del Núcleo de Estudios sobre la Amazonía Indígena (NEAI/UFAM) y consultor del Comité Científico de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). <https://orcid.org/0000-0002-1891-2943>

Pablo Ochoa Cueva es Ingeniero en Gestión Ambiental por la Universidad Técnica particular de Loja - UTPL. Con doctorado en Ciencias y Tecnologías Agrarias, de los Recursos Naturales y de Desarrollo Rural por las Universidades de Córdoba y Málaga. Actualmente es profesor titular en la UTPL en las modalidades presencial y a distancia. <https://orcid.org/0000-0003-2230-1026>.

Ulysses Madureira Maia es Biólogo egresado de la Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/UERN. Tiene una Maestría en Ciencia Animal de la Universidade Federal Rural do Semi Árido/UFERSA y un Doctorado en Zoología de la Universidad Federal de Pará/UFPA. <https://orcid.org/0000-0003-0940-9331>



Contaminación por mercurio en comunidades indígenas panamazónicas: un retrato de la realidad

Patrick C. Cantuária^{1,2}; Alejandra Zamora-Jerez³; Diletta Accardo⁴; Fábio M. Alkmin⁵; Lambert 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-Brasil – 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 para correspondencia: Patrick de Castro Cantuária – patrickcantuaria@iepa.ap.gov.br

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-40-9_005

RESUMEN

Este artículo discute el tema de la contaminación por mercurio en la Amazonía, un metal bioacumulativo utilizado en la minería artesanal de oro. Este problema socioambiental ha afectado directamente a las comunidades indígenas y ribereñas, causando problemas neurológicos, cardiovasculares, digestivos y reproductivos. A partir de una perspectiva científica interdisciplinaria, que busca considerar la compleja realidad de los pueblos indígenas amazónicos, el objetivo es proponer medidas que puedan ayudar a estas comunidades a enfrentar este problema. Además de la revisión de la literatura sobre el tema, se hizo referencia a una encuesta producida por FioCruz en la Tierra Indígena Sawré Muybu (Pará), en 2019, actualmente una de las regiones más contaminadas por mercurio en Brasil. Las propuestas de acción incluyen medidas educativas y preventivas, orientación al gobierno, monitoreo ambiental y de salud, y el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades indígenas para enfrentar la contaminación. El estudio destaca la importancia de un enfoque interdisciplinario y colaborativo para abordar este problema complejo y urgente en la Amazonía.

Palabras clave: Amazonía, mercurio, pueblos indígenas

Introducción

El Amazonas abarca nueve países sudamericanos y su extensión asciende a un tercio de todos los bosques tropicales restantes en el mundo. Este bioma alberga más de la mitad de la biodiversidad del planeta y se compone de al menos diez tipos distintos de bosques. La cuenca del Amazonas, que se expande sobre un área de 6,9 millones de km², desempeña un papel indispensable en el clima y el ciclo hidrológico global, siendo responsable de almacenar alrededor del 20% del agua dulce del mundo (Ab'Saber 2003). Durante los últimos 11.000 años, el Amazonas ha sido preservado y cultivado por una multitud de grupos indígenas. Estos grupos han mantenido una relación simbiótica con el ecosistema, evidenciando una profunda conexión entre las comunidades humanas y el bioma (Neves 2006).

Aunque la minería ilegal de oro no es un fenómeno reciente en la Amazonía brasileña, la expansión de estas actividades se ha acelerado notablemente en los últimos años. Esta expansión ha sido impulsada por el aumento de los precios mundiales del oro, una regulación y supervisión insuficientes y adaptadas a la compleja dinámica económica, social y política que subyace a esta práctica (Skidmore 2022). En el contexto de esta expansión, el uso de mercurio (Hg), un metal con alto potencial tóxico, ha presentado importantes desafíos en términos de impactos socioambientales. Aunque su uso en la minería está permitido bajo autorización de la Agencia Nacional de Minería (ANM), la supervisión y el control efectivos del comercio, uso y disposición del mercurio han demostrado ser problemáticos, especialmente en las regiones del norte del país, donde este metal llega ilegalmente a las minas.

Aunque Brasil ha asumido compromisos internacionales para reducir el uso de mercurio, según lo establecido por el Convenio de Minamata, estos compromisos han tropezado con importantes obstáculos para su aplicación efectiva. El comercio de oro clandestino en el mercado legal, por ejemplo, es facilitado por firmas financieras autorizadas para comprar este metal (DTVM), que a menudo carecen de la debida diligencia o supervisión sobre el mineral citado proporcionado por los vendedores (Skidmore 2022). Tales desafíos han contribuido a hacer del tema del mercurio uno de los principales problemas socioambientales en la Amazonía actual. La minería ilegal ha llevado a una deforestación significativa y al desplazamiento de las comunidades locales, mientras que el uso de mercurio en la extracción de oro ha causado graves daños al medio ambiente, con la liberación de más de 1.000 toneladas de mercurio por año de las minas ilegales (Skidmore 2022).

Las comunidades indígenas y ribereñas en la Amazonía se ven particularmente afectadas por este problema, ya que su supervivencia está directamente

relacionada con el acceso y la interacción con la biodiversidad local y un medio ambiente potencialmente contaminado (Basta & Hacon 2020). El mercurio se usa a menudo para amalgamar oro, ayudando a separarlo de otras sustancias. Esta amalgama se calienta haciendo que el mercurio se evapore, dejando atrás el oro. Sin embargo, el mercurio evaporado no desaparece, se libera en el aire y puede ser inhalado o asentarse en suelos y cuerpos de agua en el área circundante. Además, una parte del mercurio utilizado en el proceso de amalgamación no se evapora, permanece en forma líquida o en forma de pequeñas gotas y, por lo tanto, puede depositarse en ríos o suelo, afectando procesos ecológicos esenciales como la descomposición y la fijación de nitrógeno.

Este mercurio también puede entrar en la cadena alimentaria cuando es convertido por las bacterias en metilmercurio (MeHg^+), una forma orgánica de mercurio que es fácilmente absorbida por los organismos. El MeHg^+ es bioacumulativo, es decir, se acumula en los tejidos de los animales, especialmente en los peces, y puede transferirse a los humanos cuando consumen estos animales. La exposición crónica puede causar una variedad de problemas de salud, incluyendo problemas neurológicos, cardiovasculares, digestivos y reproductivos (Heck 2014, Basta & Hacon 2020). Además, el mercurio es particularmente dañino para las mujeres embarazadas, ya que puede afectar el desarrollo del feto. En resumen, el mercurio puede matar o causar problemas de salud en una amplia gama de animales, incluidos peces, aves y mamíferos.

La región donde viven los indios Munduruku, a orillas del río Tapajós en Pará, es actualmente una de las más contaminadas por mercurio en Brasil (Risso *et al.* 2021). Un estudio de campo realizado por FioCruz en 2019, en la Tierra Indígena Sawré Muybu (TI), encontró que, en las zonas más afectadas por la minería ilegal, 9 de cada 10 Munduruku estaban contaminados por el metal (Basta & Hacon 2020). Esta investigación incluyó evaluaciones neurológicas, pediátricas, genéticas; muestras de piel y mechones de cabello; medición de los niveles de hemoglobina, peso y talla, así como la evaluación de la contaminación por mercurio en peces de la zona. Considerando este estudio, el objetivo de este artículo es discutir medidas de acción que pueden ser adoptadas por las comunidades indígenas amazónicas que sufren procesos similares. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica sobre el tema, incluyendo marcos institucionales y legales, recomendaciones médicas, planes de acción en las áreas de salud, ambiental y socioeconómica, así como un enfoque antropológico que tiene en cuenta la compleja realidad amazónica. El problema que motivó el desarrollo del presente trabajo es: ¿cómo la contaminación por mercurio causa problemas en las comunidades indígenas panamazónicas? Esta comprensión se basará en las experiencias encontradas sobre la Comunidad Indígena Munduruku.

Área Indígena Sawré Muybu: contexto histórico y social

La tierra indígena Sawré Muybu, ubicada en el estado de Pará (Amazonía brasileña), forma parte del conjunto de territorios habitados por el pueblo indígena Munduruku (Wuy jugu), cuya nación se extiende a lo largo de la cuenca del río Tapajós (Figura 1):

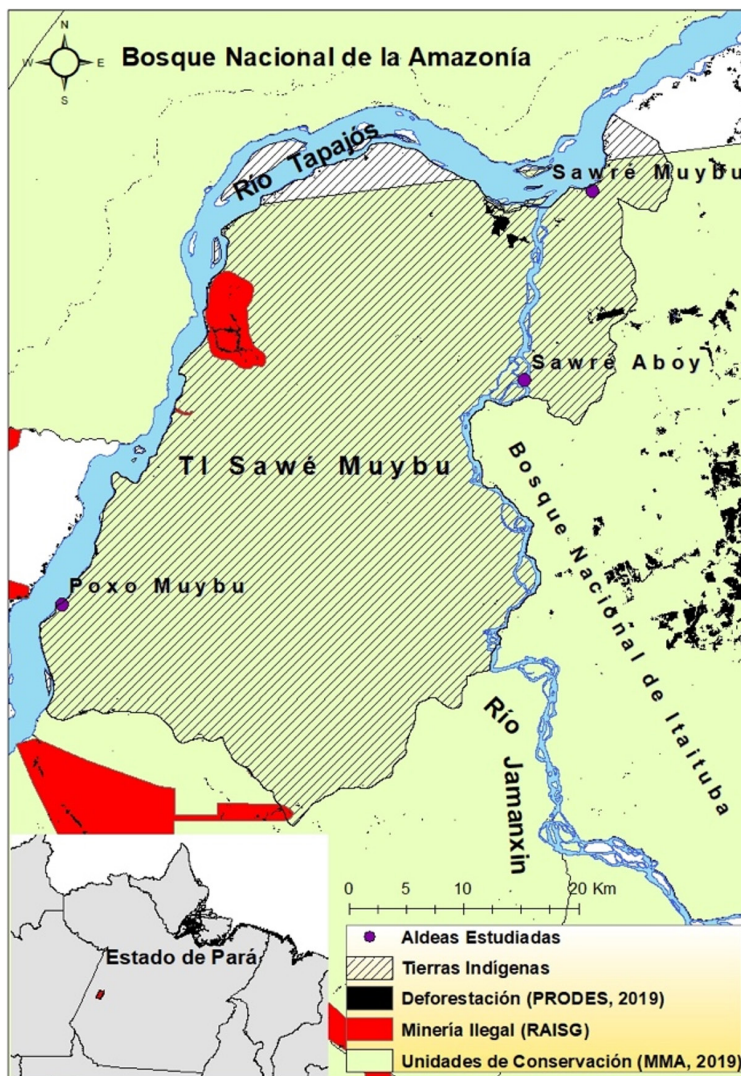


Figura 1 Mapa del área de estudio. Adaptado: Basta & Hacon 2020.

Los Munduruku son un pueblo históricamente reconocido por su inclinación a la guerra, lo que les permitió imponer su presencia cultural en el Valle del Tapa-jós. Después de la conquista, los Munduruku lograron resistir la invasión europea hasta el siglo XVIII. En este período, los misioneros lideraron la colonización y facilitaron la explotación de los recursos naturales del Sertón, como la madera de Cumaru y el cacao. Sin embargo, el mayor auge extractivo experimentado por los Munduruku ocurrió durante el auge del caucho en el siglo XIX. Estos pueblos fueron utilizados como mano de obra esclava en actividades extractivas (Melo 2008).

Después de la finalización del ciclo de extracción de caucho, los territorios habitados por los Munduruku adquirieron un nuevo valor para el mercado capitalista debido al descubrimiento de reservas de oro en el área durante el último tercio del siglo XX, como la construcción de la carretera Transamazónica en 1972. Esta presión se ha intensificado en las últimas décadas, particularmente durante la presidencia de Jair Bolsonaro, quien impulsó políticas dirigidas a fortalecer los frentes extractivos, lo que representó un retroceso para los avances logrados en la protección de estos pueblos, como la demarcación de su territorio. Como señalan Wark y Wyllys (2022):

Las incursiones de forasteros continúan hasta nuestros días, trayendo violencia y enfermedades, como la epidemia de sarampión de los años 40, que diezmó a la población, y ahora el envenenamiento por mercurio de la minería ilegal. Más recientemente, desde que Bolsonaro asumió el cargo en enero de 2019, los ataques de mineros ilegales y, directa o indirectamente, los grandes ganaderos plantadores de soja y otros acaparadores de tierras han aumentado el problema, con la connivencia de las autoridades locales y nacionales; especialmente después de un fallo de la Corte Suprema que obligó al gobierno a proteger a los pueblos indígenas yanomami y munduruku. Bolsonaro ha prometido no mantener a "hombres prehistóricos en zoológicos", no "demarcar otro centímetro" de la Amazonía, e incita a cualquier tipo de violencia para salirse con la suya porque, para él, "donde hay tierra indígena, hay riqueza debajo de ella" (Wark y Wyllys 2022).

La intensificación de las actividades extractivas en los territorios habitados por los Munduruku ha llevado a un aumento acelerado de los niveles de contaminación de los recursos esenciales para la supervivencia de este pueblo. La pesca es su principal actividad de subsistencia, que a su vez apoya las prácticas rituales y el intercambio comunitario. Además de la pesca, la caza, la recolección

y la agricultura son prácticas indispensables para la vida de los Munduruku, cuyos mecanismos de reproducción cultural están intrínsecamente relacionados con la conservación del medio ambiente, ya que garantiza la continuidad de sus prácticas productivas, religiosas y culturales. Cabe destacar que para los Munduruku, los elementos que denominan a sus tribus descansan en la naturaleza que los rodea, por lo que la conservación del medio ambiente es un requisito fundamental para la preservación de sus mitos fundacionales y la reproducción de su lengua ancestral (Scopel *et al.* 2018).

El impacto de la contaminación minera va más allá de las consideraciones de los efectos a largo plazo que esta actividad puede causar. Esta situación ya muestra un impacto inmediato no solo en los habitantes del territorio Munduruku, sino también en las generaciones futuras. Según un estudio realizado por la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz) y el Centro de Innovación Científica de la Amazonía (CIN-CIA) en ciudades adyacentes a zonas mineras como Sawré Muybu, Sawré Aboy y Poxo Muybu, el 57,9% de sus habitantes tienen niveles de mercurio en el cuerpo superiores a los niveles de seguridad establecidos por los estándares internacionales. La principal fuente de exposición al MeHg⁺ para los pueblos indígenas es el consumo de pescado, que se contamina en las aguas de los ríos y manantiales de la minería artesanal. Los peces contaminados, a su vez, inician una cadena alimentaria que transmite mercurio a las personas e incluso a sus hijos a través del embarazo o la leche materna (Basta & Hacon 2020).

La acumulación de problemas que este grupo enfrenta hoy pone en grave peligro su supervivencia material y cultural. Por ello, hoy su lucha se centra en la defensa territorial para la conservación de sus bosques y ríos, frente a amenazas como la contaminación por mercurio, derivada de la minería. Ante esta situación, este estudio pretende llevar a cabo un acercamiento holístico a la compleja realidad del Sawré Muybu en el marco de propuestas concretas para la posible realización de acciones directas dirigidas a reducir el avance de los frentes extractivos en el territorio.

Marco institucional y jurídico para el uso del mercurio

El Convenio de Minamata sobre el mercurio (Ministerio del Ambiente de Perú, 2016) es un tratado global legalmente vinculante establecido para salvaguardar la salud humana y el medio ambiente de los impactos nocivos de este elemento. Establecida en 2013 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, esta convención ha visto la ratificación de 128 naciones para

2021. El nombre “Minamata” se remonta a la ciudad japonesa que, en la década de 1950, fue escenario de un devastador episodio de envenenamiento por mercurio, que resultó en miles de vidas perdidas y un impacto duradero en la salud y la calidad de vida de los sobrevivientes. Este pacto internacional reconoce la magnitud del mercurio como un problema ambiental de escala global y tiene como objetivo la gestión adecuada de este metal, mitigando sus efectos nocivos. Para cumplir con este propósito, el Convenio estipula una serie de estrategias destinadas a controlar y disminuir el uso, el comercio y la eliminación del mercurio. Tales estrategias incluyen la extinción gradual de la extracción de mercurio y su uso en productos como baterías, lámparas fluorescentes y termómetros, así como exigir el almacenamiento y la eliminación seguros de desechos que contienen mercurio. Además, la Convención destaca la importancia de la cooperación internacional, la transferencia de tecnología y la creación de capacidad como medios para apoyar el cumplimiento de los compromisos acordados.

Frente a los graves peligros asociados con el uso del mercurio, tanto Brasil como el ámbito internacional han adoptado medidas para disciplinar su uso y mitigar sus efectos nocivos. En el contexto brasileño, el principal marco legal que guía el uso del mercurio está constituido actualmente por el “Plan Nacional para la Reducción del Uso de Mercurio en la Minería de Oro Artesanal y en Pequeña Escala” (PNMC), establecido en 2022 por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y descrito en detalle en Sohn (2022). Este plan describe directrices y estrategias destinadas a mitigar el uso de mercurio en la minería de oro, una actividad destacada como una de las principales fuentes de contaminación ambiental. Además, el PNMC tiene como objetivo fomentar la aplicación de tecnologías alternativas más seguras y sostenibles. También se basa en una variedad de instrumentos legales internacionales diseñados para regular el uso de este metal tóxico.

El Poder Judicial y el Poder Legislativo también han estado actuando contra el mercurio. En septiembre de 2021, el Supremo Tribunal Federal (STF) dictaminó por unanimidad la inconstitucionalidad de la ley del Estado de Roraima 1.453/2021, que permitía la concesión de licencias para actividades mineras con el uso de mercurio. La ley, cuestionada por la Red de Sustentabilidad en el caso de Acción Directa de Inconstitucionalidad (IDA) 6.672, fue considerada por el ponente, el ministro Alexandre de Moraes, como contraria al modelo federal de protección ambiental, que exige licencias ambientales específicas para las diferentes fases de actividades potencialmente contaminantes. Además, la ley se consideraba una violación del derecho a un medio ambiente ecológicamente equilibrado, de conformidad con el artículo 225 de la Constitución Federal, y una usurpación

de la competencia exclusiva de la Unión para legislar sobre recursos minerales y metalurgia, de conformidad con el artículo 22, punto XII, de la Constitución.

El proyecto de ley 1011, propuesto por el senador Randolfe Rodrigues en 2023, establece la "Política Nacional de Prevención de la Exposición al Mercurio" y el "Sistema de Control de la Exposición al Mercurio" (SICEM), ambos destinados a monitorear la exposición al mercurio en la población brasileña, especialmente en las regiones afectadas por la minería ilegal. El proyecto prevé la cooperación entre diferentes niveles de gobierno y fomenta estudios epidemiológicos, poniendo a disposición de los investigadores los datos recopilados por el SICEM. Además, establece una campaña continua para crear conciencia sobre los riesgos de la exposición al mercurio y designa el 8 de noviembre como Día Nacional para Combatir la Exposición y el Envenenamiento por Mercurio. Esta legislación es particularmente relevante en un contexto en el que Brasil, como signatario del Convenio de Minamata, busca reducir el uso de mercurio en la extracción de oro y controlar su importación y uso, especialmente en actividades ilegales, en cumplimiento de los compromisos internacionales.

Estas acciones se desencadenaron después de que los estudios revelaran la alarmante situación que enfrenta el pueblo Munduruku. Entre 2018 y 2019, hubo un aumento drástico del 101,12% en la longitud de los ríos devastados en el territorio Munduruku, saltando de 88,5 km a 178 km. Según un informe de Greenpeace en 2020, año en que el presidente Jair Bolsonaro envió al Congreso el Proyecto de Ley 191/2020 -que propone la liberación de Tierras Indígenas (TI) para la exploración minera y energética- es evidente una nueva ola de intensas actividades en la región (Dantas 2021). Como resultado, el 29 de mayo de 2020, Greenpeace presentó una denuncia ante el Ministerio Público Federal de Pará (MPF-PA), solicitando el retiro inmediato y permanente de los mineros de las TI Munduruku y Sai Cinza. El 16 de junio, el MPF presentó una demanda solicitando que la Policía Federal (PF), el Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (Ibama) y la Fundación Nacional del Indio (Funai) tomen medidas contra la minería ilegal en tierras indígenas en el suroeste de Pará e identifiquen a aquellos que "demuestran consistentemente desprecio por el cumplimiento de las leyes que reconocen los derechos indígenas y garantizan la protección del medio ambiente" (Greenpeace Brasil 2020).

En resumen, el tema es complejo y requiere un enfoque multidimensional que una las esferas local, nacional e internacional. El Convenio de Minamata y los planes nacionales como el PNMC son pasos significativos en esta dirección. Sin embargo, sigue siendo fundamental aumentar la conciencia pública sobre los riesgos de la exposición al mercurio, implementar tecnologías alternativas en la

minería y fortalecer la legislación y la aplicación. Después de todo, la protección de la salud humana, la preservación de los derechos indígenas y la conservación del medio ambiente son responsabilidades compartidas, que exigen la colaboración continua y comprometida de todos los actores involucrados.

En diciembre de 2022 fue solicitada por el Partido Socialista Brasileño a la Corte Suprema la ADI 7273, esta medida intenta revisar el poder de supervisión del Estado sobre las actividades mineras en el bosque, incluso en tierras indígenas, los argumentos expuestos informan que es altamente cuestionable y fuera de lugar el principio de buena fe. Dicho esto, los Distribuidores de Valores (DTVM) comienzan a adoptar y almacenar solo la información proporcionada por los vendedores, que en muchos casos son ocupantes ilegales y mineros ilegales. También se menciona que la Ley 12.844/2013 tiene como objetivo brindar alivio a los agricultores familiares que tuvieron pérdidas causadas por problemas en la cosecha (eventos climáticos, por ejemplo), y no ocuparse del transporte y comercialización de oro en la Amazonía, o en Tierras Indígenas (STF 2023).

Diagnóstico socioambiental

Impacto ambiental causado por el uso de mercurio en componentes bióticos (flora y fauna) y abióticos (suelo, agua y aire)

El mercurio es el tercer elemento más tóxico del planeta, según la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (Rice *et al.* 2014). Este metal se produce naturalmente en prácticamente todos los entornos geológicos y toma varias formas: elemental (o metálico), inorgánico (por ejemplo, cloruro mercúrico) y orgánico (como metilmercurio y etilmercurio) (Crespo-Lopez *et al.* 2019, Gerson *et al.* 2022). Todas estas formas de mercurio tienen diferentes toxicidades y diferentes implicaciones para los ecosistemas porque son contaminantes y bioacumulativas (ONU Medio Ambiente 2019).

El mercurio natural se introduce en el medio ambiente a través de erupciones volcánicas y emisiones de los océanos. Una vez emitido al aire, puede viajar miles de kilómetros en la atmósfera antes de ser depositado de nuevo en la tierra en forma de lluvia, lo que implica la deposición de mercurio a través de las acciones de precipitación, nieve o niebla (ONU Medio Ambiente 2019), o gas seco, que ocurre cuando las partículas de mercurio o vapor se depositan directamente en la superficie de la tierra (Steenhuisen & Wilson, 2019). La influencia antropogénica con respecto al mercurio se evidencia en la combustión estacionaria de combustibles fósiles (24%), biomasa (21%), actividades industriales (28%) y emisiones de

desechos que incluyen productos con mercurio agregado que representan aproximadamente el 7% de las emisiones globales (Evaluación Global del Mercurio 2018).

Las actividades antropógenas, como la minería, plantean un alto riesgo para el medio ambiente debido a la deforestación, la degradación de la calidad del agua y los procesos conexos de perturbación de los ecosistemas; y más aún para la salud humana debido a la contaminación de cuerpos de agua donde los microorganismos pueden convertir el mercurio en MeHg^+ , que se acumula en peces, crustáceos y animales que comen peces, incluidos los humanos. (Steenhuisen & Wilson 2019, Crespo-Lopez *et al.* 2019, ONU Medio Ambiente 2019, Basta *et al.* 2021). Estas actividades han tenido un impacto histórico en la Amazonía (Sonter 2017, Paiva 2020, Couto 2021), causando cambios intensivos en el uso de la tierra (Asner 2016) y contaminando el agua dulce con relaves mineros (Webb 2004). Además, las áreas impactadas continúan expandiéndose, llegando a abarcar áreas protegidas y no protegidas de la cuenca amazónica (Roy 2018, Ferrante 2019, Rorato 2020), haciendo que el impacto ambiental crezca desproporcionadamente y se vuelva más difícil de medir, dejando graves consecuencias e impactos negativos que no pueden ser remediados o mitigados (Tarras-Wahlberg 2000, Asner 2016).

Desde un punto de vista histórico, el mercurio ha sido ampliamente utilizado en América del Sur por los colonizadores españoles en las actividades de extracción de oro y plata. Entre 1550 y 1880, se liberaron 200.000 toneladas métricas de mercurio en el medio ambiente (Malmö 1998). A pesar de ello, se estima que aproximadamente de los tercios del mercurio presente en el medio ambiente se liberó durante el siglo XX y que la carga de mercurio dispersa hoy en día ha aumentado aproximadamente tres veces más que a principios de 1900 (ibíd.). Actualmente, el mercurio utilizado por los mineros ilegales en la Amazonía brasileña tiende a originarse clandestinamente en mercados ilegales ubicados principalmente en Bolivia. Para tener una idea de su alto uso, por cada kilogramo de oro extraído ilegalmente, se utilizan alrededor de 2.8 kilogramos de mercurio (INDAGA 2021) y se estima que la actividad minera ilegal libera, en promedio, alrededor de 24 kilogramos de mercurio por kilómetro cuadrado de área prospectada (ACTO 2018). Como señala la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) en su Análisis de diagnóstico regional transfronterizo de la cuenca amazónica de 2018, se estima que el suelo en la Amazonía brasileña recibió 2.300 toneladas de mercurio en 1994 y luego registró volúmenes de alrededor de 150 toneladas por año.

El mercurio es extremadamente volátil y, además, no se desintegra, es decir, no desaparece con el tiempo, cambia para diferentes formas químicas (Crespo-Lopez *et al.* 2019, Gerson *et al.* 2022). De hecho, la propagación del mercurio se rige por

un complejo ciclo global y transfronterizo, que afecta a la atmósfera, la hidrosfera y la geósfera (ONU Medio Ambiente 2019, Gerson *et al.* 2022). Este ciclo contaminante comienza con la separación del oro de las partículas de rocas, arena u otro material al que se asocia a través del proceso de amalgamación, y luego el mercurio es separado del oro por calentamiento en un proceso que tiene lugar al aire libre y libera vapores que generan impacto negativo directo en la salud humana de las personas que están en contacto, expresado en déficits orgánicos, neurológicos, cognitivos y psicológicos del individuo por inhalación. (Mercurio y Salud 2017). Finalmente, una vez frío, este gas puede ser transportado por aire a grandes distancias y reciclado entre los principales compartimentos ambientales, como los sedimentos lacustres y los suelos subterráneos, contaminando a los seres vivos que dependen de estos recursos (Medium de ONU Medio Ambiente 2019).

La contaminación del suelo y de los recursos hídricos son los impactos más significativos causados por la descarga incorrecta de mercurio (Calderón 2020). Como se muestra en la Figura 2(a), la actividad minera ilegal no aplica medidas de remediación o mitigación después del proceso de extracción de minerales. Estas prácticas conducen a la formación de charcos de agua y enormes extensiones de tierra contaminada con mercurio expuestas al aire libre, que, a través de la acción de microorganismos como bacterias anaeróbicas y hongos, tienen la capacidad de metilar el mercurio en ecosistemas acuáticos y terrestres (Beckers y Rinklebe 2017, ONU Medio Ambiente 2019, Crespo-López *et al.* 2021). Esta bioacumula en los seres vivos (peces, macroinvertebrados, personas, plantas, etc.), alterando la cadena alimentaria de estos ecosistemas. (Bayón 2015, Evaluación Mundial del Mercurio 2018, El Comercio 2020). Otro impacto negativo es la acumulación de material estéril a partir de residuos de roca (Figura 2b), que modifica la fisiografía del terreno y provoca cambios en el uso del suelo (Calderón 2020), alterando el hábitat y causando problemas de sedimentación en los sistemas lacustres circundantes (Cao 2020).

En ambientes acuáticos, estas condiciones a menudo incluyen condiciones anóxicas (bajo nivel de oxígeno) y un alto nivel de materia orgánica. Esta es también una condición válida para ambientes terrestres, donde la metilación puede facilitarse en áreas como humedales por la presencia de ciertas especies vegetales que favorecen la metilación microbiana (Crespo & López *et al.* 2021, Gerson *et al.* 2022).



Figura 2. Impactos de la minería ilegal en el río Tapajós y en las tierras indígenas del pueblo Munduruku. a) Piscinas de agua contaminada expuestas a lo largo del río Tapajós; b) Escombros generados por la minería aurífera y la formación de represas para acumulación sedimentaria. Foto: Adaptado de Greenpeace Brasil 2020.

Sin embargo, en los ecosistemas terrestres, este proceso generalmente no es tan problemático porque el mercurio inorgánico tiende a ser menos biodisponible en los suelos y, por lo tanto, menos disponible para la absorción por los organismos. Por el contrario, los organismos acuáticos pueden absorber diferentes formas de mercurio, principalmente a través de los alimentos (absorción indirecta), aunque también pueden hacerlo, en menor medida, directamente del agua (absorción directa) (ONU Medio Ambiente 2019). De hecho, el mercurio incorporado en los organismos se somete a un proceso de bioacumulación, un proceso a través del cual los organismos pueden absorber el contaminante más rápido que eliminarlo (Molina *et al.* 2010), se produce la biomagnificación, lo que significa que la concentración de este contaminante aumenta a medida que se mueve a un nivel trófico más alto en la cadena alimentaria (Leung *et al.* 2017, Basu *et al.* 2022). En otras palabras, a medida que aumenta el nivel trófico de la cadena alimentaria, el MeHg⁺ se acumula y se concentra en los tejidos de depredadores de nivel superior, como peces grandes y mamíferos marinos. Por lo tanto, los peces que se alimentan de otros peces y tienen una dieta carnívora pueden acumular niveles especialmente altos de MeHg en sus tejidos (Mahhaffey 1999, Leung *et al.* 2017, Basu *et al.* 2022).

Otro recurso afectado por la minería ilegal es la flora; la capacidad de absorción de Hg en los bosques tropicales perennes se ve favorecida por factores como: el índice de área foliar grande y el tiempo que las hojas permanecen en la planta (Wohlgemuth *et al.* 2020; Feinberg *et al.* 2022). Es decir, la mayor vida útil de las hojas también favorece la absorción y mayores concentraciones de Hg en la vegetación forestal de estos ecosistemas (Pleijel *et al.* 2021), lo que se traduce en

impactos en poblaciones y comunidades indígenas que dependen de la agricultura de subsistencia y del uso de productos forestales no maderables.

Además, los procesos de deforestación en estos territorios en las fases de exploración y explotación han causado la degradación y pérdida de toda la vegetación como se puede ver en la Figura 2 (a) (b), además de la alteración de los sistemas de drenaje y la destrucción del hábitat de numerosas especies de fauna asociadas a estos ecosistemas (Minam 2016). Así, la deforestación en estas zonas, que entre 2010 y 2020 creció un 495%, según un estudio realizado por la organización MapBiomias (MapBiomias 2020, Salazar 2021). El informe de MapBiomias señala que el 65% de las actividades mineras en la cuenca amazónica brasileña no son legales y que la instalación de “Garimpos” se ha quintuplicado en tierras indígenas y ha crecido un 301% en áreas de conservación. La actividad minera se extendió a un área de 6.500 hectáreas por año entre 2010 y 2020, mostrando un aumento promedio anual de 1.500 hectáreas en el período de 1985 a 2009 (MapBiomias 2020, Salazar 2021).

El territorio de los Munduruku forma parte de las 34 áreas protegidas que tienen presencia de minería ilegal en Brasil (INPE 2021) y representa el 60% de las alertas de deforestación en tierras indígenas en la Amazonía identificadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) entre enero y abril de 2020. (Instituto Igarapé 2020). Con la ayuda de imágenes satelitales se reveló que en 2021 hubo un aumento del 58% en la tasa de deforestación (INPE 2021).

Impactos en la salud humana

Desde un punto de vista histórico, el mercurio se ha utilizado durante casi 3000 años (Ye *et al.* 2016). Utilizado por los egipcios, fenicios y griegos, también tenía un significado mágico en la alquimia, donde era conocido como “el mensajero de los dioses”. Su nombre en la tabla periódica de los elementos deriva de la palabra latina *hydrargyrum* (Hg), que significa “plata líquida” (Faria 2003).

La acción tóxica del mercurio sobre la salud humana también se conoce desde hace algún tiempo. De hecho, desde el siglo XVII, la fabricación de sombreros era una ocupación notoriamente peligrosa, ya que implicaba el uso de grandes cantidades de este metal. El envenenamiento por mercurio se ha vuelto tan común entre los fabricantes de sombreros en la Gran Bretaña victoriana que se cree que Lewis Carroll tenía la enfermedad en mente cuando inventó el personaje del Sombrero Loco en “Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas”. Además, los síntomas psicóticos de la intoxicación por mercurio se han estudiado desde el siglo XVIII, cuando las drogas de mercurio comenzaron a ser ampliamente utilizadas en el tratamiento de la sífilis (Waldron 1983).

La historia del envenenamiento por mercurio tanto a pequeña como a gran escala ha sido ampliamente ilustrada por Coulter (2016). Como se mencionó históricamente, el primer caso bien documentado de envenenamiento agudo por mercurio debido al consumo de pescado contaminado ocurrió en Minamata, Japón, en 1953. La condición clínica fue reconocida oficialmente y nombrada enfermedad de Minamata en 1956. Sin embargo, muchos años después, todavía hay discusiones sobre la definición de esta enfermedad en términos de síntomas clínicos y extensión de las lesiones. En términos generales, la medición biológica (biomonitoreización) del mercurio, por ejemplo, en el cabello, la sangre, las uñas y la orina, permite cuantificar la exposición y relacionarla con posibles efectos sobre la salud.

Actualmente, la literatura sobre intoxicación y exposición al mercurio inorgánico en humanos consiste en informes de casos clínicos (Teixeira *et al.* 2018). La investigación más reciente se centra en el estudio de los efectos sobre la salud en casos de exposición crónica, de grado bajo o moderado (Ye *et al.* 2016). En este sentido, cabe señalar que todavía se están realizando numerosos estudios y que las manifestaciones clínicas del síndrome mercurial y la fisiopatología de la intoxicación por mercurio también dependen de la forma y, en algunos casos, de la vía de contaminación por la sustancia.

El metilmercurio es una molécula soluble en grasa fácilmente absorbida y bioacumulada por organismos de baja taxona (Mahhaffey 1999) y, por lo tanto, biomagnificada a lo largo de la cadena alimentaria (Basu *et al.* 2022). En la Amazonía esto representa un problema importante, ya que varias comunidades dependen de estas especies de peces como fuente de proteínas (Azevedo *et al.* 2020). La neurotoxicidad por MeHg^+ se ha documentado en varios estudios (Branco *et al.* 2021, Santos-Sacramento *et al.* 2021, Paduraru *et al.* 2022). Esta toxina puede interactuar con enzimas, funciones de la membrana celular y neuronas; causando estrés oxidativo, peroxidación lipídica y mal funcionamiento de las mitocondrias. A su vez, hace que la transmisión de sinapsis (unión entre una neurona y otra célula) no se produzca correctamente y que se interrumpa el transporte adecuado de aminoácidos en las células (Crespo-López *et al.* 2005).

En el caso del sistema reproductivo, la toxicidad del MeHg^+ puede conducir a anomalías cromosómicas (National Research Council 2000). Las altas concentraciones de MeHg^+ causan reducción del conteo de espermatozoides y atrofia de los testículos (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos 2001). En las mujeres embarazadas, el mercurio se transmite al feto a través de la placenta (National Research Council 2000), causando problemas durante el desarrollo de los órganos (Ha *et al.* 2017). Grandjean *et al.* (2010) informó problemas en los recién nacidos, como bajo peso al nacer, retraso en el desarrollo neuronal y cre-

cimiento lento de los niños en general (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos 2001). Se ha documentado una correlación positiva significativa entre las concentraciones de mercurio en el cabello de madres e hijos, transmitidas por la leche materna (Marques *et al.* 2016).

Se han observado varios síntomas de la enfermedad de Minamata en comunidades de la Amazonía, que están asociados con altos niveles de exposición al mercurio (Crespo-Lopez *et al.* 2021). Los habitantes de estas comunidades pueden consumir entre dos y seis veces los niveles máximos recomendados de MeHg⁺ (Crespo-Lopez *et al.* 2021), acumulando niveles de mercurio superiores a 6.0 µg / g, lo que se considera un riesgo para la salud (Basta *et al.* 2021).

Lacerda *et al.* (2020) determinó que los habitantes de la comunidad de Tapajós (Pará) tenían concentraciones de mercurio significativamente más altas que los mineros expuestos a vapores de mercurio en la Serra Pelada (Pará). Esto se relacionó con deficiencias en la capacidad visual en la comunidad de Tapajós. Basta *et al.* (2021) encontró cambios somatosensoriales y problemas de fluidez verbal en personas mayores de 12 años. La prevalencia fue más alta en las comunidades de Sawré Aboy y Sawré Muybu, cuyos niveles de exposición al mercurio fueron superiores a 10 µg / g (según la OMS, los niveles seguros de acumulación deben ser inferiores a 6 µg / g). Oliveira *et al.* (2021) encontró patrones similares en los habitantes de Poço Muybu a pesar de tener concentraciones de mercurio más bajas, en comparación con las comunidades antes mencionadas. Sin embargo, los niveles de población están por encima de la concentración límite segura para el organismo.

Otros síntomas documentados en comunidades amazónicas incluyen déficits motores (problemas para coordinar movimientos, por ejemplo) (Costa *et al.* 2017, Basta *et al.* 2021) y trastornos emocionales como ansiedad e insomnio (Costa *et al.* 2017). Se han detectado problemas en el desarrollo neuronal en niños, así como problemas psicomotores, alteraciones de la visión (Fillion *et al.* 2013) y dificultad para procesar y recordar información (Santos-Lima *et al.* 2020).

Impactos socioeconómicos

Además de los graves impactos en la salud humana, la minería ilegal de oro y sus efectos contaminantes alteran la vida de las comunidades que la sufren de diversas maneras. En primer lugar, es esencial reconocer la amplitud del problema que implica la constante expansión del frente minero sobre los territorios de reserva tradicionalmente ocupados por los pueblos indígenas del territorio panamazónico, especialmente los Munduruku del río Tapajós. Esta amenaza es sistemática porque Brasil forma parte de una cadena de extracción de hierro y oro

en la que el país juega un papel decisivo, ya que actualmente se encuentra entre los territorios que poseen las mayores reservas de oro del mundo, junto con otros de la cuenca amazónica, como Venezuela (Manzoli *et al.* 2021), que también concentra una gran reserva ubicada en áreas habitadas principalmente por pueblos indígenas amazónicos.

En este escenario, los pueblos indígenas experimentan las mayores externalidades del proceso extractivo en los ámbitos ecológico, cultural y económico, desde las actividades ilegales derivadas de la extracción de minerales, principalmente oro, hasta técnicas artesanales que no están reguladas por ningún tipo de legislación que contenga o controle el impacto derivado de la responsabilidad ambiental que deja esta actividad en el territorio.

En el caso de la población Munduruku y otras de la cuenca amazónica, se destacan los impactos en la concentración de bienes comunes, como la contaminación en los acuíferos, el deterioro del suelo y el impacto en la flora y fauna que a menudo consumen estos grupos. Por otro lado, la minería ilegal está desconectada del sistema tributario de los Estados porque no se declara su actividad, haciendo que el Estado asuma sus consecuencias (remediación ambiental) pero no se beneficie de sus ganancias. Según el informe de IWGIA, en la cuenca del Tapajós, territorio Munduruku, se extraen al menos "30 toneladas de oro por año: aproximadamente \$ 4,5 mil millones en ingresos no declarados, es decir, seis veces más que la actividad legal en la región" (Alcántara 2021).

En el ámbito de las comunidades indígenas, la minería opta por la generación de actos de violencia y chantaje por parte de grupos mineros en relación con sus habitantes, por la degradación del tejido comunitario indígena por los procesos de reclutamiento y presión ejercida por los mineros, ocupación y creación de núcleos externos cuyo desarrollo social se da en el marco de una dinámica urbana y ampliamente contaminante. A esto se suma el cambio en los hábitos de consumo de las comunidades con la introducción de nuevos productos nocivos para su salud y para el tejido social, como el alcohol y las drogas.

Estos impactos se desarrollan en paralelo con un contexto ecológico en gran parte contaminado por residuos químicos como el mercurio, que se propaga en el agua y los peces que consumen estas poblaciones implantadas. Al mismo tiempo, hay que agregar el desplazamiento forzado de comunidades, amenazadas por la presencia de mineros y que, al mismo tiempo, conduce a otros fenómenos como la explotación laboral de las comunidades, así como la trata y explotación sexual de niños (Matos 2016).

Un estudio realizado por la ONG Global Initiative against Transnational Organized Crime en 2016 mostró los vínculos entre la minería ilegal de oro y el crimen

organizado en países como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, México, Nicaragua, Perú y Venezuela. La investigación mostró que esta actividad contribuye a fenómenos como el financiamiento de grupos insurgentes, el lavado de dinero y la corrupción. Además, provoca el desplazamiento forzado de la población local, acelera la destrucción ambiental y promueve la explotación laboral y sexual de sus habitantes (Global Initiative Against Transnational Organized Crime 2016).

En este escenario, la minería ha contribuido a profundizar uno de los problemas fundamentales que históricamente enfrentan las comunidades indígenas amazónicas, que es la falta de demarcación de sus territorios, de lo cual se puede deducir el vacío legal que permite la apropiación, contaminación y destrucción de la vida y el medio ambiente de estas comunidades. Esta situación de abandono se radicalizó durante el período de gobierno de Jair Bolsonaro, cuya política se volvió genocida y anti indígena, promoviendo el avance de frentes extractivos en los territorios amazónicos, incluso en aquellos considerados como áreas protegidas.

Planes de acción

El desarrollo de un plan de acción requiere una buena comprensión de la realidad del sector donde se desarrollan las actividades mineras para apoyar la formulación de estrategias realistas y efectivas enmarcadas por la ley y medir el progreso en su implementación (Keane *et al.* 2023). Esto requiere la recopilación de datos sobre el uso y las prácticas de mercurio en los sitios de extracción de oro a pequeña escala (ASGM) en el terreno y a través de consultas con las partes interesadas, así como literatura confiable, información socioeconómica, de salud y ambiental, como lo demuestran O'Neill y Telmer (2017).

La información debe centrarse en datos cuantitativos sobre: la cantidad estimada de mercurio utilizado por la industria, la cantidad estimada de oro extraído; número estimado de mineros involucrados en el sector (por género), información geográfica detallada sobre la extracción de oro artesanal y en pequeña escala. Además, se recopilará información cualitativa, incluida la presencia de peores prácticas, así como diversa información ambiental, de salud y socioeconómica documentada (Keane *et al.* 2023).

Impactos ambientales

Evaluación de la importancia de los impactos

La evaluación de impacto ambiental se llevará a cabo en función de la importancia y los efectos adversos en el medio ambiente, la extensión geográfica del impacto, la duración y frecuencia, la irreversibilidad del impacto y la magnitud del

cambio de componente. La aplicación de estos criterios es subjetiva y requerirá una justificación con datos cuantitativos y cualitativos de la evaluación ambiental.

Los criterios sugeridos para evaluar la importancia del impacto en el medio ambiente serán los siguientes: fisonomía de la vegetación, área o especie protegida, importancia regional o global del recurso (flora y fauna), relación del recurso con las poblaciones locales, factores socioeconómicos. Los criterios sugeridos para evaluar el alcance geográfico del impacto en el medio ambiente estarán relacionados con si el impacto es local, regional o internacional; la duración del impacto estará vinculada a la escala temporal de la actividad, ya sea temporal, a corto plazo, a largo plazo o permanente; la frecuencia, según la velocidad a la que la actividad se produce o se repite durante un período de tiempo determinado, ya sea intermitente, estacional o constante; el riesgo, basado en la probabilidad de que ocurra el impacto: improbable o probable; reversibilidad (resiliencia) determinada por si el impacto es irreversible o si la recuperación del recurso es a corto o largo plazo; y la magnitud del cambio en el componente ambiental, ya sea pequeño, mediano o grande. Además de un plan de monitoreo permanente de la influencia del mercurio en el medio ambiente. Esta información se utilizará para proponer medidas para controlar y mitigar los impactos causados al medio ambiente.

Examen y fortalecimiento del marco reglamentario y de procedimiento

Se propone revisar la normativa y procedimientos de formalización y regularización, mediante la revisión del marco normativo y la verificación de la necesidad de actualización. Además de realizar un censo minero y actualizar el padrón para conocer la situación actual (número de mineros involucrados en el sector).

Estrategia para reducir la exposición y los riesgos al mercurio y eliminar las peores prácticas

Promover la adopción de tecnologías eficientes para la extracción y transformación de oro sin el uso de mercurio, realizando una investigación de tecnologías disponibles en el mercado que puedan ser aplicables a la realidad, transfiriendo a la comunidad el conocimiento de tecnologías aplicables, promoviendo convenios con universidades y centros de investigación para la inclusión de investigación en tecnologías alternativas al uso de mercurio. Además, capacitación e información a través del desarrollo de programas de capacitación, basados en lecciones aprendidas y casos de éxito.

Estrategia para el control del comercio y el uso ilícitos de mercurio

Fortalecer el sistema de control y monitoreo del comercio y utilización de mercurio, a través de la planificación y ejecución de operaciones de control en coordinación con las instituciones estatales competentes, para verificar el uso de mercurio.

Estrategia para la reducción de la minería ilegal

A través del aumento de las capacidades locales para prevenir y combatir la minería ilegal y la promoción de actividades productivas alternativas al desarrollo de la minería en zonas sensibles, así como la implementación de planes de intervención y alerta temprana en zonas vulnerables a la expansión de la minería ilegal.

Alimentación Humana

Las especies de peces carnívoros, al estar en la parte superior de la cadena alimentaria, tienden a acumular una mayor cantidad de mercurio en su cuerpo (Leung *et al.* 2017). Por lo tanto, es prudente evitar estas especies para el consumo humano hasta que los niveles de mercurio se consideren tolerables como alimento.

En este sentido, se propone realizar un trabajo directo con las comunidades locales en conjunto con la FUNAI para sensibilizarlas sobre el problema del mercurio y las consecuencias que esto conlleva. Se puede determinar qué especies de peces son más seguras para consumir, por ejemplo, peces herbívoros y/o detritívoros con concentraciones más bajas de mercurio. Sin embargo, la abundancia de especies acuáticas con estas características es menor. Otra medida importante sería implementar otras fuentes de proteínas. En la región amazónica existen varias especies de plantas con alto contenido proteico, como (Shanley *et al.* 2012):

- ◆ Bacuri – *Platonia insignis* Mart. 100 gramos (g) de pulpa tienen 1,9 g de proteína.
- ◆ Burití, – *Mauritia flexuosa* L.f. cuya pulpa contiene un 11% de proteína.
- ◆ Nuez de Brasil – *Bertholletia excelsa* Bonpl. cuya harina contiene hasta un 46% de proteína. La nuez puede contener de 12 a 17 por ciento de proteína, que es la mitad del contenido presente en la carne de res y el doble de calorías.
- ◆ Patauá – *Oneocarpus bataua* Mart. 100 g de aceite contienen 3,3 g de proteína, un poco más que la leche de vaca.

Esta es una estrategia de emergencia que podría reducir drásticamente la ingesta de mercurio en las comunidades indígenas. Sin embargo, deben imple-

mentarse poco a poco y sin invadir las costumbres locales, ya que son recursos naturales utilizados para su supervivencia.

Socioeconómico

Es necesario reconocer el papel fundamental que juegan las comunidades indígenas como los Munduruku en el proceso de defensa de sus espacios vitales y sus bienes para el correcto manejo, organización, delimitación y uso de sus recursos. Para ello, es necesario establecer un marco legal de reconocimiento (demarcación territorial) y consulta sobre el uso y explotación del territorio por terceros o bajo dinámicas ajenas a las tradicionales de la comunidad.

En este escenario, se presentan tres ejes fundamentales para la reconstitución del territorio y del tejido social comunitario afectado por el deterioro ecológico y espacial derivado de la actividad minera. La primera se refiere a la descontaminación de suelos y ríos que afecta a la flora y, principalmente, a la fauna (peces) de consumo, de la que deriva la intoxicación de los habitantes del territorio. En segundo lugar, la reparación económica derivada de la actividad minera que afecta directamente a las comunidades y les impide continuar con su dinámica productiva tradicional. Y, en tercer lugar, el fortalecimiento del tejido comunitario del pueblo Munbduruku y otras comunidades indígenas amazónicas y quilombolas, socialmente afectadas por el reclutamiento, la violencia y otras tácticas de disolución del núcleo comunitario en presencia de frentes extractivos como la minería aurífera.

A nivel internacional, se debe crear conciencia sobre la conciencia ecológica y la solidaridad humana que condiciona y sensibiliza el consumo de productos o bienes cuyo impacto ecológico y social está probado, como el oro y otros metales. La degradación cultural de las comunidades también debe evitarse a través de una presencia concreta de la autoridad estatal en defensa de las poblaciones indígenas, como los Munduruku y otros pueblos panamazónicos.

También es importante controlar los recursos derivados de esta actividad, evitando así la excesiva introducción de colonos vinculados o cercanos a este tipo de actividad y, así, contener la creación de centros semiurbanos o aldeas dentro del territorio amazónico que tengan un fuerte impacto social y ecológico, ya que son altamente contaminantes. También es necesario considerar el monitoreo constante de los procesos de descontaminación y reparación ecológica, donde la participación autoorganizada de los pueblos juega un papel clave.

Conclusiones

Entre las prácticas implementadas para la minería, una de las que ha causado mayor impacto es el uso de mercurio como parte intrínseca del proceso de amalgamación y posterior recuperación de oro, actividad que se practica desde hace décadas en el territorio Munduruku, amenazando sistemáticamente la salud humana y el medio ambiente. Impactos como la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de cuerpos de agua, la bioacumulación en organismos vivos y la salud humana han sido parte de la realidad de esta área. Frente a esta problemática, es necesario el protagonismo y compromiso de las instituciones del Estado con el monitoreo constante y el establecimiento de indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan el monitoreo y la evaluación, con miras a proponer estrategias que van desde la revisión y fortalecimiento del marco regulatorio y procesal, el control del comercio y el uso ilegal del mercurio, capacitación, transferencia de tecnología e inclusión social y de género.

En los últimos años, los gobiernos nacionales signatarios del Convenio de Minamata han preparado informes de "Evaluación Inicial de Minamata" para verificar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el protocolo que entró en vigor en 2017. Los resultados de estos informes son motivo de preocupación, ya que parece que los gobiernos y ministerios de salud de varios países no se han comprometido a cumplir con los acuerdos firmados. En particular, parece que muchos países no han aplicado ni la estrategia de salud pública (recopilación de datos sanitarios, formación de profesionales de la salud e iniciativas de sensibilización a través de los centros de salud) ni las estrategias para prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables.

En este escenario, se identificaron tres ejes fundamentales para resolver el problema de manera integral, enfocados tanto en el entorno ecológico como en las comunidades que lo habitan. El primero se refiere a la implementación urgente de procesos de descontaminación de ríos y suelos, a través del desarrollo de soluciones innovadoras en articulación con las propias comunidades y sus conocimientos sobre el medio ambiente. En segundo lugar, la reparación económica de las comunidades afectadas por la minería, así como la promoción de actividades productivas tradicionales que constituyan alternativas viables de supervivencia para alejar a la población de las dinámicas ilegales promovidas por la minería aurífera. Y, en tercer lugar, estrategias que tengan como objetivo recuperar y fortalecer el tejido comunitario de las comunidades indígenas y quilombolas amazónicas, limitando, a través de la intervención efectiva del Estado, el avance de los

frentes colonizadores y la penetración de actores externos en el territorio de estas comunidades.

Sin duda, estos procesos deben integrar a los líderes comunitarios de manera prominente. Con este fin, la Ley 1011 de 2023 (mencionada en el Marco Legal), trae innovaciones positivas, especialmente al señalar la necesidad de desarrollar estrategias locales, a partir de las comunidades y coordinarlas con proyectos más amplios a nivel federal y nacional (Capítulo III).

Sin embargo, estas son recomendaciones generales, porque las propuestas deben adaptarse a la realidad de los pueblos que habitan este territorio. Es evidente que la elaboración de un plan general de intervención, estudiado a gran escala, tiene sus limitaciones, ya que cada realidad empírica tiene especificidades etnográficas que deben ser consideradas en el desarrollo de soluciones concretas reales. En este sentido, la etnobiología y la etnoecología –entendidas como el estudio de los conocimientos, percepciones y prácticas de las comunidades humanas con el entorno que las rodea son herramientas analíticas indispensables para hacer efectivo cualquier plan de acción concreto.

En relación con la implementación de un plan de intervención en salud, por ejemplo, es esencial considerar los límites de la medicina, basándose en técnicas de intervención terapéutica considerando las dimensiones anatómicas-fisiológicas de cada organismo. En otras palabras, es imperativo considerar el significado que los pacientes atribuyen a sus experiencias de enfermedad. Ignorar esta dimensión puede perjudicar la propia eficacia terapéutica. La experiencia humana está simbólicamente organizada y la enfermedad misma debe ser considerada como una experiencia culturalmente formada. Para una mejor comprensión del impacto del mercurio en la salud, se describe en la Figura 3.



Figura 3 Infografía sobre el mercurio y la minería.

Agradecimientos – Los autores agradecen a los miembros de la Escuela Paulista de Ciencias Avanzadas, Amazonia Sustentable e Inclusiva.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- 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 Amazonía. 2021. Disponible em: <https://debatesindigenas.org/notas/137-dilema-colonial-de-brasil.html>. Acceso 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. Disponible em: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/tundayme-el-despojo-minero-avanza>. Acceso 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.* Mercúrio 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: **Minería 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. **Mineria 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 los autores

Diletta Accardo es Antropóloga por la Universidad de Bolonia, con maestría en Antropología Cultural y Etnolingüística por la Universidad de Venecia. Después de su maestría, realizó tres años (2018/19 y 20) de investigación independiente en varias cárceles de Bolivia, incluidas pequeñas cárceles en áreas rurales del país. Actualmente es candidata a doctora en Geografía y Ciencias Ambientales por la Universidad de Birmingham <https://orcid.org/0009-0009-8239-5117>

Fábio Marcio Alkmin es Geógrafo y tiene una maestría de la Universidad de São Paulo (USP), donde también es candidato a doctor en Geografía Humana. Su investigación se centra en temas que involucran la autonomía indígena en América Latina, con un enfoque particular en la Amazonía brasileña. <https://orcid.org/0000-0001-5115-5916>

Haru A. Garcia Meza es Ingeniera Forestal, graduada de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Perú, con maestría en Innovación agraria para el desarrollo rural en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Actualmente se desarrolla en proyectos ambientales de reforestación y forestación en empresa privada. <https://orcid.org/0000-0001-5115-5916>

Lamberto Valqui-Valqui es Ingeniero Ambiental graduado de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas/UNTRM, con una maestría en Eficiencia Energética y Sostenibilidad de la Universidad Jaume I/UJI de España y candidato a doctor en Tecnologías Industriales y Materiales de la Universidad Jaume I/UJI de España. Actualmente es investigador en el Proyecto Agricultura de Precisión del Instituto Nacional de Innovación Agraria/INIA. <https://orcid.org/0000-0002-1012-3907>

Manuel Cabrera Quezada es Ingeniero Forestal de profesión, graduado en la Universidad Nacional de Loja- Ecuador, con maestría en Administración Ambiental en la Universidad Nacional de Loja en Ecuador; doctorante en ciencias forestales en la Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca-Cuba. Docente investigador de la Universidad Estatal Amazónica Sede Sucumbíos-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-9903-3977>

Miguel Angel Urquijo Pineda, Politólogo y Antropólogo, especialista en el diseño y desarrollo de proyectos de investigación académica en el área de las ciencias sociales. Experiencia en la gestión del proceso de enseñanza aprendizaje en educación superior. Especialista en el estudio y análisis de la antropología, historia, ciencia política y realidad contemporánea latinoamericana en temas como el indigenismo, la política indigenista, la cuestión étnica, regionalismo (andinoamazónico) y generación de políticas públicas para el desarrollo de grupos marginados. <https://orcid.org/0009-0001-4933-5173>

Olga Alejandra Zamora es Bióloga graduada de la Universidad Del Valle de Guatemala (UVG). Cuenta con una maestría en Ciencias Ambientales de la Universidad de Manchester, Reino Unido y un doctorado en Conservación Genética de la Universidad Metropolitana de Manchester. Actualmente es catedrática titular en el departamento de biología en UVG y directora del Centro de Estudios en Biotecnología <https://orcid.org/0000-0001-7039-4322>

Patrick de Castro Cantuária es Biólogo graduado del Centro Universitario do Pará (CESUPA), especialista en Enseñanza de la Biología de la Facultad Única, maestría en desarrollo regional de la Universidad Federal do Amapá (UNIFAP), doctorado en biodiversidad y biotecnología de la Red BIONORTE de la Universidad Federal do Pará (UFPA), y becario postdoctoral de la Universidad Federal do Amapá (UNIFAP). Actualmente es investigador del Instituto de Pesquisas Científicas y Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), y es Subsecretario (área técnica) de la Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amapá (SEMA). <https://orcid.org/0000-0002-3676-7866>



Inclusión y diversidad cultural en la Cuenca Amazónica, del nivel local al transnacional

- ◆ Inclusión, acceso y permanencia de estudiantes indígenas en la universidad: reflexiones sobre mejoras potenciales para la Universidad Estatal de Amazonas
- ◆ La diversidad urbana en la Amazonía y las agendas globales para la sostenibilidad urbana: propuestas y desafíos para la Mesorregión de la Isla de Marajó – Pará
- ◆ Derechos territoriales y conservación de la diversidad biocultural en la Amazonía: un caso sobre demarcación y titulación de territorios indígenas y cimarrones en Brasil, Ecuador y Surinam





Inclusión, acceso y permanencia de estudiantes indígenas en la universidad: reflexiones sobre mejoras potenciales para la Universidad Estatal de 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-978-65-84811-40-9_006

RESUMEN

El objetivo central de este trabajo es proporcionar una visión general del estado actual, los desafíos y las posibles soluciones en relación con la inclusión, el acceso y la permanencia de los estudiantes indígenas en las universidades brasileñas. A través de una revisión integradora, se recogieron datos relacionados con la perspectiva de los estudiantes universitarios indígenas en relación con el tema. Debido a la relevancia del estado de Amazonas por concentrar la mayor diversidad de etnias indígenas (63) en Brasil, seleccionamos la Universidad Estadual de Amazonas (UEA) como recorte del trabajo. Los resultados fueron organizados en cinco categorías: (i) Acceso a la universidad; (ii) Permanencia; (iii) Discriminación de estudiantes indígenas en el ambiente universitario; (iv) Conocimiento indígena y tradicional en el contexto universitario; (v) Reivindicaciones del Movimiento de Estudiantes Indígenas de Amazonas (MEIAM) para la inclusión, acceso y permanencia en la UEA. Creemos que este trabajo tiene el potencial de contribuir a las reflexiones y acciones de individuos y grupos comprometidos con garantizar la inclusión, el acceso y la permanencia de los indígenas en las universidades brasileñas. Nuestro público objetivo son los tomadores de decisiones en las universidades brasileñas, especialmente en la UEA, específicamente aquellos que trabajan en los siguientes departamentos de la institución: Decano de Administración, Decano de Extensión y Asuntos Comunitarios, Decano de Educación de Pregrado, Decano de Internalización, Decano de Investigación y Posgrado y Decano de Planificación. Con el fin de llegar a un público más amplio, también elaboramos como producto un dibujo animado en el que se analiza el problema.

Palabras clave: Educación indígena, inclusión, permanencia.

Introducción

¿Alguna vez te has detenido a reflexionar sobre el acceso de las personas a la universidad? ¿Crees que todos los brasileños y brasileñas tienen las mismas condiciones para ingresar y permanecer en la educación superior? ¿Qué pasa por tu mente cuando miras la caricatura?



Figura 1 Caricatura: Universidad y pueblos indígenas (Albuquerque 2023).

En la caricatura tenemos a una representante de los pueblos originarios, una mujer, remando hacia la universidad y encontrándose con una institución rodeada por muros. Esto demuestra que a pesar de los esfuerzos en el camino, como los relacionados con la alfabetización y la educación básica, mudarse a otra ciudad, sumergirse en otra cultura, alejarse de la familia, no siempre es suficiente cuando una persona indígena busca ingresar a la educación superior. Los pueblos originarios encuentran diversos obstáculos relacionados con la inclusión, el acceso y la permanencia en la educación superior lo que termina por segregar a estos grupos dentro de las universidades.

Según datos del Censo de 2010, hay aproximadamente 896.917 indígenas que residen en todo el territorio nacional, tanto en áreas urbanas (324.834) como en áreas rurales (572.083) (IBGE, 2010). Hay 274 lenguas indígenas pertenecientes a 305 grupos étnicos diferentes que representan la diversidad cultural

en Brasil (IBGE, 2010). Las organizaciones sociales, costumbres, lenguas, creencias, tradiciones, tierras y territorios de estos pueblos están respaldados por la Constitución brasileña (art. 231, CRFB/88), así como el derecho a la educación, que tiene por objeto el pleno desarrollo de la persona, su preparación para el ejercicio de la ciudadanía y su calificación para el trabajo (Art. 205, CRFB/88). La legislación infraconstitucional, como la Ley de Lineamientos y Bases de la Educación Nacional (LDB) y el Plan Nacional de Educación (PNE), son instrumentos que abordan los derechos de los pueblos indígenas a la educación superior. En 2009, solo 8.411 indígenas habían ingresado a las universidades brasileñas, pero en 2019 ese número aumentó a 72.086, lo que representa un aumento de más del 757% (INEP, 2020). Aunque hay un número creciente de matrículas, este porcentaje aún puede considerarse pequeño en comparación con el número de indígenas en Brasil. Las políticas que implementan la inclusión, acceso y permanencia de estudiantes indígenas en la educación superior pública son aún incipientes y carecen de diagnósticos sobre su efectividad.

La lógica de la cultura occidental moderna, que se estableció en Brasil con la colonización, jerarquiza los sistemas de aprendizaje escolar (basados en la ciencia) y desplaza el conocimiento no académico, tradicional e indígena a un lugar de devaluación (Machado & Beltrão 2018; Baniwa 2019). El saber académico está mayoritariamente inmerso en una lógica estructurada en el "monocultivo del saber y el rigor del saber", que valora el saber académico e invisibiliza otros saberes, como es el caso del saber tradicional (Santos 2007). De esta manera, solo se valoran los conocimientos adquiridos en el aula, lo que contrasta con los saberes indígenas y tradicionales, donde los aprendizajes comúnmente se adquieren a través de tareas cotidianas en un contexto cultural específico (Machado & Beltrão 2018). La reproducción de estos sistemas por parte de las universidades se da en las más variadas formas estructurales de estas instituciones. Desde el supuesto de que la única lógica existente se basa en la razón de una cosmovisión occidental, pasando por la escritura como forma prioritaria del lenguaje. En cambio, una de las principales características del saber de los pueblos indígenas es la diversidad de lenguas, cosmovisiones, modos de vida y territorios. Este conocimiento es único y la mayoría de las veces se comparte de forma oral y práctica (Toledo & Barrera-Bassols 2008; Machado & Beltrão 2018).

En el Bioma Amazónico, los conocimientos tradicionales e indígenas son de especial relevancia para la conservación de la región, para el mantenimiento de la socio-biodiversidad y beneficios materiales (como regulación del clima planetario, mantenimiento de reservas de carbono, biodiversidad) e inmateriales (como cosmovisiones, creencias, símbolos de una diversidad de pueblos) que la diversidad

genera para la calidad de vida (BPBES 2018; SPA 2021). Históricamente, los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas, sus territorios y su población se han visto afectados por diferentes conflictos que continúan al día de hoy: primero por la colonización, seguido por el cientificismo y la persecución espiritual, y más recientemente por el capitalismo global, así como por los paradigmas de desarrollo y conservación (Gómez-Baggethun 2021). Actualmente, las diferencias entre los saberes académicos y las formas de ver y habitar el mundo de los pueblos indígenas nos hacen reflexionar sobre la importancia de que la universidad dialogue con los diferentes sistemas de saberes para la inclusión de los pueblos indígenas, y genere nuevos saberes capaces de abordar con los problemas contemporáneos, como la crisis climática. El desafío de las universidades brasileñas es “permitir la circulación y validación de otros saberes, a partir de otras bases cosmológicas, filosóficas y epistemológicas” (Baniwa 2013, p. 2).

Por lo tanto, con este trabajo, pretendemos proporcionar una visión general del estado actual, los desafíos y las posibles soluciones relacionadas con la inclusión, el acceso y la permanencia de estudiantes indígenas en las universidades brasileñas. Nuestro trabajo se centra en el contexto brasileño, y utilizamos el ejemplo de la Universidad del Estado de Amazonas (UEA) como punto focal para la articulación empírica de cómo estos desafíos existen en la realidad y cuáles son los caminos potenciales para soluciones que se centren en los Experiencias vividas, percepciones y demandas de estudiantes indígenas. Específicamente, las preguntas detonantes que guían este trabajo son: (i) ¿Cuál es el escenario actual de inclusión, acceso y permanencia de los pueblos indígenas en la Universidad del Estado de Amazonas (UEA)? (ii) ¿Cómo puede la UEA mejorar sus estrategias de inclusión, acceso y permanencia indígena en la educación superior? Para fundamentar nuestras contribuciones, también utilizamos experiencias de otras universidades y países de América Latina para discutir el problema.

Es importante resaltar que los autores de este trabajo somos investigadores de diferentes áreas del conocimiento y no somos indígenas. Nos motiva dialogar sobre el tema por nuestra sensibilidad ante la situación de los pueblos originarios en el acceso y permanencia en la Universidad (Cuadro 1). Aquí presentamos una breve revisión que no pretende agotar el enfoque ni el diálogo, sino abonar al tema con una perspectiva entre muchas otras posibles. Reconocemos la importancia y la necesidad de replantear las formas de producción del conocimiento científico y la estructura de las universidades, con el fin de ampliar la inclusión, el acceso y la permanencia de los estudiantes indígenas que deseen cursar estudios superiores. Además, creemos que el conocimiento científico académico puede fortalecerse acercándose al conocimiento de los pueblos indígenas.

Cuadro 1 – Declaración de posicionalidad del grupo de coautores

Somos un grupo de investigadores e investigadoras latinas (Brasil y México) que desarrollamos actividades de investigación, docencia y extensión en la Amazonía brasileña. Somos estudiantes de doctorado, estudiantes de posdoctorado, maestros de escuela primaria y profesores universitarios que trabajan en una variedad de disciplinas, que incluyen educación ambiental, derecho, comunicación, sustentabilidad, ecología, ciencia de la sustentabilidad y antropología. Somos un grupo de personas no indígenas con experiencia trabajando en alianza con pueblos indígenas. Nuestro interés en el tema de inclusión, acceso y permanencia de los estudiantes indígenas surge de nuestra experiencia en la educación universitaria, en la que observamos una subrepresentación de los estudiantes indígenas en las instituciones en las que estamos afiliados. Específicamente, dos coautores son profesores universitarios que trabajan directamente con estudiantes y movimientos indígenas en la Universidad de Estônia, Estado de Amazonas y la Universidad Federal de Rondônia.

Método

Una revisión tiene como objetivo sintetizar la información y el conocimiento que ya existe sobre un tema determinado (Toronto 2020). Existen varios tipos de revisión (Grant & Booth 2009), siendo las más comunes la narrativa, la sistemática y la integradora (Whittemore *et al.* 2014). En este trabajo, utilizamos una revisión integradora para describir una visión general del tema, utilizando preguntas de investigación como directrices para nuestras búsquedas. La revisión integradora permite una comprensión más amplia de un tema (Broome 1993), ya que el método permite la identificación de diferentes tipos de materiales (Soares *et al.* 2014). La muestra puede consistir en conocimiento empírico y/o científico, en este estudio se utilizaron cartas, videos, entrevistas y artículos científicos.

Este tipo de metodología se puede poner en práctica a partir de seis fases (Souza *et al.* 2010; Whittemore & Knafel 2005):

1. **Pregunta guía.** En este paso se define el problema de investigación y el objetivo. Las preguntas desencadenantes en nuestro caso fueron: (i) ¿Cuál es el escenario actual de inclusión, acceso y permanencia de los pueblos indígenas en la UEA? (ii) ¿Cómo puede la Universidad del Estado de Amazonas mejorar sus estrategias de inclusión, acceso y permanencia indígena en la educación superior?
2. **Muestra de literatura.** En este segundo momento, se detallan los tipos de datos, así como los criterios de inclusión y exclusión de materiales de

referencia. Para tener una visión holística del tema propuesto, se realizaron búsquedas en las plataformas Google y Google Scholar enfocándose en las palabras clave “estudiante”, “indígena”, “universidad” y “Universidad del Estado de Amazonas”. Las palabras se han utilizado de tal manera que permiten variaciones (por ejemplo, versiones en singular y plural de la misma palabra). A partir de los trabajos encontrados, también realizamos un muestreo de bola de nieve: si las fuentes encontradas citaban otros trabajos que juzgamos relevantes, también los incluimos en la muestra. Las búsquedas no se centraron únicamente en fuentes académicas, pues por la temática definida, los discursos indígenas son fundamentales. En vista de ello, también se consideraron como fuentes como entrevistas, cartas y videos disponibles en la plataforma YouTube de autoría o con la participación de estudiantes indígenas, así como una búsqueda en las fuentes de datos de la UEA disponibles en el sitio web oficial. Específicamente para encontrar noticias sobre el tema se consultó el portal de periodismo *Amazônia Real* (Lima 2019).

3. **Recolección de datos.** En posesión del material, la tercera etapa comprende la selección de la información relevante. En el presente caso, nos enfocamos en información y datos sobre el acceso y permanencia de indígenas en las universidades, testimonios de indígenas con sus preocupaciones sobre su condición en la educación superior y casos de éxito de indígenas en la universidad en el contexto latinoamericano. Se seleccionaron documentos para inclusión y exclusión de la recopilación de datos con el criterio de que contuvieran discursos directos de pueblos indígenas (Mendes *et al.* 2008).
4. **Análisis crítico.** En esta etapa, los datos recopilados se sintetizan y analizan críticamente. Los resultados se agruparon en 5 categorías: (i) Acceso a la universidad; (ii) Permanencia; (iii) Discriminación de estudiantes indígenas en el ámbito universitario; (iv) Conocimientos indígenas y tradicionales en el contexto universitario; (v) Reclamos del Movimiento de Estudiantes Indígenas de Amazonas (MEIAM) para su inclusión, acceso y permanencia en la UEA. Las categorías fueron creadas después de una lectura fluctuante de los resultados recogidos y la identificación de temas emergentes.
5. **Discusión de resultados.** En esta etapa se problematiza la información encontrada. En el presente estudio se identifican brechas y se esbozan propuestas de mejora para la construcción de una educación superior más inclusiva para los pueblos indígenas. A eso se suma una discusión guiada por la identificación de similitudes y diferencias de la UEA en

relación a otras universidades latinas y brasileñas, además de tener en cuenta ciertas políticas educativas.

6. **Presentación de la revisión integradora.** Finalmente, la sexta etapa comprende la difusión de los resultados de la investigación. Un resumen de lo identificado y las propuestas sugeridas se resumen en este texto y en una viñeta (que utiliza el dibujo como lenguaje global y tiene un atractivo crítico) (SILVA, 2008). Ambos recursos de comunicación tienen el potencial de generar movilización social a favor de mejorar la educación superior indígena.

1. Área de estudio - La Universidad del Estado de Amazonas (UEA): desafíos relacionados con la inclusión, el acceso y la permanencia que enfrentan los estudiantes indígenas

La Universidad del Estado de Amazonas (UEA) inició sus actividades académicas en 2001. Como universidad pública estatal, la UEA es mantenida por el gobierno del estado de Amazonas y se financia a través de un sistema vinculado a la facturación del Polo Industrial de Manaus (también conocida como Zona Franca de Manaus). Actualmente, cuenta con alrededor de 25.000 estudiantes (pregrado y posgrado), ofreciendo 286 cursos de pregrado, 64 cursos de especialización, 15 cursos de maestría y 5 cursos de doctorado. La UEA es la universidad multicampus más grande de Brasil, con unidades distribuidas en varios municipios del estado (Figura 2). Es posible observar el papel relevante de la UEA en la internalización de la educación superior en Amazonas. Según Sabino *et al.* (2022), la llegada de UEA a varias localidades estimuló el desarrollo intelectual y socioeconómico, además de propiciar una ampliación de horizontes de la población.

El proceso de interiorización implicó también la adopción de múltiples estrategias didácticas. Costa y Oliveira (2011) describen las modalidades de enseñanza adoptadas por la UEA, incluyendo la enseñanza tradicional presencial; el sistema modular de enseñanza presencial, en el que los docentes se desplazan a los municipios para cumplir con su carga horaria en determinados meses del año; y el sistema de enseñanza presencial mediado por tecnología, en el que las clases se transmiten en vivo vía satélite a varios municipios, y cada aula tiene un profesor asistente presente. La aplicación de diferentes estrategias para ampliar el alcance del acceso a la educación superior demuestra cómo la UEA "transformó el estado de Amazonas en una gran aula" (Costa & Oliveira 2011, p. 40). De esta forma, es posible advertir el papel relevante de la universidad para el estado de Amazonas en su conjunto.

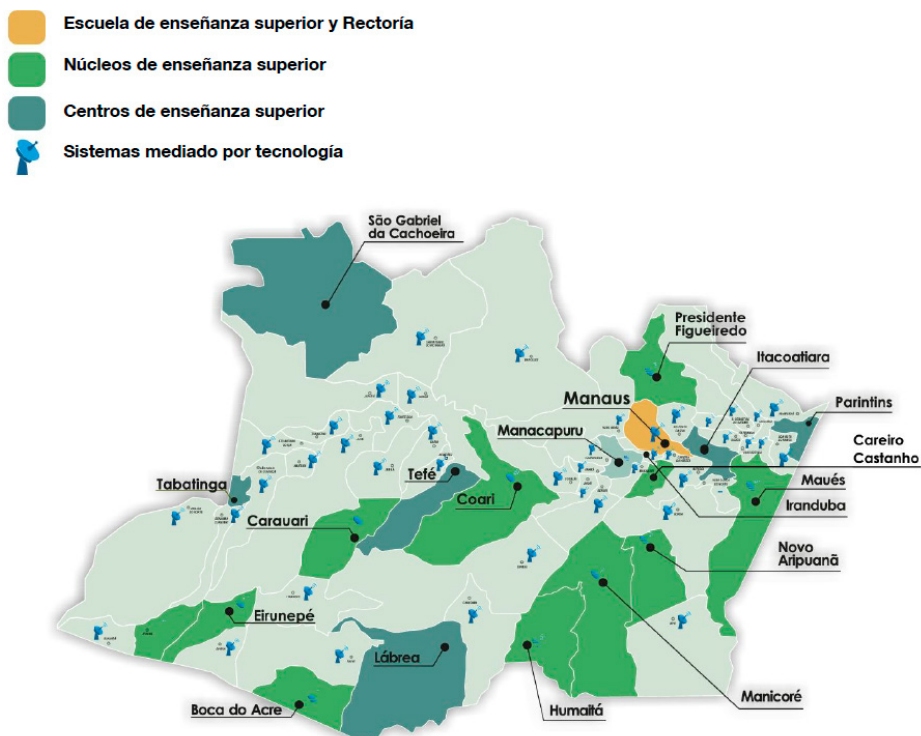


Figura 2 Alcance de la Universidad del Estado de Amazonas (UEA) en el estado de Amazonas, Brasil. La UEA cuenta con diferentes unidades e infraestructuras (escuelas, núcleos, centros y sistemas mediados por tecnología) y modelos de enseñanza, investigación y extensión en diferentes ciudades amazónicas. *Fuente:* Manual del estudiante de la UEA (2020).

La UEA tiene como misión “promover la educación, construir conocimiento científico y fomentar la innovación tecnológica para atender las demandas e integrarse a la sociedad con el fin de superar el desafío de desarrollar la Amazonía con sustentabilidad”, basada en los valores de respeto, justicia, libertad, innovación, responsabilidad social, ciudadanía, valoración de empleados, docentes y empleados (UEA, 2020). Así, inferimos que la misión de la UEA pasa necesariamente por la inclusión y valorización de los saberes tradicionales, asociados al acceso y permanencia de los estudiantes indígenas en la universidad. Cabe mencionar que, si bien nuestro trabajo se enfoca en los estudiantes indígenas, esta misión también involucra la presencia e inclusión de profesores y empleados indígenas en la universidad. En otras universidades, profesores indígenas como Gilson Ipaxi’awyga Tapirapé de la Universidad Federal de Goiás (UFG), Gersem José dos Santos Luciano Baniwa de la Universidad Federal de Amazonas

(UFAM) y Almiros Martins Machado de la Universidad Federal de Pará (UFPA), son algunos líderes que actúan en la interfaz entre el conocimiento indígena y el académico. Por tanto, entendemos la relación entre los pueblos indígenas y la universidad como una vía de doble sentido en la que ambos pueden beneficiarse, generando cambios positivos para la educación y para la sociedad en su conjunto. Un reportaje de Lima (2019), publicado en el portal de periodismo de investigación *Amazônia Real*, ejemplifica el significado de la universidad para un estudiante indígena de la UEA:

“Cuando entramos a una universidad pública, no entramos solos. No es un individuo, es un colectivo, es un pueblo. Estamos representando, además del ser individual, la familia, nuestro clan, nuestra etnia, nuestra gente y el lugar de donde venimos. Entonces, esperan esto de nosotros, esperan este regreso. La familia apoya este tema de tener un familiar en la universidad. Es gratificante”. (Estudiante universitario indígena entrevistado por Lima 2019)

Baniwa (2013) refuerza el desafío del ingreso individual a la universidad cuando los sistemas culturales y los derechos indígenas se basan en una perspectiva colectiva, como lo señala el estudiante universitario antes mencionado. Sin embargo, se destaca en este momento que el impacto social del ingreso de un estudiante indígena es alto debido a su representatividad ante su pueblo.

Partiendo de la premisa de que la UEA es un agente de cambio positivo en el estado de Amazonas, pero que aún tiene varios desafíos por superar para la valorización efectiva de los conocimientos tradicionales y la inclusión de los estudiantes indígenas, exploramos en los siguientes apartados (resultados y discusiones) un panorama de la situación actual de los estudiantes indígenas, centrándose en los principales desafíos. A partir de la identificación y discusión de los desafíos, proponemos posibles estrategias, inspiradas en casos de éxito surgidos de otras experiencias reportadas en la literatura, como posibles soluciones para algunos de los problemas identificados.

Resultados y discusión

2. Acceso a la universidad

El estado de Amazonas es el estado con mayor población indígena de Brasil. Según el censo de 2010, más de 180.000 indígenas viven en el estado, lo que representa alrededor del 20% de la población total del país (IBGE, 2010).

Aunque la UEA fue creada en 2001, el primer registro de estudiantes indígenas matriculados se dio en 2006. Ese año, tres estudiantes indígenas se matricularon en la universidad. Es posible que este hecho esté asociado a la sanción de la Ley N° 2.894 en 2004, también conocida como “Ley de Cuotas UEA”. Esta ley estatal establece los lineamientos para la oferta de vacantes en los exámenes de ingreso a la universidad por parte de la UEA y establece que el porcentaje de vacantes ofertadas a estudiantes indígenas debe ser por lo menos igual al porcentaje de población indígena en el estado. La Ley de Cuotas de la UEA establece diez grupos de acceso diferentes en función de criterios de escolaridad pública, territoriales y étnicos, siendo el grupo 10 relacionado con los indígenas. Además de la provisión de vacantes, la ley también establece que la universidad debe “ofrecer cursos de graduación específicos para la población indígena, estableciendo el necesario diálogo intercultural y favoreciendo las regiones con mayor concentración de estos pueblos” (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO AMAZONAS 2004). Vale la pena mencionar preguntas sobre la asignación de vacantes según el porcentaje de población. Por ejemplo, Baniwa (2013) propone que tal criterio se base en “la existencia sociocultural y la contribución histórica a la formación del Estado brasileño” (p.3). Así, el autor sugiere que, cuando la cuota indígena se considere inviable debido al bajo coeficiente demográfico en un determinado estado o región, se debe asignar una cuota mínima de una vacante a los pueblos existentes en esos estados.

El ingreso a la UEA se realiza mayoritariamente a través del tradicional examen de ingreso, que se aplica anualmente en todas las ciudades del estado. La otra vía de ingreso es el Sistema de Ingreso Serial (SIS), en el cual los estudiantes de secundaria toman exámenes anuales durante los tres años de escolaridad y se evalúa su desempeño en relación a cada serie. En menor medida, también es posible el ingreso por transferencia interna o desde otras instituciones educativas (UEA 2020).

El artículo 5, § 2, de la Ley de Cuotas de la UEA establece que el proceso de selección para cubrir las vacantes de estudiantes indígenas es establecido por la propia UEA. Sin embargo, la Universidad no cuenta con sistemas de admisión alternativos enfocados a estos estudiantes. Otras universidades brasileñas adoptan el examen de ingreso indígena. En el estado de São Paulo, por ejemplo, la Universidad Federal de São Carlos (UFSCar) y la Universidad Estadual de Campinas (Unicamp) tienen un examen de ingreso indígena unificado, que consiste en una prueba especialmente dirigida a estos estudiantes y que se aplica en municipios con una población notable indígena, incluyendo ciudades de la Amazonía, como São Gabriel da Cachoeira, Tabatinga y Manaus (Sangion 2022). Otro

ejemplo es el Vestibular dos Povos Indígenas en Paraná, un proceso de selección que abarca ocho universidades públicas del estado y selecciona exclusivamente estudiantes de comunidades indígenas ubicadas en Paraná (UNESPAR 2022). La demanda por la adopción de un vestibular dirigido a indígenas es compartida por un estudiante indígena entrevistado por Estácio (2011):

“El ingreso debería suceder de manera diferente a como lo hace hoy. Y eso lo tiene que pensar la Universidad (UEA). Incluyendo tomar la prueba (o incluso el Examen de Ingreso) en una lengua indígena. Porque muchos entienden sus idiomas incluso mejor que el portugués. Sería interesante tener esta opción que hoy no tenemos” (Estudiante universitario indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 151).

Según el sitio web oficial de la UEA, la institución ofrece dos cursos con enfoque indígena, en formato de oferta especial, creados para atender una demanda específica, ellos son: (i) Licenciatura para Maestros Indígenas de Alto Solimões con siete titulaciones (Lengua Indígena Ticuna, Portugués y Literatura y Español; Lengua Indígena Kokama, Lengua Portuguesa y Literatura y Español; Artes y Educación Física, Biología y Química; Física y Matemáticas; Historia y Geografía; Antropología, Sociología y Filosofía); y (ii) Pedagogía - Licenciatura Indígena Intercultural.

La Carrera de Profesores Indígenas de Alto Solimões comenzó en 2009 y se centró en los últimos años de la Enseñanza Básica y Media, con el objetivo de formar profesionales que actúen tanto en la enseñanza como en la gestión escolar de la educación indígena en los municipios de Tabatinga, Benjamim Constant, Atalaia do Norte, Santo Antônio do Içá, Amaturá, São Paulo de Olivença y Tonantins. Este curso fue creado con el apoyo del Programa de Formación de Maestros Indígenas (Proind).

El curso de Pedagogía Indígena Intercultural tiene como objetivo la formación de docentes para trabajar en Educación Infantil, primeros años de Educación Básica y gestión escolar. El curso se ofrece en la modalidad modular presencial, caracterizado por el desplazamiento de profesores a los municipios para cumplir con la carga horaria de la disciplina, así como interacciones mediadas por tecnología. El curso se ofreció a través del Plan Nacional de Formación de Profesores de Educación Básica (Parfor), que es un plan de formación docente de emergencia financiado por la Capes (Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior), en 2014.

El 30/06/2023, se publicó en el sitio web de la UEA el aviso público 079/2023, para el Curso de Licenciatura Indígena Intercultural, dirigido exclusivamente a indígenas, a realizarse en las siguientes localidades: en Boca do Acre en el Núcleo de Ensino Superior de Boca do Acre - NESBCA/UEA, atendiendo a los municipios de Boca do Acre y Pauini; en Parintins, en el Centro de Estudios Superiores de Parintins – CESP/UE, atendiendo a los municipios de Parintins, Barreirinha, Itacoatiara, Maués y Nhamundá; y en Tefé, en el Centro de Estudios Superiores de Tefé – CEST/UEA, atendiendo a los municipios de Tefé, Marãã, Alvarães, Uarini, Japurá y Juruá. Cabe señalar que la selección se realizará a través del análisis curricular. El Curso es el resultado de una alianza con la Secretaría de Estado de Educación y Deportes (Seduc – AM) y diferentes movimientos indígenas.

A pesar de los esfuerzos antes mencionados, la cantidad de estudiantes indígenas en la UEA es aún pequeña en comparación con la cantidad de estudiantes en la UEA (Figura 3A). Es posible notar que para el año 2021 se cubrieron 2444 vacantes a través del examen de ingreso en su conjunto, pero solo 69 (2.8%) de estas vacantes fueron ocupadas por estudiantes indígenas (Figura 3A). Sin embargo, la cobertura de la vacante se refiere exclusivamente a la aprobación del examen de ingreso, y no está vinculada a la inscripción. Por ejemplo, analizando el año 2006, se ofrecieron 173 cupos exclusivos para indígenas, se cubrieron 88, pero solo se inscribieron 3 indígenas (Figura 3A, 3B). Aun así con la matrícula completada, el porcentaje de deserción de los estudiantes indígenas por retiro o abandono del curso suma el 37,5% de las vacantes cubiertas entre el período 2013 y 2021 (Gráfico 3C). También se destaca que los primeros estudiantes indígenas se matricularon en 2006, pero los primeros egresados se dieron recién en 2014. Resaltamos que los datos sobre despido por abandono o evasión por retiro se presentan aquí de manera inédita, ya que no están disponibles públicamente (Figura 3C). El presente estudio obtuvo acceso a los datos a través de un proceso oficial de solicitud de datos a través de la UEA (Proceso No. 01.02.011304.005260/2023-66).

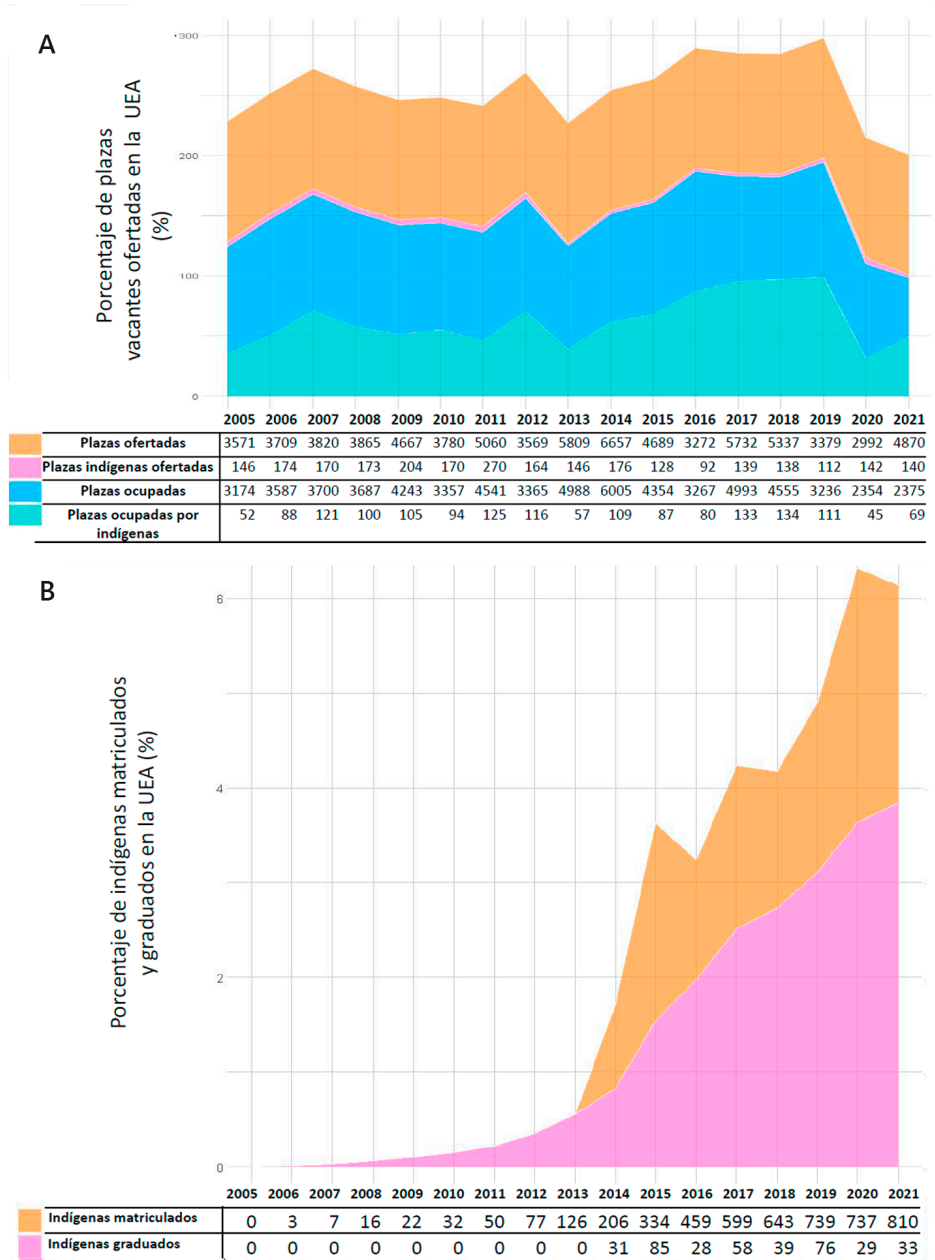


Figura 3 Porcentaje de vacantes en la Universidad Estatal de Amazonas comparando estudiantes indígenas y no indígenas. A) Porcentaje de vacantes ofertadas a indígenas y vacantes ocupadas por indígenas en relación al total de vacantes ofertadas; B) Porcentaje de vacantes de matriculados y egresados indígenas en relación al total de matriculados y egresados en su conjunto en la universidad. (Continúa).

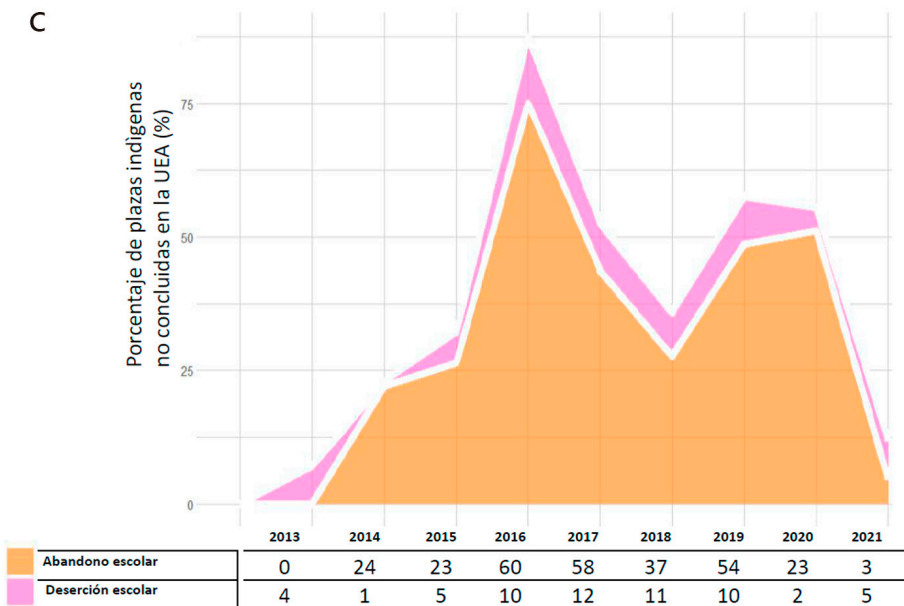


Figura 3 (Continuación.) C) Porcentaje de evasión de estudiantes indígenas por abandono y deserción con relación al total de estudiantes indígenas matriculados en la universidad. Las tablas representan el número absoluto de vacantes ofertadas, graduadas y matriculadas en la Universidad Estatal de Amazonas. (Fuente: UEA en números, 2022; Proceso interno N° 01.02.011304.005260/2023-66).

Entre los desafíos relacionados con la matrícula, se encuentran los procesos burocráticos existentes en la universidad. En la UEA, la inscripción está vinculada a la presentación del Registro Administrativo de Nacimientos y Defunciones de Indios (RANI), documento emitido por la Funai (Estácio 2015). Este requisito está relacionado con la “Lei de Quotas da UEA” que establece como indígenas sólo a aquellos que son formalmente reconocidos por instituciones formales. Este proceso reafirma una relación de “tutela” entre el Estado y las comunidades indígenas, caracterizándose como una práctica de raíz colonial que suma barreras para el acceso a la universidad (Estácio 2015; Machado 2017). Esta perspectiva es corroborada por el siguiente testimonio de un estudiante indígena:

“Siempre he sido indio, pero cuando solicité el examen de ingreso a la UEA y me aprobaron, entonces tuve que registrarme en la Funai, que es lo que exige la UEA. Pero indio, siempre lo he sido. No fue el registro de la Funai lo que me hizo indio. Porque, como dije, yo ya era indio, siempre lo he sido, desde que nací” (Estudiante universitario indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 155).

Cabe señalar que para la inscripción a la Licenciatura Indígena Intercultural se requiere la RANI o Declaración de la Comunidad Indígena sobre la condición étnica del candidato, que asegure su pertenencia al pueblo, firmada por dos representantes de la comunidad (cacique (as), ancianos (as), entre otros líderes de comunidades indígenas), con número de cédula y domicilio (punto 5.1.3 y 5.1.4 del aviso público 79/2023). La creación de cursos específicos para la población indígena avanza en varios temas y es el resultado de la lucha y presión social de los movimientos indígenas con el poder público. En comunicación personal con el coordinador de la Licenciatura Indígena Intercultural (convocatoria 079/2023), resaltó la importancia y el involucramiento del Movimiento Indígena en todo el proceso de negociación y creación de la carrera, acercando las demandas de cada territorio y proponiendo la creación de instrumentos que fomenten la permanencia, como frecuencia de clases, ubicación de clases y becas. Se destaca, por tanto, que el ingreso a la universidad es solo el primer paso: luego viene el desafío de la permanencia y culminación de la carrera, como lo señalan los datos sobre el alto grado de deserción (Gráfico 3C).

2.1 Permanencia

Baniwa (2013) destaca la importancia de ampliar los conceptos de políticas afirmativas, superando la perspectiva de entrada y proponiendo acciones para una permanencia efectiva, ya que la ausencia de políticas de permanencia ensancha el abismo sociocultural (Machado 2007). De esta manera, luego de ingresar a la universidad, los desafíos de los indígenas cambian, pero continúan. Las entrevistas realizadas por Estácio (2015) ejemplifican la realidad de los estudiantes. En uno de los informes se describe la siguiente situación:

“Las cuotas de la UEA solo favorecen la entrada, y luego logras quedarte. No tiene soporte en absoluto. No hay seguimiento. Nadie viene preguntando: ¿Cómo te va? ¿Cómo va la enseñanza? ¿Cuáles son tus dificultades? No tiene nada de eso. Cuando tuve dificultades económicas, porque no tenía dinero para el transporte, para las fotocopias, entonces tuve que dejar de estudiar. Eso es porque nadie me ayudó, ni la Funai ni la UEA. Mi esposo también estaba estudiando, así que decidí parar por un tiempo para que pudiera terminar sus estudios. Pero ahora vuelvo a estudiar, y no importa el tiempo, pero voy a terminar esta universidad”. (Estudiante universitario indígena entrevistado por Estácio 2015, p. 7-8)

Este discurso destaca dos desafíos principales de la permanencia: la falta de recursos financieros, y la falta de seguimiento pedagógico y psicológico del estudiante por parte de la universidad, señalados también por Baniwa (2013) y Luciano & Amaral (2021) como centrales para la permanencia.

La UEA cuenta con un Programa de Atención al Estudiante que involucra seis modalidades: Student House (alojamiento para estudiantes); Asistencia de transporte; Asistencia Material (didáctica/pedagógica); Asistencia Socioeconómica; Alimentación (restaurantes universitarios); Asistencia para el cuidado de niños. Además, existe el Espacio de Atención Psicosocial (EPSICO) que se enfoca en la salud psicológica de los estudiantes universitarios. Sin embargo, no identificamos programas dirigidos a indígenas, con profesionales calificados para trabajar con este público. La falta de recursos, apoyo y seguimiento se suma a los desafíos relacionados con las diferencias culturales, como lo describe uno de los estudiantes a continuación:

"Vengo del campo y no tengo familia aquí en la ciudad (Manaus). Es más, no sabía que necesitabas dinero aquí todos los días. Hasta para ir a estudiar, para pagar el autobús. Así que tuve que trabajar para poder vivir aquí y mi horario de trabajo es el mismo que mi curso. Entonces, entre trabajar y estudiar, tenía, o sea, tengo que trabajar". (Estudiante universitario indígena entrevistado por Estácio 2015, p. 7)

El relato anterior ejemplifica cómo la falta de recursos económicos y materiales, junto con las especificidades culturales de la forma de vida urbana, influyen en la permanencia de los estudiantes indígenas en la universidad. En muchos casos, los desafíos que enfrentan son tales que resultan en abandono, evasión y/o retraimiento (Machado 2007; Baniwa 2013; MEIAM 2019; Luciano et. al 2021). Si bien el problema es sistémico y persistente, algunas iniciativas ilustran mecanismos institucionales que permiten brindar un mayor apoyo a la permanencia de estudiantes indígenas en la educación superior.

En las universidades de Paraná, después de ingresar a la educación superior a través del Exámen de los pueblos indígenas de Paraná, el estudiante es monitoreado por la "Comisión Universitaria de los Pueblos Indígenas" (CUIA) (Krainski et al., 2022), que tiene como objetivo desarrollar acciones integradas que contribuyan al acceso, permanencia y culminación de los cursos de pregrado. Krainski et al. (2022) señala que la comisión contribuye a la inclusión, seguimiento y permanencia, a través de acciones de visibilización de los estudiantes indígenas en la universidad, así como otorgando becas.

En febrero de 2023, la Universidad Estatal de Campinas, en respuesta a una demanda y movilización del Colectivo Indígena Unicamp, anunció la creación de una mesa de trabajo para mejorar las medidas de acceso y permanencia de estudiantes indígenas en la universidad. Entre las diversas demandas que requiere el Colectivo para incentivar la permanencia, se encuentran la contratación de profesionales de la salud indígenas, principalmente enfocados en salud mental; reajuste en el valor de las becas de permanencia; la creación de espacios de interacción académica y cultural; así como la contratación de docentes e investigadores indígenas. Tales políticas educativas sugieren posibles caminos institucionales en los modelos de gobernanza universitaria que pueden ser potencialmente aplicables a la permanencia indígena en la UEA (NUNES, 2023).

2.2 Discriminación contra estudiantes indígenas en el ámbito universitario

El prejuicio, la discriminación, la violencia física y simbólica, el maltrato, la omisión o la restricción de derechos son manifestaciones del racismo que se cometen contra los pueblos indígenas (Machado 2007; Machado 2017; Troquez 2022). El racismo es un problema sistémico, con ciertas especificidades en el contexto universitario. Por ejemplo, como se discutió en secciones anteriores, la falta de políticas de apoyo financiero enfocadas en estudiantes indígenas es una manifestación de racismo. En esta sección, nos enfocamos en un tipo específico de manifestación de racismo contra los pueblos indígenas, en este caso, las denuncias de discriminación identificadas en nuestra revisión. Es de destacar que el racismo estructural es identificado como una de las razones de la deserción escolar de los universitarios indígenas (Baniwa 2019; Luciano et. al. 2021).

En la UEA, los estudiantes indígenas denuncian que son discriminados por tener nombres indígenas y no tener el portugués como primera lengua. Los estudiantes a menudo tienen miedo de ser identificados como indígenas. De hecho, un estudiante refiere que “la universidad parece no estar preparada para lo nuevo, para lo diferente, ni para la riqueza de los pueblos indígenas” (entrevista realizada por Melo 2019). Otro estudiante proporciona un relato de su experiencia:

“La presión fue grande, principalmente por el apellido, porque la gente ya identificaba que yo era indígena. Otra cosa que identificaron fue por el idioma. Hoy ya hablo portugués mejor que antes, el prejuicio era grande; y yo también sufrí amenazas, yo y mis hermanos.” (Estudiante universitario indígena entrevistado por Lima 2019)

Además, también se reportan casos de exclusión por parte de otros estudiantes:

“Sentí el prejuicio de primera mano. Esto lo experimenté enseguida, enseguida al realizar uno de los primeros proyectos en grupo. La maestra dividió el salón en grupos por fila y mi grupo programó para hacer el trabajo, hizo el trabajo y me excluyó. En la fecha de entrega noté que mi nombre no estaba en la lista. Entonces, le dije a la maestra que respetaba mucho a mis compañeros y que el grupo en el que me había quedado me había excluido del trabajo. Entonces, solicité una nueva fecha para realizar el trabajo solo. Entonces, tienes que imponerte, de lo contrario no te respetan”. (COORDINACIÓN EJECUTIVA DEL MEIAM, GRUPO FOCAL 2011 en Estácio 2011, p. 124)

Por lo tanto, existe la necesidad de enfoques antirracistas que identifiquen la discriminación a partir de las experiencias vividas por los estudiantes y propongan soluciones. Los enfoques contra el racismo se basan en el reconocimiento de las relaciones de poder que estructuran nuestra sociedad con el objetivo de identificar, cuestionar y cambiar los valores, estructuras y comportamientos que perpetúan el racismo y otras formas de opresión (Dei 2005). Un proyecto educativo basado en una perspectiva antirracista puede contribuir a sensibilizar sobre el tema y proponer prácticas y medidas para mitigar el problema (Troquez 2022). Si bien este es un problema sistémico, ciertos esfuerzos de otras instituciones apuntan a posibles formas de mitigar el racismo contra los pueblos indígenas en el contexto universitario. Por ejemplo, la Universidad Federal de Oeste Pará tiene un manual titulado “¿Racismo en la universidad? Lineamientos para la Igualdad Étnico-Racial y la Superación del Racismo” que describe cómo identificar casos de racismo y los mecanismos institucionales para presentar denuncias ante los órganos universitarios competentes (Ufopa 2017). Según Peixoto (2017), la publicación de este manual se dio luego de una movilización de estudiantes indígenas que denunciaron casos de discriminación. Si bien la publicación de un manual no implica necesariamente un cambio de comportamiento y otros cambios estructurales, la movilización de los estudiantes indígenas frente a la discriminación da visibilidad al problema, incentiva el debate, la valoración del tema y la creación de espacios antirracistas. espacios que promuevan prácticas decoloniales. (Peixoto 2017).

2.3 Conocimiento indígena y tradicional en el contexto universitario

Los modelos de educación adoptados en el conjunto de los países latinoamericanos están influenciados por los paradigmas occidentales de modernidad

y desarrollo, en los que no se valora la diversidad multicultural y el acceso a la educación es desigual entre personas de diferentes etnias y posiciones socioeconómicas (Nájera-Castellanos *et al.* 2018; Mato 2011). En la educación superior, el foco está mayormente en el conocimiento de naturaleza científica, y otros sistemas de conocimiento, como el conocimiento indígena y tradicional, no se reconocen o no se discuten (BANIWA, 2019). En el contexto de la UEA, existe un desafío en la universidad para reconocer e integrar los conocimientos que los estudiantes indígenas poseen intencionalmente en la docencia, la investigación y la extensión (ESTÁCIO, 2011). Tales dificultades son relatadas en los siguientes discursos de estudiantes indígenas de la UEA:

“Cuando entras a la universidad, nos hace invisibles; no tiene un currículo transversal que dialogue con nuestros saberes. Y en la UEA específicamente, donde estudio, tienes un curso de 60 horas, hablando del tema indígena en el estado, que tiene la mayor población indígena, pero no tiene la mirada de nuestro conocimiento. Entonces, estar dentro de estos espacios es separarse de sus conocimientos, de sus valores, de sus costumbres”. (Estudiante universitario indígena entrevistado por Lima 2019)

“Simplemente no me gustan algunas materias, como Historia, que no tiene nada que ver con nosotros los indígenas. Solo con blancos. Todas las materias universitarias deberían centrarse un poco en los pueblos indígenas aquí. Por nuestra realidad. Usando nuestro conocimiento y también lo que sabemos. Porque mucho de lo que está en los textos del maestro no es nuestra realidad, no es nuestra verdad. Y no tenemos espacio para hablar, porque solo podemos decir lo que está en el texto”. (Estudiante universitario indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 172).

Es evidente, por lo tanto, que las cuestiones relacionadas con la permanencia de los estudiantes indígenas en la universidad están vinculadas a la inclusión de sus saberes, incluyendo también el reconocimiento de que el portugués no es la primera lengua de muchos, como relata un estudiante:

“Aquí en la UEA, la universidad nos acepta indios en los cursos y los profesores quieren que hablemos y dominemos el portugués. Y así, no me va muy bien. Pero si aceptara usar mi idioma, ciertamente lo haría mejor. Pero los profesores no lo aceptan porque dicen que no van a entender. Pero puede que no entienda sus textos. Y eso, no lo acepto. Esto no es fácil para mí” (Estudiante universitario indígena entrevistado por Estácio 2011, p. 172).

En América Latina en su conjunto, existen propuestas de educación intercultural o educación intercultural bilingüe en las universidades que pretenden incluir a los pueblos indígenas, considerando la singularidad y diversidad de estos grupos (Mato 2011; Corbetta 2021). La educación intercultural es una perspectiva antihegemónica que toma la multiculturalidad como punto de partida para la docencia, la investigación y la extensión, valorando el reconocimiento, el respeto y la convivencia con la diferencia en los entornos universitarios. La idea de interculturalidad en la universidad se ha generalizado en los últimos años, pero poco se ha practicado y experimentado más allá de los debates en grupos restringidos (Baniwa 2019)

Para materializar una perspectiva intercultural en la UEA, algunos autores proponen sugerencias y pautas para practicarla de manera efectiva. En una revisión del estado del arte de la educación intercultural, Corbetta (2021) propone las siguientes recomendaciones para mejorarla en América Latina: (1) aumentar y reportar anualmente el presupuesto destinado a la educación intercultural; (2) formación inicial y continua de docentes en educación bilingüe; (3) promover la investigación en lenguas y saberes indígenas; (4) definir currículos que incorporen la pluralidad de saberes y epistemologías; (5) creación de materiales didácticos inclusivos; (6) formación de madres y padres que demandan educación acorde a su lengua y cultura; y, finalmente (7) la participación de los pueblos indígenas en el diseño, planificación, seguimiento y evaluación de políticas asociadas a la educación intercultural. Al mismo tiempo, autores indígenas, como Baniwa (2019), proponen que para reducir el dominio de los pensamientos etnocéntricos se debe tener en cuenta el campo de la espiritualidad de los pueblos originarios, que proviene y se referencia en la naturaleza. Tales sugerencias son pertinentes para que las universidades interculturales no se conviertan en espacios de homogeneización y asimilación cultural de los pueblos indígenas (Mato 2011).

La propia experiencia de la UEA en la realización de Cursos Interculturales puede y debe propiciar una reflexión institucional para el mejoramiento de la educación superior regular a fin de fortalecer la inclusión, el acceso y la permanencia de los estudiantes indígenas. En el caso del Curso de Licenciatura Intercultural Indígena (convocatoria 79/2023) se previeron varios instrumentos para garantizar la permanencia: el curso se realizó cerca del territorio indígena, becas de ayuda económica, clases modulares, un plan pedagógico-cultural que mantiene diálogos con el conocimiento tradicional. Finalmente, además de la educación, se señala que, para ser verdaderamente transformadora, la educación intercultural requiere de un enfoque que trabaje en sinergia con las reivindicaciones

ciones y mejoras de los derechos sociales, económicos, políticos, civiles, culturales, cosmopolíticos y ambientales (VARELA & LAPIQUE, 2019, BANIWA 2019).

Otra ventana de oportunidad para permitir el diálogo, el compromiso con las comunidades indígenas y la integración de diferentes sistemas de conocimiento es a través del plan de estudios de extensión. La curricularización extensionista implica la inserción de actividades extensionistas en los proyectos pedagógicos de las carreras universitarias, con una carga horaria definida en sus matrices curriculares, según la Resolución 7/2018, que determina la asignación del 10% de la carga horaria de los cursos de graduación a actividades extensionistas. En ese sentido, se trata de acciones de extensión que involucran “comunidades ajenas a las instituciones de educación superior y que están vinculadas a la formación de los estudiantes” (BRASIL, 2018). El objetivo es incluir grupos fuera del contexto universitario (ARROYO & ROCHA, 2010), buscando fomentar la autonomía de las comunidades en una relación dialógica con la sociedad, para ser fortalecidos e implementados con criticidad (FREIRE, 2014). El objetivo es fortalecer la capacidad de impacto y transformación social necesaria para una actividad extensiva, colaborando con las comunidades tradicionales para ampliar el ejercicio de sus derechos constitucionales. De esta manera, las prácticas y medidas que fomenten la curricularización de la extensión de manera colaborativa entre la universidad y las comunidades indígenas pueden ayudar a fomentar la educación intercultural y la valorización de los conocimientos tradicionales en la educación superior.

2.4 Reclamos del Movimiento de Estudiantes Indígenas de Amazonas (MEIAM) por inclusión, acceso y permanencia en la UEA

Los estudiantes indígenas del estado de Amazonas son los protagonistas de una articulación política que demanda mejoras en las condiciones de inclusión, acceso y permanencia en la universidad. El Movimiento de Estudiantes Indígenas de Amazonas (MEIAM) es el líder de este movimiento que cuenta con la colaboración de varias otras organizaciones indígenas, como el Frente Amazónico de Movilización en Defensa de los Derechos Indígenas, el Foro por la Educación Escolar Indígena de la Amazonía, y también grupos no indígenas, como la Asociación de Profesores de la Universidad Federal de Amazonas. En agosto de 2019, el MEIAM publicó una carta con sus principales demandas de mejoras en la UEA (Cuadro 2).

**Cuadro 2 – Extracto de la carta de reclamos del
Movimiento de Estudiantes Indígenas de Amazonas por mejoras
para los académicos indígenas de la Universidad
Estatad de Amazonas (MEIAM, 2019, p. 2-3)**

"I. Constituir una Comisión, con presencia de estudiantes indígenas y Organizaciones Indígenas, para pensar y proponer una política articulada para el éxito del acceso y permanencia de los estudiantes indígenas en la UEA;

II. Realización de un estudio para la creación y establecimiento de una Comisión de Autoidentificación, con el fin de dar seguimiento al proceso de matrícula, registro y admisión de estudiantes indígenas según las cuotas étnicas de la UEA. Esta comisión, que deberá tener entre sus miembros a estudiantes indígenas y representantes de las Organizaciones Indígenas de la Amazonía;

III. Creación de una vacante en el Consejo Universitario (CONSUNIV) y en el Patronato de la Universidad del Estado de Amazonas, para asegurar, respectivamente, la presencia y participación tanto de estudiantes indígenas como de miembros de una Organización Indígena del estado de Amazonas;

IV. Establecimiento de una consultoría indígena, en conjunto con la Magnífica Rectoría de la UEA, para monitorear, articular y desarrollar acciones para el exitoso acceso y permanencia de los estudiantes indígenas en la Universidad Estatal de Amazonas, así como para articular y fortalecer el diálogo entre los pueblos indígenas y organizaciones y la alta dirección de la UEA. Reclamamos que la candidatura para esta asesoría sea discutida y remitida a rectoría por el Movimiento de Estudiantes Indígenas de Amazonas, y nos comprometemos a que dicha candidatura sea discutida con las Organizaciones Indígenas de Amazonas."

Es posible observar que tales reclamos se enfocan en la creación y ampliación de espacios dentro de la estructura administrativa de la universidad en los cuales los propios estudiantes indígenas puedan tomar e implementar decisiones que influyan en sus vidas. De esta manera, tal posición enfatiza el interés de participar y compartir el poder de decisión en el gobierno universitario y reforzar la autonomía de los estudiantes para determinar cuáles son sus problemas y cuáles son las soluciones deseadas. Los reclamos, por lo tanto, caracterizan un cambio de paradigma en comparación con los modelos históricos que las instituciones gubernamentales brasileñas adoptan en relación con los pueblos indígenas. La carta del MEIAM puede ser considerada como un manifiesto de los pueblos indígenas, en el sentido de traer a la luz su descontento, soluciones y formas de articulación que van más allá de los procedimientos tradicionales y fragmentados de gestión que imponen las universidades, demostrando así

que cuentan con la potencial para gestionar lo que atañe a sus pueblos, sin depender de la agenda de Estado. La carta del MEIAM enfatiza el empoderamiento de los estudiantes indígenas y un alejamiento del modelo de "tutela". Tal perspectiva está en línea con la búsqueda de autonomía enfatizada por otros movimientos indígenas nacionales (MACHADO, 2017).

En nuestra revisión no encontramos referencias ni datos secundarios que discutan posibles avances en la UEA en relación a las afirmaciones del MEIAM (2019). De esta forma, el seguimiento de las posibles ayudas en relación con las exigencias de la carta constituye un vacío de conocimiento. Esta brecha se destaca como relevante, ya que en la medida que se avanza potencialmente, este proceso también puede ser un facilitador de transformación de la propia institución educativa.

Consideraciones finales

La cuestión de la inclusión, el acceso y la permanencia de los indígenas en las universidades brasileñas, particularmente en el contexto de la UEA, es un gran desafío institucional. Las dificultades presentadas no deben ser vistas como un obstáculo para el planteamiento de acciones que logren minimizar el problema, sino como una oportunidad para que la universidad se movilice y marque la diferencia en el encuentro con las singularidades de los pueblos indígenas, reafirmando su misión, que es:

"La Universidad Estatal de Amazonas (UEA) es una universidad pública, autónoma en su política educativa, que tiene como misión promover la educación, desarrollar el conocimiento científico, particularmente sobre la Amazonía, unido a valores éticos capaces de integrar al hombre a la sociedad y a mejorar la calidad de los recursos humanos existentes en la región en la que opera." (UEA, 2023)

Creemos que el trabajo tiene el potencial de contribuir a las reflexiones y acciones de personas y grupos comprometidos con garantizar la inclusión, el acceso y la permanencia de los pueblos indígenas en las universidades brasileñas. Nuestro público objetivo son los tomadores de decisiones en las universidades brasileñas, principalmente en la UEA, específicamente aquellos que actúan en los siguientes departamentos de la institución: Pro-Rectoría de Administración, Pro-Rectoría de Extensión y Asuntos Comunitarios, Pro-Rectoría de Educación de Grado, Pro-rector de Interiorización, Pro-rector de Investigación y Posgra-

do y Pro-rector de Planificación. Para llegar a un público más amplio, también producimos la caricatura como un producto que discute el problema (Figura 1).

En los moldes actuales de nuestra sociedad, el saber académico permite la formación de estudiantes indígenas para ocupar puestos de decisión en diversos espacios, incluso en las propias universidades, iniciando potencialmente un proceso de valorización de los saberes diversos. La representatividad en estos espacios puede llenar gradualmente los vacíos creados por la falta de diálogo entre el conocimiento científico y el conocimiento tradicional. El primer paso está en la no exclusión, inclusión, acceso y permanencia de los indígenas en la universidad.

Agradecimientos – Los autores desean agradecer a la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por apoyar el proyecto “Escuela de Ciencias Avanzadas de São Paulo para una AMAZONIA Sostenible e Inclusiva” (Periodo 2022/06028-3) y a todos los profesores y colegas que participaron en SPSAS Amazonia y que contribuyeron al desarrollo de este trabajo. Nos gustaría agradecer también a la dirección de la Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas por compartir datos sobre estudiantes indígenas (Proc. 01.02.011304.005260/66).

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- 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 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 – Movimento**. 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 garantir 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 Prospecções 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 descolonizante 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-aperfeiçoar-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 FAEEBA: 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 los autores

Ana Carla Rodrigues es Bióloga, maestra en Ecología y Conservación de la Universidad Estadual de Mato Grosso (UNEMAT). Actualmente es candidata a doctora en Diversidad Biológica y Conservación en los Trópicos de la Universidad Federal de Alagoas (UFAL) e investigadora colaboradora del Instituto Juruá. <https://orcid.org/0000-0002-7687-1502>

Ana María Flores Gutiérrez es Bióloga, graduada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), maestra y actualmente candidata a doctora del Posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM <https://orcid.org/0000-0002-2808-0511>

André Luiz Giles es Biólogo por la Universidade Estadual Paulista (UNESP Botucatu), Master en botánica por la UNESP-Botucatu. Doctor en ecología por la Universidad Estatal de Campinas (UNICAMP). Trabaja en las áreas de ecología aplicada, restauración ecológica y ecología funcional. <https://orcid.org/0000-0002-1973-400X>

Carolina de Albuquerque tiene una Licenciatura en Derecho de la Universidad de Mogi das Cruzes, una Maestría en Derecho de la Universidad Metodista de Piracicaba y un Doctorado en Ciencias (Ecología Aplicada) de la Universidad de São Paulo y en Derecho Político y Económico de la Universidad Presbiteriana Mackenzie. Actualmente es profesora de la Universidad Federal de Rondônia. <https://orcid.org/0000-0001-8383-4972>

José Moisés de Oliveira Silva es Licenciado en Ciencias Sociales por la Universidad Federal de Alagoas (UFAL), Magíster en Antropología Social por el Programa de Posgrado en Antropología Social (UFAL) y Doctor en Antropología por el Programa de Posgrado en Antropología de la Universidad Federal de Pará (UFPA). <https://orcid.org/0000-0002-6664-7697>

Juliana de Oliveira Vicentini es Geógrafa del Instituto Superior de Ciencias Aplicadas, con MBA en Gestión de Proyectos de la Universidad de São Paulo (USP), maestría y doctorado en Ciencias (Ecología Aplicada) de la USP. Actualmente es segundo becario postdoctoral en el programa USPSusten de la USP. <https://orcid.org/0000-0002-9031-6679>

Rafael Cavalcanti Lembi es Técnico Ambiental egresado del Centro Federal de Educación Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), biólogo y maestro en Ecología de la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP). Actualmente es estudiante de doctorado en Sostenibilidad en la Michigan State University, Estados Unidos. <https://orcid.org/0000-0003-2310-2950>

Vivian Battaini es Bióloga por la Universidade Estadual Paulista (UNESP - Rio Claro). Doctorada y Master en Ciencias - Programa de Ecología Aplicada de la Universidad de São Paulo (ESALQ/USP). Actualmente es profesora en la Universidad del Estado de Amazonas (UEA). <https://orcid.org/0000-0003-2310-2950>



La diversidad urbana en la Amazonía y las agendas globales para la sostenibilidad urbana: propuestas y desafíos para la Mesorregión de la Isla de 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 –
heloisa.pereira@mamiraua.org.br

⁴ Universidade Federal do Amazonas – paulamelo@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-978-65-84811-40-9_007

RESUMEN

El proceso de urbanización del territorio amazónico ha sido comprendido de manera inadecuada e incompleta en las agendas globales para la sostenibilidad urbana. Esto demuestra la deficiencia de los aparatos técnico-operativos de estas agendas como herramientas de evaluación, en el contexto de un entorno urbano generado y consolidado en un ambiente de complejidad y diversidad socioambiental. Este artículo busca contribuir a este debate y abarca cinco dimensiones temáticas relacionadas con el proceso de urbanización en la Amazonía: socioambiental, económica, gestión pública, educación y organización social. Se sugieren estrategias para adaptar algunos indicadores existentes de sostenibilidad urbana a un contexto socio-territorial específico, la Mesorregión de Marajó en el estado de Pará, Brasil. Para ello, se adoptan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como base para la discusión y se proponen nuevas métricas para la sostenibilidad urbana. Los resultados se sistematizan en un cuadro resumen de indicadores que pueden ayudar a comprender la sostenibilidad urbana en un contexto de diversidad y complejidades, destacando la importancia de la interdisciplinariedad para comprender elementos sutiles que resaltan iniciativas de urbanización que no se ajustan al modelo y narrativa única sobre lo que se entiende por ciudad y el fenómeno urbano.

Palabras clave: diversidad urbana, sostenibilidad urbana, pequeñas ciudades, Mesorregión de Marajó.

Introducción

En un intento por superar el llamado “vacío demográfico”, después de la década de 1960 se establecieron políticas de integración en la región amazónica que resultaron en la concentración de población en las ciudades, las cuales carecían de infraestructura básica y servicios urbanos. Esta expansión de las áreas urbanas en la Amazonía impactó el bosque, fragmentó las relaciones socioespaciales de las ciudades y generó cambios territoriales que aún son visibles en la actualidad. Como destaca Becker (1985), a pesar de que el proceso de urbanización en la región ha sido significativo, estas ciudades siguen careciendo de infraestructura urbana básica, empleo y generación de servicios.

Históricamente, el proceso de ocupación de la Amazonía, reestructurado a partir de frentes económicos y políticos creados en el siglo XX, tuvo como objetivo expandir la frontera agrícola hacia el Centro-Oeste y Norte de Brasil, con la presencia de grandes terratenientes y empresas agrícolas (Ianne 1979; Pinto 1980). Becker (1990) también destaca la presencia de grandes proyectos económicos extractivistas, que dieron lugar a las *company towns*, resultado de la difusión y formación espontánea o planificada de ciudades y pueblos para satisfacer las necesidades de los complejos industriales. Además de estos aspectos, el patrón de organización del territorio urbano amazónico se basa en diferentes paisajes, como ciudades *río-várzea-bosque* y ciudades *carreteras-tierra firme* (Gonçalves 2001). En el caso de las ciudades *río-várzea-bosque*, se encuentran ciudades ribereñas que siguen un patrón de ocupación vinculado al río y al bosque. Según Oliveira (2006), las ciudades ribereñas son núcleos urbanos ubicados a lo largo de las orillas de los ríos con diversas espacialidades que se conectan con estructuras preexistentes, generalmente locales. *“Es necesario comprender el territorio que resulta de este proceso, que refleja las duras condiciones de vida por un lado, pero también es un signo de resistencia y una fuerza inquebrantable para construir una nueva vida que no necesariamente es mejor o peor, sino diferente”* (Oliveira 2006). Las ciudades de la mesorregión de Marajó se insertan en esta lógica.

La Isla de Marajó está compuesta por 15 municipios, de los cuales 13: Afuá, Anajás, Bagre, Chaves, Cachoeira do Arari, Curalinho, Gurupá, Melgaço, Muaná, Ponta de Pedras, Salvaterra, Santa Cruz do Arari y Soure; se consideran pequeñas ciudades con menos de 21.000 habitantes (IBGE 2020). Entre otras situaciones de precariedad en términos de infraestructura, se encuentran ciudades que carecen de rellenos sanitarios debido a que están rodeadas de fincas privadas, como Soure, y otras en las que, debido a su ubicación en áreas propensas a inundaciones, se deposita la basura cerca de los núcleos urbanos, se quema en aserraderos o

se vierte directamente en los ríos, como es el caso de la ciudad de Afuá (Carmo 2020).

Según Quintela *et al.* (2018), Marajó es un ejemplo de coexistencia entre tradición y modernidad, con sus disputas y conflictos, lo cual, según la propuesta de este artículo, es representativo de la *diversidad urbana*. Por lo tanto, como estrategia para la sostenibilidad urbana en la Isla de Marajó, se considera necesario desarrollar enfoques académicos capaces de captar las particularidades del territorio en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas (2016) para las ciudades. Teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que establecen como eje fundamental la optimización simultánea de *la inclusión social, el crecimiento económico y la protección del ambiente* (ONU 2016), la Agenda 2030 propone 17 objetivos para guiar las políticas nacionales y posibles actividades de cooperación internacional en los próximos años.

A pesar de considerarse un enfoque bastante completo y amplio, Hickel (2019) destaca que existen dos lados de esta agenda que están en inminente riesgo de contradicción: uno que defiende la relación armónica del hombre con el ambiente natural, estableciendo límites en el uso de los recursos a nivel de resiliencia planetaria y medidas de contención del cambio climático; y otro que aboga por el crecimiento económico global continuo, defendiendo un supuesto que permite mantener los niveles actuales o superiores de crecimiento económico. Estas contradicciones también se reflejan en la perspectiva de las ciudades y muestran la incapacidad de cumplir con esta agenda en el contexto del ODS 11 -*Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*- al mismo tiempo que se busca cumplir con el ODS 8 -*Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, empleo pleno y productivo, y trabajo decente para todos*-. En este sentido, la pregunta orientadora de este artículo es: *¿Cómo construir caminos alternativos que prioricen la conexión entre las ciudades y la naturaleza?, considerando un proceso de urbanización que nace y crece en un contexto específico.*

Para avanzar en la construcción de respuestas a esta y otras preguntas, a partir de Ribeiro *et al.* (2021), que define la sostenibilidad urbana en la Amazonía como un sistema multidimensional que abarca: (i) el conocimiento tradicional aliado a las tecnologías para la planificación y gestión del territorio, (ii) el cambio de paradigmas de consumo, tierra y recursos, mediante la valoración de las prácticas de la existencia cotidiana, (iii) la comprensión de las dinámicas político-económicas subyacentes a los procesos de producción y remodelación del espacio, y finalmente, (iv) la recuperación del desarrollo basado en el uso no depredador de

los recursos de la sociobiodiversidad, que tienen a la ciudad y su entorno como base para su reproducción. Estos elementos de discusión ayudan a orientar la comprensión de las dimensiones de análisis necesarias para comprender la sostenibilidad urbana en el contexto de las ciudades de la Isla de Marajó.

Para ello, el texto se divide de la siguiente manera: i) discusión sobre la relación sociedad-naturaleza en el contexto socioterritorial del análisis para la composición de la *dimensión socioambiental*; ii) discusión sobre el dinamismo económico para la composición de indicadores de la *dimensión socioeconómica*; iii) discusión sobre la infraestructura urbana para la composición de indicadores de la *dimensión de gestión del territorio*; iv) discusión sobre el potencial de la salud planetaria para la composición de indicadores de la *dimensión de educación para la sostenibilidad*; v) discusión sobre la importancia de la organización de la sociedad civil para la composición de indicadores de la *dimensión de organización social*. Por último, como anexo, se propone un cuadro con una síntesis de propuesta de métricas para evaluar la aplicabilidad de los ODS en la región, considerando las temáticas discutidas en los apartados anteriores.

Dimensión socio-ambiental: relación sociedad-naturaleza

La vida en la Isla de Marajó está fuertemente arraigada en la relación de su pueblo con la naturaleza, ya que ésta es una fuente de medios de subsistencia, promueve la vida y el renacimiento de memorias que perpetúan la historia del lugar. Y es a través de la proximidad con el medio natural que el hombre, la tierra, el río y el mar continúan interconectados, una relación que se vuelve más aguda con el desarrollo de actividades productivas. En el caso específico, las civilizaciones indígenas que se establecieron en Marajó hace más de 3.000 años dejaron testimonios interesantes, sobre todo paisajes que dieron fama a la isla deltaica más grande del mundo (Ecured 2023). En la actualidad, Marajó tiene una cultura propia, relacionada con la ganadería y la cría de búfalos, cuya carne se prepara como plato típico de la cocina regional y los animales se crían en enormes haciendas, a menudo aisladas.

El uso del ambiente por parte del hombre se percibe como una actividad humana esencial para la supervivencia, a través de la cual el hombre transforma la naturaleza y es transformado por ella, donde produce y reproduce su existencia, dando forma a la historia del ser social (Ferreira 2006). El espacio natural, al adaptarse o insertarse en la modernización contemporánea, se ha convertido en el lugar de las actividades de producción e intercambio. Al mismo tiempo, la

modernidad ha colocado al hombre frente a dilemas y contradicciones de una sociedad que ha avanzado y sigue avanzando cada vez más rápido hacia el progreso (Castro 2017). El ambiente, comprendido como concentrador de recursos naturales, se ha convertido en objeto de interés y se ha transformado en un sistema de producción y explotación. En este contexto, según Sathler *et al.* (2009), la integración económica-espacial promovida por la globalización no ha sido suficiente para reducir las desigualdades en la Amazonía. En la isla de Marajó, esta realidad se refleja.

A principios del siglo XVIII, la economía de Marajó dependía de productos naturales como el caucho y las nueces de Brasil, lo que contribuyó a la creación y expansión de los asentamientos (Costa *et al.* 2022). En 1960, la actividad ganadera basada en el latifundio tradicional se hizo aún más presente en la economía debido a la naturaleza local, con la presencia de grandes extensiones de campos inundados. En la actualidad, las prácticas económicas continúan presentes con la presencia de grandes latifundistas que, a través de la producción de búfalos, comparten extensas áreas de campos inundados con la población ribereña, que vive a lo largo de los arroyos y ríos y desarrolla actividades económicas extractivas. Además, antes las relaciones económicas en la región se daban a nivel local y regional. En el período reciente, se llevan a cabo en diferentes escalas, pero de manera desarticulada (Browder; Godfrey 2006).

En términos generales, a pesar de las relaciones establecidas entre la sociedad y la naturaleza, los problemas relacionados con el cambio climático, el uso desenfrenado de la biodiversidad y el consiguiente aumento de la pobreza han limitado el desarrollo de la región. Un estudio realizado por Santos *et al.* (2021) sobre la vulnerabilidad de los municipios de la región costera del estado de Pará muestra que los municipios más expuestos y vulnerables a los cambios climáticos y los eventos extremos se encuentran en la región de la isla de Marajó. Los eventos climáticos extremos, como las anomalías de precipitación y temperatura, han llevado a cambios climáticos que ya están afectando las relaciones socioambientales, intensificando cada vez más la vulnerabilidad en la región.

Según el PNUD (2013), los municipios de la isla de Marajó como Melgaço (0,418), Chaves (0,453), Bagre (0,471) y Anajás (0,484) no alcanzaron el 20% de acceso a siete consultas prenatales, a excepción de Afuá (0,489) y Portel (0,483), que tienen un bajo Índice de Desarrollo Humano (IDH) en comparación con otros municipios brasileños. El aspecto sociodemográfico de la región es un factor que agrava y vuelve estas ciudades aún más sensibles a las vulnerabilidades socio-ambientales, ya que las poblaciones marginadas viven en estas áreas y son las que tienen más dificultades para adaptarse a los cambios ambientales resultantes del cambio climático.

En relación a los problemas identificados en la Isla de Marajó para esta dimensión, se encuentran los ODS 12 y 14, que abordan la relación entre los seres humanos y la naturaleza (ODS 12: *Garantizar patrones de producción y consumo sostenibles*) en un contexto que tiene como base fundamental los ríos y sus desembocaduras (ODS 14: *Conservación y uso sostenible de los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible*). Estos son objetivos importantes, pero carecen de un conocimiento sobre las especificidades del Territorio Amazónico, destacado aquí por el contexto marajoara, y también deben considerar la pluralidad social, cultural y ambiental como factores determinantes en la relación sociedad-naturaleza (Cuadro 1, ver anexo).

Por lo tanto, para que la Isla de Marajó sirva como objeto de estudio de la sostenibilidad urbana desde la perspectiva de la *dimensión socioambiental*, es necesario considerar como se mantiene la relación entre la sociedad y la naturaleza en la complejidad de la ordenación espacial del territorio marajoara. En esto, los ríos y el bosque forman parte de la organización y dinámica espacial de las ciudades y funcionan como mediadores para el desplazamiento de personas y mercancías. La conservación de un entorno saludable depende del tipo de desarrollo estratégico sostenible que ocurre en una región o país. La dimensión socioambiental, a partir de las relaciones entre naturaleza y sociedad, debe ser percibida a través del uso responsable de los recursos, pero más allá de eso, es necesario pensar en el territorio y sus múltiples prácticas sociales, en los diferentes usos de los recursos naturales y sus particularidades, esenciales para la conservación de los ecosistemas y la vida humana.

Avanzar en esta discusión implica una nueva realidad económica y ambiental, considerando el dinamismo socioeconómico y las diferentes escalas de ocupación espacial de la Amazonía. Y aún más, cómo estas realidades repercuten en las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Como resultado de esta discusión, se presentan a continuación elementos generales que pueden favorecer la construcción de un sistema de indicadores que aborde el dinamismo económico en las dimensiones territoriales urbanas y rurales, articulados al contexto de las ciudades marajoaras.

Dimensión socioeconómica: dinamismo económico

Las economías urbanas de la Amazonía tienen un alto potencial para estimular el desarrollo de economías basadas en la biodiversidad (Silva 2018). Por otro lado, las economías rurales son decisivas en términos de las dinámicas del desarrollo en la Amazonía, especialmente en lo que respecta a la inclusión social

y la sostenibilidad (Costa 2015). Como resultado, es posible concebir indicadores que articulen estas dos dimensiones, como se intenta mostrar en el Cuadro 1.

Desde el gobierno federal brasileño, se han establecido estrategias para alcanzar los ODS, entre las que se destacan las siguientes (BRASIL 2017): i) creación de una comisión nacional para difundir los objetivos y fomentar el diálogo entre las entidades federativas y la sociedad civil, ii) esfuerzos para adaptar las metas globales a la realidad brasileña, incluyendo las legislaciones, planes y programas de desarrollo, iii) elaboración de diagnósticos sobre la realidad nacional y las realidades locales, establecimiento de prioridades nacionales y mapeo de políticas existentes. Para comprender la importancia del dinamismo económico para la sostenibilidad urbana en el contexto de las ciudades de Marajó, se discute la actuación del ODS 8, que tiene como objetivo promover el crecimiento económico sostenible, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos y todas. Sin embargo, es importante destacar sus controversias, como la premisa de la relación entre crecimiento económico y desarrollo y las posibilidades de lograr crecimiento económico sin daños ambientales (GOIRIA; Herrera 2021). Dicho esto, uno de los desafíos para los investigadores y los gestores públicos en la Amazonía es la consolidación de un sistema que apunte hacia una sostenibilidad económica y ambiental, que valore las producciones y las condiciones de vida locales y favorezca la articulación entre lo urbano y lo rural de manera integrada y no dicotómica.

En este sentido, entendemos que la contribución significativa de la economía a la sostenibilidad radica en comprender y adoptar medidas, políticas y estrategias que busquen la autonomía regional y el dinamismo económico (Cuadro 1). Una experiencia en este sentido se puede observar en la comunidad de Ponta Alegre, ubicada en el río Canaticu, en el municipio de Curalinho. Se trata del Proyecto Embarca Marajó: navegando en la Marea de la Sostenibilidad. Este proyecto brinda acceso a servicios bancarios a la población que vive alejada de los centros urbanos con mayor infraestructura, fortaleciendo iniciativas como la creación de monedas sociales.

Las monedas sociales son estrategias importantes para el dinamismo económico en pequeñas ciudades (Yunnus 2000). Se generan en bancos comunitarios a través de servicios financieros solidarios en red y tienen tres características centrales: i) la administración de recursos realizada por los miembros de la sociedad, ii) un sistema integrado de desarrollo local que permite el crédito, la producción, la comercialización y la capacitación al mismo tiempo, y iii) la circulación de la moneda social en el territorio, que es aceptada y reconocida por los productores, comerciantes y consumidores locales, lo que permite la creación de un mercado alternativo para las familias, fortaleciendo las redes internas de intercambio.

Los residentes locales intercambian su dinero oficial (Reales) por una moneda social, cuyo valor está limitado a un área de aceptación específica, es decir, solo los establecimientos comerciales previamente registrados que se adhieren a este circuito económico particular están autorizados a recibir esta moneda por su valor nominal para la compra de productos y servicios (Silva 2017). Esta práctica se está desarrollando en la Isla de Marajó y es un ejemplo de como la sostenibilidad económica y ambiental pueden ir de la mano, fomentando la construcción del conocimiento territorial a partir de las prácticas locales. Además, como resultado efectivo de las acciones del "Proyecto Embarca Marajó: navegando en la Marea de la Sostenibilidad" en 2016, se creó el primer banco comunitario de Marajó, ubicado en la comunidad de São Miguel do Pracuúba, en el municipio de Muaná. Cabe destacar que hay otras experiencias en otros estados, como el caso de la moneda social en línea, como el e-dinero, una moneda virtual creada por el Banco Palmas en Tocantins, adoptada por varias agencias que forman parte de la Red Brasileña de Bancos Comunitarios. Por lo tanto, se sugiere demostrar de manera práctica a la esfera pública municipal la importancia de adherir a iniciativas que surjan desde el ámbito local y estén adaptadas a su contexto socioeconómico.

Las acciones más amplias de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) llaman la atención sobre la necesidad de promover el crecimiento económico sostenible, pero en sus acciones locales no se consideran las especificidades económicas del territorio y las prácticas locales como factores determinantes para promover un crecimiento económico sostenible. Para garantizar empleo pleno y productivo, y trabajo decente para todos y todas, es necesario considerar que la territorialización se basa en las particularidades del lugar, y adoptar acciones más contextualizadas con la realidad local, considerando una serie de factores sociales, económicos, ambientales, institucionales y culturales distintos. La territorialización ocurre a través de diferentes formas de apropiación y uso del territorio. Cada ciudad, comunidad o pueblo tiene particularidades en sus prácticas socioculturales, que son determinantes en la producción socioespacial.

En resumen, para lograr el Objetivo 8 que consiste en "*Promover el crecimiento económico sostenible, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos y todas*", es necesario considerar las prácticas de economía sostenible que ya se están desarrollando en algunas comunidades, reconociendo la diversidad territorial junto con la importancia de esta práctica como herramienta para la planificación estratégica de la economía sostenible en Marajó.

Además de estos aspectos, las dimensiones espaciales rural-urbano representan un desafío para una articulación más estratégica. El ejemplo de Marajó se presenta como un escenario prometedor para las prácticas socioeconómicas

y ambientales hacia la sostenibilidad. Sin embargo, estas acciones reflejan la resiliencia de la población frente a los desafíos presentes en las políticas y la gestión territorial, así como la necesidad de políticas adecuadas a la realidad de las ciudades en la Amazonía. Partimos de la premisa de que la diversidad urbana en la Amazonía plantea desafíos a la población, que deben superarse a través de dimensiones de gestión y acciones estratégicas para abordar la diversidad de las ciudades en esta vasta región.

Dimensión de gestión del territorio: infraestructura urbana

La organización territorial de la Amazonía, frente a la organización socioespacial, se representa por la diversidad de ciudades que se formaron en diferentes momentos históricos, las cuales fueron y siguen siendo importantes en la estructura económica y social del espacio urbano. A partir de la década de 1960, surgieron nuevos núcleos urbanos en la selva amazónica, lo que llevó a una intensificación del proceso de urbanización. Además, según Browdder y Goldfrey (1997), aunque Belém y Manaus se consolidaron como las principales primacías, hubo una tendencia regional que condujo a la descentralización de las Regiones Metropolitanas y que persistió en los años siguientes, favoreciendo la expansión de las regiones periféricas con la construcción de nuevos asentamientos, áreas sin infraestructura y sin servicios urbanos básicos. La urbanización desarticulada creó un entorno urbano diferenciado y propició el surgimiento de nuevas relaciones inter e intra urbanas que son propias de la región. Según Carmo y Costa (2019), la organización territorial resultó en identidades institucionales y económicas distintas, así como en el proceso de urbanización en las ciudades del delta del Amazonas, incluyendo el territorio de la Isla de Marajó.

Según Silva (2015), la producción del espacio urbano de las ciudades está relacionada con diferentes factores, como las características del lugar y su situación, el papel del núcleo urbano en el contexto local y regional, las contradicciones del capitalismo, la división territorial del trabajo y la composición de la red urbana. En cuanto a la red urbana, se debe entender que en Marajó, las ciudades desempeñan roles similares, pero con singularidades y particularidades. Los núcleos urbanos de la Isla de Marajó ofrecen servicios básicos de infraestructura urbana de forma limitada a sus habitantes, lo cual, en comparación con los centros urbanos polarizadores, se convierte en los bienes más necesarios para la vida de las comunidades locales. Al estar ubicadas lejos de las áreas "core", el acceso a la

infraestructura y los servicios no se concentra en un solo polo, sino en diferentes ubicaciones.

El Informe sobre Impacto, Vulnerabilidad y Adaptaciones de las Ciudades (2017) muestra que muchas ciudades, pueblos y comunidades locales en la región norte de Brasil se encuentran en condiciones de vulnerabilidad, lo cual coincide con los datos sobre infraestructura urbana y servicios básicos de las ciudades de la Isla de Marajó proporcionados por el IBGE (2010). En ellos se observa que todas las ciudades estaban clasificadas como áreas de gran vulnerabilidad socioambiental debido a la intensa ocupación de áreas de várzea. Al estar ubicadas en áreas inundables y carecer de servicios de infraestructura urbana, como tratamiento de aguas residuales y acceso a agua potable, son ciudades altamente vulnerables desde el punto de vista ambiental, lo que podría exponerlas a los efectos de la intensidad y el aumento de las lluvias, así como el incremento en el nivel del mar. Por otro lado, las ciudades marajoaras cuentan con menos recursos y control ambiental, lo que hace que la gestión de las áreas urbanas carezca de políticas públicas urbanas y ambientales específicas para minimizar los problemas encontrados.

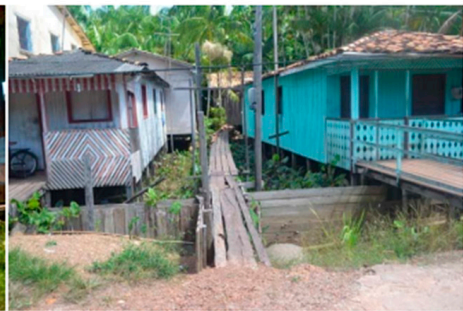
Según Costa y Brondizio (2017), las áreas urbanas de la Isla de Marajó, en su mayor parte, se han insertado en un proceso de urbanización que se ha consolidado en la región en los últimos 20 años. Sin embargo, la concentración de los núcleos siempre ha sido lenta y dispersa. Estos núcleos urbanos tienen una infraestructura débil y dependen de la transferencia de recursos públicos (Costa *et al.* 2008). Además de las áreas urbanas en las zonas inundables de várzea, existen áreas de tierra firme (Figura 1) que se han desarrollado a lo largo de los años, a medida que las áreas urbanas de las ciudades se expanden. Por lo tanto, es posible encontrar ciudades en áreas de tierra firme o la presencia de várzea y tierra firme dentro de la misma ciudad.

Existe una precariedad en el acceso a los servicios de infraestructura urbana, lo que dificulta la calidad de la oferta de servicios básicos como tratamiento de aguas residuales, agua potable, recolección y tratamiento de residuos. Según un estudio realizado por Mansur *et al.* (2016) en la región del delta del río Amazonas, que incluye todas las ciudades de la Isla de Marajó, aproximadamente el 80-90% de la población urbana vive en condiciones de vulnerabilidad, resultado de la combinación de la falta de servicios sanitarios y asentamientos no planificados en áreas inapropiadas. Además, según los autores, menos del 20% de la población ribereña del delta tiene viviendas con acceso a servicios de recolección de aguas residuales, siendo que la recolección es prácticamente inexistente en las ciudades de menor tamaño (Mansur *et al.* 2016). El acceso a agua potable y el tratamiento

de aguas residuales son una realidad difícil que conlleva problemas ambientales, especialmente relacionados con la salud de la población. Aún existen viviendas sin acceso a agua potable, muchas todavía utilizan agua del río para tareas domésticas y consumo (Carmo 2020), muchas viviendas carecen de un sistema de drenaje y los desechos domésticos se vierten directamente en los ríos (Figura 2).



a) Tramo de tierra de la calle Antero Lobato.



b) Acceso a palafitos a través de la calle Antero Lobato.



c) Tramo pavimentado de la calle Antero Lobato.



d) Tramo asfaltado de la calle Antero Lobato.

Figura 1 Áreas de várzea y tierra firme en la ciudad de Ponta de Pedras, Pará. Fuente: Valota 2015.

Existe una falta de conexión entre las políticas públicas y los servicios (a nivel local, regional y federal) con la realidad local. La precarización de estos servicios no ha sido superada por las políticas públicas de infraestructura, y mucho menos se han planificado teniendo en cuenta la diversidad urbana de Marajó. Es necesario que las políticas públicas, al igual que los ODS, tengan una mirada sensible hacia la región, ya que, al igual que en otras ciudades de la Amazonía, existen múltiples territorialidades (Hasbaert 2005) que deben ser reconocidas. Por lo tanto, estas métricas deben ser diseñadas para las realidades locales, teniendo en cuenta sus particularidades, para poder implementar políticas públicas de infraestructura

urbana adecuadas a la diversidad urbana (Trindade Jr. 2010). Para que las ciudades de Marajó sean sostenibles, es necesario que la construcción de un debate incluya las particularidades de lo urbano en la Amazonía.



Figura 2 Barrio en área de várzea en Ponta de Pedras, Pará. Fuente: Carmo 2020.

En cuanto a la gestión del territorio, los ODS 6 (*Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y saneamiento para todos*), 7 (*Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos*), 9.1¹ y 11.2² destacan diferentes elementos necesarios para analizar la infraestructura en las ciudades, en relación con el acceso a servicios públicos de saneamiento básico, energía eléctrica y movilidad urbana. Ante el contexto de la diversidad urbana en la isla, para poder alcanzar estos objetivos y metas es necesario reconocer los diferentes tipos de entornos urbanos existentes en la Isla de Marajó y promover debates junto con los organismos públicos para proponer la implementación de servicios

1. Desarrollar infraestructuras de calidad, confiables, sostenibles y resilientes, incluyendo infraestructuras regionales y transfronterizas, para respaldar el desarrollo económico y el bienestar humano, con un enfoque en el acceso equitativo y a precios asequibles para todos.

2. Para el año 2030, garantizar el acceso a sistemas de transporte seguros, accesibles, sostenibles y asequibles para todos, mejorando la seguridad vial mediante la expansión del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, mujeres, niños, personas con discapacidad y personas mayores.

básicos de infraestructura en los núcleos urbanos de manera específica en cada uno de ellos (Cuadro 1). El objetivo principal es garantizar que las particularidades locales sean consideradas en los planes de gestión. Este factor será determinante para tener una visión general de las áreas más vulnerables en términos de acceso a la urbanidad (infraestructura urbana), a través de la implementación de políticas públicas y servicios que se ajusten a la realidad territorial de la Isla de Marajó.

En particular, la meta 2 del ODS 11 se refiere a la movilidad urbana, un desafío que debe abordarse teniendo en cuenta las particularidades de cada región. En Marajó, la movilidad intraurbana la realizan los residentes que se encuentran en áreas rurales y necesitan desplazarse hacia el centro urbano de las ciudades más cercanas. Por otro lado, la movilidad interurbana se lleva a cabo cuando los residentes de las ciudades deben desplazarse hacia los grandes centros urbanos, generalmente en busca de servicios que no se ofrecen en las ciudades de la región, como servicios de salud especializados, servicios bancarios, etc. En el caso de los municipios de la Isla de Marajó, los desplazamientos casi siempre se realizan en dirección a Belém y Macapá, dependiendo de la ubicación y la proximidad. Según Bartoli (2020), la difusión de motores adaptados a las embarcaciones rústicas ha sido fundamental para el desplazamiento de la población entre sus comunidades y los centros comerciales y áreas de influencia circundantes.

En la Isla de Marajó, el transporte de personas y mercancías se realiza a través de medios de transporte multimodales en las vías fluviales, y el cruce puede hacerse en lanchas (en un tiempo de 2 a 3 horas) o en barcos (que pueden tardar de 4 a 40 horas), o en canoas³. Dependiendo de la ruta y el tipo de transporte, los viajes pueden durar de 2 a 40 horas entre una ciudad y otra dentro de la isla. La meta 11.2 aborda el acceso a sistemas de transporte seguros, accesibles, sostenibles y asequibles para todos, mejorando la seguridad vial mediante la expansión del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, mujeres, niños, personas con discapacidad y personas mayores (ONU 2022). Sin embargo, no menciona la inclusión de los sistemas de transporte fluvial. Según Bartoli (2020), el transporte fluvial en la Amazonía ejerce una gran influencia en la estructuración de la red urbana y, sobre todo, en la construcción de diversas territorialidades. Son "*territorialidades de diversas redes de sujetos, con la formación de sistemas territoriales*" (Bartoli 2020).

Ante la diversidad urbana, para poder alcanzar la meta de "*Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*", es necesario reconocer los diferentes tipos de entornos urbanos existentes en la Isla

3. La rabeta es un pequeño motor de propulsión que se acopla al casco.

de Marajó y promover debates junto con los organismos públicos para proponer la implementación de servicios básicos de infraestructura en los núcleos urbanos de manera específica en cada uno de ellos. El objetivo principal es garantizar que las particularidades geográficas (ubicación, construcción de viviendas adecuadas e implementación de infraestructura urbana) sean consideradas en los planes de gestión. Este factor será determinante para tener una visión general de las áreas más vulnerables en términos de acceso a la urbanidad, a través de la implementación de políticas públicas y servicios que se ajusten a la realidad territorial de la Isla de Marajó.

Dimensión de la educación para la sostenibilidad: salud planetaria

La salud planetaria es un concepto que promueve un campo de investigación transdisciplinario, importante para comprender la interrelación y la interdependencia entre los seres humanos y el medio ambiente (Whitmee *et al.* 2015). Este concepto se basa en fundamentos prácticos y busca, a través de acciones individuales y colectivas, salvaguardar la salud del planeta y, en consecuencia, la salud de las personas. Como enfoque transdisciplinario, la Salud Planetaria permite conexiones entre todas las áreas del conocimiento. Por lo tanto, es una discusión que propone un nuevo enfoque hacia los ODS a través de métricas que abordan cuestiones de emergencia discutidas en el contexto de la Agenda 2030 y la diversidad urbana en la Amazonía brasileña. Educar a niños y jóvenes a través de una *Educación en Salud Planetaria* significa permitir diálogos entre diversas áreas de conocimiento, destacando la responsabilidad hacia la salud humana y la salud ambiental, capacitando a los niños y jóvenes para que sean líderes futuros en causas emergentes y brindándoles mejores condiciones de vida.

Al ser un enfoque transversal, se puede observar que la Salud Planetaria impregna todas las metas de todos los ODS. Sin embargo, en este tema se enfoca la discusión en los ODS asociados a la temática de la Educación (ODS 4 - *Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*), discutiendo sus metas y las necesidades de adaptación al contexto socio-territorial de Marajó. En este sentido, el Programa Ciudades Sostenibles (PCS 2017) complementa este ODS y destaca la necesidad de integrar la educación formal y no formal: conocimientos, valores y habilidades.

Los municipios de la Isla de Marajó cuentan con 1.255 escuelas, de las cuales 143 se encuentran en áreas urbanas y 1.112 están oficialmente definidas como rurales, atendiendo a 172.573 estudiantes matriculados. Del total de estudiantes

matriculados, 68.722 estudian en áreas urbanas y 103.851 en áreas rurales (TCM-PA 2022). En 2022, se publicó un informe con un Proyecto de Fortalecimiento de la Educación en los municipios del estado de Pará, destacando la necesidad de desarrollar acciones en Marajó, considerando los problemas educativos existentes, cuyos indicadores muestran un bajo rendimiento en la red educativa en todos los municipios de la isla y altas tasas de abandono escolar.

Un dato relevante destacado en el informe del Índice de Desarrollo de la Educación Básica (IDEB) es el promedio de reprobación en los municipios que componen Marajó, señalando que la tasa promedio de reprobación de los estudiantes es del 17,22% en los años iniciales y del 15,21% en los años finales, siendo la tasa más alta de reprobación en el estado de Pará, lo que también implica altas tasas de desfase edad-grado. Todos estos problemas están relacionados con otros indicadores, como el Aprendizaje Adecuado, evaluado a través de los datos de la Prueba Brasil, donde los resultados muestran un nivel insuficiente de aprendizaje adecuado en el nivel básico de los estudiantes de Marajó (TCMPA 2022).

Ante el panorama educativo presentado en estos informes para la Isla de Marajó, es importante tener en cuenta que existen indicadores cuantitativos que, aunque necesitan ser fortalecidos, proporcionan un diagnóstico general de la Educación formal. Por lo tanto, se optó por presentar nuevos indicadores que puedan contribuir a una comprensión más amplia e inclusiva de la Educación, destacando las particularidades de la región amazónica, más específicamente de la Isla de Marajó. Las métricas propuestas para la *Educación en Salud Planetaria* tienen como objetivo resaltar la necesidad de representar mejor los aspectos de la educación no curricular, que definen los modos de vida y están estrechamente relacionados con la naturaleza (Cuadro 1). Uno de los factores importantes es comprender la percepción de los residentes sobre el espacio en el que viven, considerando la fragilidad del entorno en el que se encuentran. Por lo tanto, las métricas propuestas tienen la intención de re(pensar) las prácticas educativas e institucionales que promuevan una formación crítica, responsable y resiliente con el ambiente, teniendo en cuenta los problemas que afectan gravemente la salud humana y ambiental.

Dimensión de organización social: organización de la sociedad civil

Las estrategias adoptadas por las Naciones Unidas (ONU) para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible incluyen movilizar los recursos necesarios para implementar una agenda de trabajo a través de asociaciones globales, involucrando a diferentes actores en diferentes niveles (ONU 2015), como gobiernos locales, actores no estatales, sociedad civil y sector privado. En este contexto, los gobiernos nacionales son responsables de implementar las agendas de trabajo para alcanzar los objetivos de desarrollo. Sin embargo, hay una considerable presencia de actores no estatales involucrados, considerados instrumentos efectivos e innovadores para lograr los objetivos en la política de desarrollo sostenible (Beishem 2012; Boecha 2021).

La presencia de diferentes actores sociales en la implementación de políticas públicas con metas globales, o incluso a nivel nacional, es extremadamente importante para la consolidación y legitimidad de las agendas de sostenibilidad. En este contexto estratégico, las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) desempeñan un papel relevante en este proceso, destacándose como protagonistas en las relaciones multinivel, que involucran relaciones nacionales, globales y multilaterales centradas en los ODS (Mello & Pereira 2022). Estas organizaciones surgen a través de la participación social, enfocándose en el desarrollo de acciones de interés público y colectivo, sin fines de lucro (Mello & Pereira 2022) y desempeñan un papel importante junto a las organizaciones locales y en la capilaridad de las políticas públicas, además de contribuir a la adopción de políticas contextualizadas con la realidad local y fomentar los cambios sociales necesarios.

En Brasil, hay 815.676 organizaciones de la sociedad civil en actividad, el 41,5% de estas organizaciones se concentra en la región Sudeste, el 24,7% se encuentra en el Noreste y la región Norte se encuentra en último lugar en el ranking, concentrando el 7,2% de las OSC del país (IPEA 2021). En la Isla de Marajó, el contexto de las organizaciones refleja la necesidad de pensar en acciones estratégicas para invertir y apoyar a las organizaciones a nivel regional. Un estudio realizado por el programa "Escucha Marajó", como parte del proyecto Viva Marajó, mapeó organizaciones de la sociedad civil y líderes que trabajan en la región, un total de 62 organizaciones, y encontró que la mitad de ellas están representadas por entidades de la sociedad civil, y la otra mitad por instituciones vinculadas al poder público.

Las instituciones con mayor alcance en la región están involucradas en el Colegiado de Desarrollo Territorial del Marajó (CODETEM), relacionado con el Territorio de la Ciudadanía, una política coordinada por el Ministerio de Desarrollo

Agrario (MDA), que representa la red de articulación más grande de la región. En la composición de liderazgos participan miembros de la sociedad civil marajoara, como el movimiento social de pescadores, de mujeres, de trabajadores y trabajadoras rurales, de organizaciones culturales y de la iglesia católica, a través de la Prelatura de Marajó y la Diócesis de Ponta de Pedras. Además de estas instituciones, el estudio del programa “Escuta Marajó” destaca las acciones de organizaciones como el Museo del Marajó, Caruanas - cultura y ecología, y Lupa Marajó, así como instituciones de investigación como el Museo Paraense Emilio Goeldi, que mantiene una base científica en la Isla de Marajó (Estación Científica Ferreira Penna, en la Floresta Nacional de Caxiuanã).

Todas estas instituciones representan una fuerte posibilidad de articulación a nivel regional para establecer asociaciones y coordinar acciones necesarias para incluir la diversidad urbana en la Amazonía en el contexto de los ODS. Sin embargo, la actuación e inversiones dirigidas a las instituciones en esta región presentan ciertas fragilidades, como la garantía de la sostenibilidad financiera de las instituciones consideradas aisladas de los grandes centros. Es importante garantizar la autonomía de estas organizaciones, brindándoles seguridad para actuar de manera amplia y efectiva, especialmente en lo que respecta al monitoreo de las políticas públicas socioambientales (Instituto Peabiru 2013). Las organizaciones de la sociedad civil tienen un papel relevante como agentes sociales en la implementación de la Agenda global, considerando la alineación entre las áreas de actuación y las metas de los ODS. Por lo tanto, las OSC trabajan en conjunto con las instituciones gubernamentales para definir estrategias de acción y monitoreo de los proyectos. Sin la inversión necesaria, estas instituciones se ven impedidas de actuar en diferentes niveles de organización.

En el contexto de los ODS, la organización social y la participación de la sociedad civil en los espacios de toma de decisiones se abordan en el marco de la meta 7 del ODS 16 - *Garantizar la adopción de decisiones responsivas, inclusivas, participativas y representativas en todos los niveles*. En 2014 se creó el Grupo de Trabajo de la Sociedad Civil para la Agenda 2030 (GT Agenda 2030), compuesto por 50 participantes, incluyendo ONG, movimientos sociales, foros y fundaciones brasileñas (Escuerdo 2020). Las acciones del GT incluyeron desde dar visibilidad a los ODS, resaltando los impactos en las personas y los territorios, hasta recopilar, analizar y producir contenido que informa sobre el desempeño de las acciones para alcanzar las metas, divulgado anualmente en el Informe Luz (GT Agenda 2030, S/D). De las instituciones participantes en el GT, solo el Instituto Internacional de Educación de Brasil (IEB) opera en la región de Marajó, lo que demuestra

la necesidad de incluir a las instituciones que representan a las organizaciones ubicadas en las ciudades ribereñas de la Amazonía.

En una escala más amplia, la implementación de las metas de los ODS en Brasil presenta una serie de desafíos que reflejan el contexto de múltiples crisis económicas y políticas contrarias a la democracia y al desarrollo de políticas ambientales, lo que compromete la alineación en favor de las causas lideradas por la ONU y repercute en el logro de las metas establecidas. Es en este sentido que se hace necesario aumentar la participación social en la toma de decisiones, considerando que los residentes conocen las necesidades de su ciudad, y aumentar el número de iniciativas para fortalecer y fomentar las organizaciones sociales civiles que operan en la región.

Estas cuestiones que se superponen a la necesidad de crear indicadores resaltan la necesidad de asistencia en el proceso de implementación de las metas, adaptación y monitoreo de los indicadores existentes. Considerando estos aspectos, la contribución de este trabajo consiste en sugerir métricas para observar la participación de las OSC en los espacios de toma de decisiones, su fuerza de acción frente a la población, la sostenibilidad financiera, la equidad de género y étnica en estos espacios sociales (Cuadro 1).

Consideraciones finales

La Agenda 2030 propone nuevas perspectivas para superar el desarrollo desigual de manera sostenible, tanto en Brasil como en el mundo. Pero, *¿De qué manera estas metas abarcan ciudades como las de la Isla de Marajó? ¿De qué manera contribuyen a superar los múltiples territorios y sus particularidades ambientales, culturales, económicas, geográficas y sociales?* El desajuste entre las expectativas de los indicadores derivados de esta Agenda y la realidad local refuerza la inadecuación de los dispositivos operativos y metodológicos para el estudio de la sostenibilidad urbana en la Amazonía. Este hecho revela la necesidad de incorporar los procesos que originan y definen las características de lo urbano-amazónico, así como la importancia de un enfoque dirigido a las demandas y características de cada región. Esto se denomina, en el contexto de la Agenda 2030, el proceso de territorialización de los indicadores. El cumplimiento de la Agenda 2030 de los ODS en la Isla de Marajó solo será posible si se incluye la diversidad territorial de la Isla de Marajó, incluyendo las prácticas culturales, sociales, ambientales y económicas como factores importantes y determinantes en los proyectos de desarrollo local.

Cuadro 1 Resumen de métricas para la composición de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad urbana en el contexto geográfico de la Mesorregión de Marajó.

DIMENSIÓN	ODS	PROPUESTA DE INDICADORES COMPLEMENTARIOS	JUSTIFICACIONES Y POSIBILIDADES
SOCIOAMBIENTAL	<p><i>Objetivo 12:</i> "Asegurar patrones de producción y consumo sostenibles"</p> <p><i>Objetivo 14:</i> "Conservación y uso sostenible de los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variables y tipos de uso del suelo y ocupación del territorio predominantes, discriminados por tipo de ecosistema. • Mapeo de la ubicación de las viviendas de las comunidades tradicionales. • Tipo y cantidad de residuos peligrosos generados por habitante. • Proporción de residuos peligrosos tratados, discriminados por tipo de tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la relación entre los patrones de producción y consumo sostenibles a partir de la relación entre la sociedad y la naturaleza. • Reducir las complejidades del ordenamiento espacial del territorio considerando las peculiaridades sociales, culturales y ambientales del Marajó. • Incluir la relación humano-naturaleza como factores determinantes de la organización y dinámica espacial de las ciudades. • Incluir la calidad del agua como fundamental para las ciudades ribereñas y sus habitantes.
	<p><i>Objetivo 8:</i> "Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos y todas"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de trabajadores formales e informales empleados en actividades relacionadas con las cadenas de productos de la sociobiodiversidad. • Información socioeconómica por hogar (número de personas con acceso a beneficios, número de personas responsables alfabetizadas). • Porcentaje de ingresos tributarios municipales propios. • Porcentaje de empresas en el municipio que producen o venden productos relacionados con la biodiversidad local. • Estrategias enfocadas en el turismo sostenible o comunitario. • Número de bancos comunitarios (moneda social local). 	<ul style="list-style-type: none"> • El nivel de empleo formal favorece a las familias para acceder a beneficios de seguridad social, ingresos regulares y sistemas de crédito (a través de moneda social). • La explotación económica de la biodiversidad amazónica puede ser considerada como una de las expresiones de la articulación entre el medio rural y urbano. • Posibilidad de ofrecer crédito a personas físicas y jurídicas. • Potencial para impulsar el turismo generando empleo e ingresos.
SOCIOECONÓMICA			

Cuadro 1 Resumen de métricas para la composición de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad urbana en el contexto geográfico de la Mesorregión de Marajó (*continuación*).

DIMENSIÓN	ODS	PROPUESTA DE INDICADORES COMPLEMENTARIOS	JUSTIFICACIONES Y POSIBILIDADES
GESTIÓN DEL TERRITORIO	Objetivo 6. "Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos y todas"	<ul style="list-style-type: none"> Tasa de ocupación desordenada en áreas periurbanas. Tasa de ocupación en áreas de ocupación irregular, insegura y desordenada. 	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la importancia de la dinámica regional. Asegurar las particularidades urbanas para poder implementar políticas públicas de infraestructura urbana adecuadas a la diversidad urbana.
	Objetivo 7. "Garantizar el acceso a energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos y todas"	<ul style="list-style-type: none"> Número de viviendas conectadas a la red general de alcantarillado, agua potable y recolección de basura. 	<ul style="list-style-type: none"> Proponer metodologías de planificación urbana y regional que sean sensibles a la realidad geográfica de las ciudades de la Isla de Marajó.
	Objetivo 9.1. "Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación"	<ul style="list-style-type: none"> Movilidad pendular según los microdatos del IBGE (perfil de los residentes que realizan desplazamientos pendulares: estudio y trabajo). 	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar el transporte fluvial de calidad y seguro y su importancia en las diversas territorialidades.
	Objetivo 11. "Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles"		
	Objetivo 11.2. "Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y todas"		

Cuadro 1 Resumen de métricas para la composición de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad urbana en el contexto geográfico de la Mesorregión de Marajó (*continuación*).

DIMENSIÓN	ODS	PROPUESTA DE INDICADORES COMPLEMENTARIOS	JUSTIFICACIONES Y POSIBILIDADES
EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD	Objetivo 4. "Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos y todas"	<ul style="list-style-type: none"> • Número de escuelas en las que las propuestas interdisciplinarias en educación ambiental se abordan como tema transversal en el currículo. • Alianzas entre escuelas y comunidades para la educación ambiental. • Apoyo financiero dirigido al desarrollo de proyectos para la escuela y la educación ambiental. • Percepción del residente sobre el espacio en el que vive. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar disciplinas interdisciplinarias relacionadas con la educación ambiental. • Aumentar la colaboración entre las escuelas y la comunidad en relación con la conciencia ambiental. • Incluir la percepción de los residentes como aspecto fundamental para la elaboración de propuestas y metodologías de educación ambiental.
ORGANIZACIÓN SOCIAL	Objetivo 16.7. "Garantizar la adopción de decisiones inclusivas, participativas y representativas en todos los niveles"	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de participación social en la toma de decisiones. • Perfil de sostenibilidad financiera de las organizaciones. • Número de iniciativas de fortalecimiento e incentivo a las organizaciones de la sociedad civil que operan a nivel regional. • Número de residentes ribereños y quilombolas que participan en el liderazgo de las organizaciones. • Número de mujeres en el liderazgo de las organizaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la participación social en la toma de decisiones. • Asegurar iniciativas de fortalecimiento e incentivo a las organizaciones de la sociedad civil que operan a nivel regional. • Asegurar una mayor participación de los residentes ribereños y quilombolas en espacios de liderazgo en las organizaciones y toma de decisiones. • Fomentar la participación de las mujeres en espacios de liderazgo en las organizaciones.

El esfuerzo de sintetización de dimensiones para el análisis de la sostenibilidad de las ciudades en el contexto de la Mesorregión de Marajó ha resultado en un cuadro sinóptico de indicadores que ayudan a comprender la sostenibilidad urbana en un contexto de diversidad urbana. Dividido en cinco dimensiones principales, se puede observar el papel fundamental de la interdisciplinariedad para la comprensión de los elementos sutiles del proceso de urbanización. La construcción final de un sistema de indicadores, obviamente, requiere una investigación mucho más detallada para poder definir parámetros de sostenibilidad y una articulación con algunos municipios de la Mesorregión de Marajó y sus asociaciones, a fin de viabilizar la recolección regular de cierta información que no está incluida en las investigaciones de organismos oficiales.

Nuestro objetivo fue brindar aclaraciones y propuestas de métricas interesantes que amplíen la mirada sobre la urbanización en ciudades que no están completamente convertidas en urbanas-industriales, donde persiste un estrecho vínculo con la naturaleza y sus ciclos. Sin embargo, creemos que la construcción de un sistema de indicadores de sostenibilidad urbana a nivel regional puede ser un desarrollo concreto de la presente propuesta, y las personas que suscriben este texto se ofrecen a dialogar con instituciones interesadas en esta discusión.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

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**. Berlin, 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://mapaosoc.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_obj_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/>

KRONEMBERGER, 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.I.], 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 los autores

Camila Amaral Pereira es Economista por la Universidad Federal de Ouro Preto (UFOP), Máster en Desarrollo Económico por la Universidad Federal de Campinas (UNICAMP) y Doctora en Historia Económica por la Universidad de São Paulo (USP). Actualmente es investigadora en el Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA). <https://orcid.org/0000-0003-0035-6536>

Heloísa Corrêa Pereira es licenciada en Turismo por la Universidad Federal de Amazonas (UFAM), máster en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad en la Amazonia por la UFAM y doctora en Demografía por la Universidad Estatal de Campinas (UNICAMP). Actualmente es investigadora titular del Instituto de Desarrollo Sostenible de Mamirauá (OS/MCTI). <https://orcid.org/0000-0002-2088-518X>

Juan Carlos Amilibia Gómez es Biólogo por la Universidad Central de Venezuela (UCV), con maestría en Ecología UCV. Actualmente es especialista en el programa ONG Amazonia de Provita. <https://orcid.org/0000-0001-8265-5614>

Monique Bruna Silva do Carmo es Geógrafa por la Universidad de Vale Paraiba (UNIVAP), con maestría y doctorado en Planificación Urbana y Regional por la UNIVAP. Actualmente es investigadora postdoctoral en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) e investigadora asociada del Centro de Análisis de Paisajes Socioecológicos (CASEL - Indiana University) y del Laboratorio de Estudios de las Ciudades de la UNIVAP. <https://orcid.org/0000-0003-2743-5883>

Paula Regina Humbelino de Melo es licenciada en Ciencias: Biología y Química por la Universidad Federal de Amazonas (UFAM), tiene un Máster en Enseñanza de las Ciencias y Humanidades por la UFAM y es doctoranda en Enseñanza de las Ciencias por la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS). Actualmente es profesora en la Universidad Federal de Amazonas (UFAM). <https://orcid.org/0000-0002-0560-2938>

Renata Maciel Ribeiro es licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidade Federal Fluminense (UFF), máster en Teledetección por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) y doctoranda del programa de Ciencias del Sistema Terrestre del INPE. Actualmente es investigadora asociada del Laboratorio de Investigación en Sistemas Socioambientales del INPE. <https://orcid.org/0000-0003-3081-4446>

Welbson do Vale Madeira es Economista por la Universidad Federal de Maranhão, con maestría en Economía por la Universidad del Estado de São Paulo (UNESP), doctorado en Desarrollo Socioambiental por la Universidad Federal de Pará (UFPA) y posdoctorado en Economía Política por la Universidad Federal Fluminense (UFF). Actualmente es profesor del Departamento de Economía y del Programa de Postgrado en Desarrollo Socioeconómico de la Universidad Federal de Maranhão (UFMA). <https://orcid.org/0000-0003-0958-8894>



Derechos territoriales y conservación de la diversidad biocultural en la Amazonía: un caso sobre demarcación y titulación de territorios indígenas y cimarrones en Brasil, Ecuador y Surinam

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

* Autor de correspondencia: viviana.buitronc@gmail.com; louise_ribeiro@hotmail.com; mayra.sumter@uvs.edu

RESUMEN

Estudios recientes muestran cada vez más el papel imperativo de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales en la conservación y manejo sostenible de la Amazonía en el contexto de la emergencia climática, arrojando luz sobre lo que las organizaciones indígenas y cimarronas vienen reclamando desde hace décadas. Este artículo analiza qué medidas deben tomarse junto con la demarcación y titulación territorial para garantizar la conservación de la diversidad biocultural en la Panamazonia. Para ello, se centra en tres estudios de caso que representan diferentes etapas de los procesos de reconocimiento de derechos territoriales: los territorios indígenas en Yasuní en Ecuador, el Territorio Indígena Arara do Rio Amônia en Brasil y el Pueblo Cimarrón Saamaka en Surinam. Al analizar las principales amenazas y los principales actores involucrados en cada estudio de caso, este artículo esboza soluciones exitosas y recomienda posibles innovaciones que deberían acompañar al reconocimiento de los derechos territoriales para garantizar la conservación de la diversidad biocultural de la Amazonia.

Palabras clave: derechos territoriales, diversidad biocultural, pueblos indígenas, comunidades cimarrones, Panamazonia.

Introducción

En las últimas conferencias de Cambio Climático de la ONU celebradas en Glasgow (COP 26, Escocia) en 2021 y en Sharm El Sheikh (COP 27, Egipto) en 2022, la *Articulação dos Povos Indígenas do Brasil* (2021) puso sobre la mesa la demanda sobre de que ‘no hay solución a la emergencia climática sin pueblos y tierras indígenas’. Agrupadas por la Coordinadora de Organizaciones Indígenas de la Cuenca del Río Amazonas (COICA), así como el movimiento negro brasileño *Coalizão Negra por Direitos*, estas delegaciones insistieron en la importancia de la demarcación de territorios indígenas y cimarrones para la reducción de la deforestación y la conservación ambiental.

Lanzado en la COP 26 en una iniciativa sin precedentes, el Panel Científico por la Amazonía reunió a más de 200 expertos de diversas áreas en torno al propósito de evaluar la situación actual de la cuenca amazónica y sus más de 47 millones de habitantes en diálogo con los pueblos originarios y las comunidades locales. Al mirar a la Panamazonía como una región del sistema planetario, el Informe de Evaluación de la Amazonía se basa en las transformaciones socioecológicas ocurridas en los últimos 50 años y llama a la necesidad de encontrar soluciones y definir caminos futuros para el desarrollo sustentable de la región y sus pueblos (Nobre et al. 2021).

De este informe de 1.200 páginas surgen dos conclusiones principales. La primera es el reconocimiento de que la región está más cerca que nunca de su punto de inflexión, es decir, un punto de no retorno en términos de degradación socioambiental. La segunda es la afirmación de que el reconocimiento y ejercicio de los derechos territoriales de los pueblos originarios y comunidades tradicionales constituye un mecanismo clave para la conservación de la diversidad biocultural de la Amazonía (Nobre et al. 2021, ver capítulos 10, 13 & 31). Ampliando el concepto de sociobiodiversidad, la noción de diversidad biocultural parte desde la relación inseparable entre biodiversidad y diversidad cultural (incluyendo naturaleza, territorio, saberes, idiomas, formas de vida y gobernanza), en la medida en que la conservación de la primera va de la mano con la conservación de la segunda (Athayde et al. 2021). Al mismo tiempo, los académicos también han destacado la gran brecha entre el reconocimiento constitucional y la operativización de los derechos étnico-territoriales de las comunidades tradicionales y nativas (Berling & Vanhulst 2015).

En vista de ello, el propósito principal de este trabajo es abordar la cuestión sobre sobre qué medidas deberían tomarse junto con la demarcación y titulación territorial para garantizar la conservación de la diversidad biocultural en la

Panamazonía. Para abordar este tema, este artículo se centra en tres estudios de caso que representan diferentes etapas de los procesos de legislación y reconocimiento de derechos territoriales: los territorios indígenas en Yasuní en Ecuador, el Territorio Indígena Arara do Rio Amônia en Brasil y el territorio reclamado por el Pueblo cimarrón Saamaka en Surinam (Figura 1). Al analizar y comparar las principales amenazas y desafíos enfrentados en cada estudio de caso, así como los principales actores involucrados, este artículo tiene como objetivo esbozar soluciones exitosas y posibles innovaciones que deberían acompañar el reconocimiento de derechos territoriales para asegurar la conservación de la diversidad biocultural en la Amazonía en el contexto de emergencia climática. Si bien los pueblos indígenas y las comunidades cimarronas han propuesto la mayoría de las soluciones delineadas a lo largo de sus trayectorias de lucha, las innovaciones pretenden ser contribuciones originales de los autores de este artículo (Alencar 2022) basadas en las experiencias aprendidas de cada estudio de caso, en diálogo con la literatura especializada y las demandas de los movimientos sociales.

A pesar de la existencia de un amplio marco legal en materia de reconocimiento de derechos territoriales y demarcación y titulación de territorios de pueblos indígenas y comunidades tradicionales a nivel internacional, lo que atestigüamos a nivel nacional, especialmente en los países panamazónicos, es que estos no son derechos plenamente disfrutados por estas poblaciones, ya sea por falta de previsión legal en la legislación interna o por falta de aplicación de las leyes existentes. Es importante resaltar que los estudios de caso analizados en cada país pasan por diferentes procedimientos de demarcación y/o titulación de tierras. Por un lado, la demarcación de tierras se refiere al proceso de definición y reconocimiento oficial de los límites geográficos de los territorios indígenas en Brasil. Este proceso se suele denominar en Ecuador 'delimitación', que en Brasil se aplica específicamente al caso de los territorios cimarrones. Por otro lado, la titulación de tierras puede entenderse como el mecanismo legal para regularizar la ocupación de tierras públicas según la delimitación de los territorios tradicionalmente habitados por quilombolas y cimarrones en los contextos brasileño y surinamés, respectivamente.



Figura 1 Pueblos indígenas y comunidades cimarronas en la Panamazonia. A: Ubicación de territorios indígenas en diferentes etapas de demarcación (RAISG 2020), territorios cimarrones que están delimitados en Brasil y bajo demanda en Surinam (Brasil: INCRA; Surinam: Planatlas 1988; ACT 2001), y áreas de conservación. Tenga en cuenta que la información disponible sobre los territorios cimarrones en Brasil es dispersa y no está actualizada, ya que para 2022 había más de 1.000 comunidades cimarronas en la Amazonia brasileña, y al menos la mitad de ellas están en proceso de delimitación territorial (FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES 2022). B: El pueblo indígena Waorani (Fuente: www.amazonfrontlines.org). C: El pueblo indígena Apolima Arara (Fuente: Blog Lindomar Padilha). D: El pueblo cimarrón Saamaka (Fuente: Waterkant.net).

De acuerdo con el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales (1989, artículos 14 y 15), se reconocerán los derechos de propiedad y posesión de los pueblos indígenas y tribales sobre las tierras que tradicionalmente habitan y los gobiernos tomarán las medidas necesarias para determinar estas tierras y asegurar la protección efectiva de esos derechos. Además, los derechos de los pueblos indígenas y tribales sobre los recursos naturales que se encuentran en sus tierras deben ser especialmente protegidos, incluido el derecho a participar en el uso, manejo y conservación de tales recursos.

Es importante destacar que Brasil y Ecuador son signatarios del Convenio 169, el cual ha sido ratificado por ambos parlamentos, por lo que sus disposiciones ya forman parte de las legislaciones nacionales. Sin embargo, Surinam aún no se ha adherido a esta Convención. En Ecuador, el Territorio Indígena Waorani en

Yasuní fue reconocido y establecido en 1990, abarcando un área que coincidía con el Parque Nacional Yasuní (creado en 1979 y en constante redelimitación), el cual fue reconocido en 1989 como Reserva de la Biosfera por la UNESCO (Crespo Plaza 2007). Considerada como una de las constituciones más progresistas de América Latina, la Constitución ecuatoriana de 2008 reconoció los derechos de la naturaleza (artículo 71) y el derecho colectivo a 'vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*', declarando además de interés público 'la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados' (artículo 14). La Constitución del Ecuador también reconoce y garantiza a las comunas, comunidades y pueblos indígenas varios derechos colectivos, entre ellos el de mantener la posesión de las tierras y territorios ancestrales y obtener su libre adjudicación (artículo 57, n. 5), preservar y desarrollar sus propias formas de convivencia y organización social, y la generación y ejercicio de autoridad en sus territorios legalmente reconocidos y en las tierras comunitarias de posesión ancestral (n° 9).

En la Amazonía brasileña, el Territorio Indígena Arara do Rio Amônia fue una de las 13 tierras indígenas en las etapas finales del proceso de demarcación identificadas para ser homologadas según el Informe Final del Grupo Técnico de Pueblos Indígenas del Gobierno de Transición en 2022. Esto significa que los requisitos definidos por el Decreto n° 1.775, del 8 de enero de 1996, que establece el procedimiento administrativo de demarcación de tierras indígenas, ya habían sido cumplidos en su totalidad, de conformidad con el Estatuto Indígena (Ley n° 6.001/1973) y el artículo 231 de la Constitución brasileña. Es importante señalar que en un caso de sentencia anterior del Territorio Indígena Raposa Serra do Sol, la Corte Suprema de Brasil había creado las llamadas 'salvaguardias institucionales', que en lo sucesivo constituyeron 'nuevos' requisitos para las demarcaciones de tierras indígenas como resultado de una interpretación del artículo 231 de la Constitución brasileña. En las deliberaciones en curso sobre el proyecto de ley del Marco Temporal, aún no se ha determinado si estas nuevas normas tendrán un impacto general y sustituirán a los requisitos del Decreto n° 1.775/1996. El proyecto de ley del Marco Temporal (PL 490/2007) solo reconoce las reivindicaciones indígenas sobre las tierras que, de forma comprobada, estaban ocupadas y eran utilizadas por ellos para su producción y reproducción física y cultural en el momento de la promulgación de la Constitución de 1988. En mayo de 2023 se aprobó en la Cámara de Diputados el proyecto de ley Marco Temporal. La votación se desarrolló en un proceso acelerado para atender los intereses de

diputados vinculados a la bancada ruralista, el lobby minero y explotador de estos territorios. A pesar de la fuerte resistencia y movilización de las organizaciones y pueblos indígenas, el proyecto de ley se encuentra actualmente en el Senado. De aprobarse, las consecuencias para su lucha por los derechos territoriales podrían ser devastadoras.

Por último, en la Constitución de Surinam no existe ninguna disposición para el reconocimiento, demarcación o titulación de tierras indígenas y tribales. Sin embargo, por ser miembro de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Surinam está obligado por el Sistema Interamericano de Derechos Humanos y, por lo tanto, ha sido objeto de procesos judiciales llevados a cabo por la Corte Interamericana de Derechos Humanos, tales como el Caso Saramaka vs. Surinam en 2007. En el veredicto de este caso, la Corte dictaminó que el Estado de Surinam debe eliminar o modificar las disposiciones legales que impiden la protección de los derechos de propiedad del pueblo Saamaka¹ y adoptar en su legislación interna, mediante consultas previas, efectivas y plenamente informadas con el pueblo Saamaka, las medidas legislativas y administrativas necesarias para reconocer, proteger, garantizar y hacer efectivo el derecho del pueblo Saamaka a poseer títulos colectivos de propiedad del territorio que tradicionalmente han usado y ocupado. Esta sentencia incluyó tanto las tierras como los recursos naturales necesarios para su supervivencia social, cultural y económica, y que son requeridos para administrar, distribuir y controlar efectivamente dicho territorio, de conformidad con sus leyes consuetudinarias y el sistema tradicional de tenencia colectiva de la tierra, sin perjuicio de otras comunidades tribales e indígenas. Después de más de una década, el Estado de Suriname ha fallado sistemáticamente en enmendar adecuadamente su legislación y políticas. Así, Surinam no ha tomado medidas para garantizar los derechos colectivos de las comunidades indígenas y tradicionales siguiendo la decisión/jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Koorndijk 2019).

En los últimos cincuenta años en América Latina, el reclamo de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales por el reconocimiento de sus derechos colectivos se ha incrementado progresivamente más allá de la arena legal de los derechos por la tierra para convertirse en una lucha política por los derechos sobre el territorio (Porto-Gonçalves 2002, Arruti 2022). Si bien el territorio es un concepto polisémico, con ontologías plurales y múltiples interpretaciones, en términos amplios puede definirse como un espacio multidimensional al que se le

1. Como se llaman a sí mismos.

atribuyen diferentes significados (jurídicos, políticos, económicos, culturales etc.) por parte de los grupos humanos que colectivamente lo experimentan, lo delimitan, se apropian de él o ejercen poder sobre él a través de sus relaciones. Por lo tanto, asegurar y proteger el territorio surgió como un reclamo imperativo de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales para garantizar la (re)creación de sus prácticas ecológicas, económicas y culturales y la (re)producción de sus saberes ecológicos y diversidad biocultural – los que en la Amazonía han sido manejados por los pueblos originarios desde hace más de 12.000 años (cf. Escobar 2010; Neves 2022). En otras palabras, como lo expresó elocuentemente Leff (2021), el territorio está en el corazón de la ecología política latinoamericana.

La delimitación de territorios y fronteras nacionales durante la creación de la mayoría de los Estados-nación amazónicos en los siglos XIX y XX puede describirse como un proceso bastante violento, impulsado por la expansión capitalista regional de las fronteras de los *commodities*, como caucho, oro, petróleo, entre otros, y sus despiadados ciclos económicos globales. La percepción occidental de la Amazonía como un territorio vacío y prístino para ocuparse y como un depósito ilimitado de recursos salvajes para domesticar y explorar prevalece hasta el día de hoy. Esta percepción eurocéntrica solo choca... con las cosmovisiones de la mayoría de los pueblos nativos amazónicos -y comunidades tradicionales-, para quienes el territorio es el 'elemento fundamental' en torno al cual se articulan todos los aspectos de sus formas de vida, cultura e identidad colectiva (High 2020, Scazza & Nenquimo 2021) y cuya relación con él "no es de propiedad, explotación y apropiación, sino de respeto y gestión de un bien común" que sirve a todos los seres humanos y no humanos (Articulação dos Povos Indígenas do Brasil 2021).

Estudios de casos

El territorio indígena en Yasuní en la Amazonía ecuatoriana

Ubicado en el noreste de la Amazonía ecuatoriana (Figura 2A), Yasuní es uno de los bosques con mayor biodiversidad por kilómetro cuadrado (UNESCO 2018). El área, reconocida como reserva de la biosfera por la UNESCO en 1989, tiene una superficie de 2,7 millones de hectáreas. Su área núcleo, el Parque Nacional Yasuní (PNY), tiene más de 1 millón de hectáreas. Yasuní alberga a más de 20.000 habitantes, incluidos pueblos indígenas, como los Waorani, que suman más de 3.000 (CONFENAIE nd). Dentro de este grupo, el clan Tagaeri-Taromenane (TT) pertenece a los últimos Pueblos Indígenas en Aislamiento Voluntario y Contacto Inicial (PIACI) conocidos.

Se estima que alrededor del 20% de las reservas totales de petróleo de Ecuador se encuentran en esta área bajo tierra junto con una gran cantidad de diversidad de tipos de madera de valor comercial. Estos recursos han hecho de esta zona vulnerable a través de la expansión de prácticas extractivas intensivas, reconfigurando la región como una frontera extractiva como en el caso de otros países amazónicos (cf. Cardoso de Mello & Van Melkebeke 2019, Coy et al. 2017). Debido al avance de actores externos en esta zona y su importancia para la economía nacional, Yasuní ha sido un territorio en disputa desde hace mucho tiempo, particularmente frente a la expansión de los intereses petroleros estatales y privados y su impacto en los derechos territoriales de los pueblos indígenas y el acceso a la tierra (Finer et al. 2009), en la medida en que esta expansión amenaza su movilidad histórica, seminomadismo y sus actividades de aprovechamiento forestal (Mena et al. 2000).

En cuanto al reconocimiento y delimitación territorial, desde una perspectiva histórica, las luchas por su territorio muestran la interacción de diferentes actores, el poder ejercido por el Estado y las empresas privadas sobre el territorio y los intereses relacionados con la conservación (Tabla SM 1). Los primeros rastros de presencia Waorani y los enfrentamientos con intrusos se detectaron en los primeros años del siglo XX (Figura SM1). Posteriormente, en la década de 1940, el gigante petrolero Shell inició sus operaciones de extracción en el territorio Waorani. Hasta entonces, la presencia del Estado en la Amazonía ecuatoriana era bastante marginal, desconociendo la ocupación indígena y percibiendo la región como tierras baldías. Desde mediados de ese siglo, también se inició un contacto cada vez mayor entre la misión evangelista estadounidense y los Waoranis. Estas intrusiones en su territorio causaron hostilidades contra los trabajadores petroleros y misioneros, enfrentamientos étnicos internos entre clanes y cambios en sus patrones de movilidad.

Los primeros intentos de conservación impulsaron la creación del PNY en 1979. Un año después, la empresa petrolera Texaco construyó infraestructura y una carretera en el territorio Waorani, luego conocido como Bloque 31. Desde entonces, el Estado ecuatoriano ha modificado más de una vez los límites y tamaño del parque, favoreciendo la extracción de petróleo. Recién en 1983 se reconoce y titula la primera reserva Waorani, mientras que en 1990 se crea la Reserva Étnica Waorani. Con el reconocimiento de los TT como los últimos pueblos indígenas en aislamiento, Ecuador crea la Zona Intangible Tagaeri-Taromenane (ZITT) en 1999 sin definición de límites. Esta área fue delimitada recién en 2007, ignorando la ocupación y consulta a los PIACI, y a favor de las demandas de la industria petrolera (Lu et al. 2017).

En la década de 2000, otras empresas petroleras con intereses en el área fueron Occidental Petroleum, Texaco y Petrobras, mientras que la tala ilegal también aumentó en la ZITT. Esto agravó el conflicto y empeoró la situación socioambiental, provocando fuertes manifestaciones de los Waorani, lo que llevó al gobierno nacional a bloquear la construcción de una carretera en la zona y a la Comisión Interamericana de Derechos Humanos a dictar medidas cautelares.

Con el ascenso de la izquierda progresista al poder, el Estado ecuatoriano lanzó la Iniciativa Yasuní-ITT² en 2007 para dejar el petróleo bajo tierra a cambio de pagos de carbono, posicionando a la zona en el centro de la lucha contra el cambio climático. Además, en 2008 se aprobó una nueva Constitución que incorporó de manera innovadora la cosmovisión indígena sobre la *Pacha Mama* (Madre Tierra), otorgando así derechos a la naturaleza, reconociendo la posesión de tierras comunales indígenas y territorios ancestrales y prohibiendo cualquier actividad extractiva intensiva dentro de los territorios de los PIACI. Sin embargo, la Iniciativa Yasuní-ITT fracasó en 2013. Con una excepción constitucional sobre la Declaración de Interés Nacional (DIN), el Estado legalizó la extracción petrolera dentro del PNY, cambiando su discurso ambiental y justificando las actividades petroleras con narrativas de redistribución de recursos y erradicación de la pobreza. La apuesta estatal por el modelo extractivista implica la configuración de "espacios de sacrificio" (cf. Silveira et al. 2017), donde la reorganización territorial facilita los enclaves petroleros, margina a la población local y pone en peligro sus derechos. La Iniciativa Yasuní-ITT y la apertura de la frontera petrolera impulsaron a los Waorani a reorganizar y profundizar su defensa territorial, particularmente a partir de 2010, buscando apoyo internacional para visibilizar el conflicto ante el mundo. Cabe señalar que la lucha Waorani ha combinado elementos étnicos y liderazgos claves de las mujeres Waorani (Blasco 2020), mostrando que la lucha por los derechos territoriales es estratégicamente política (Cardwell 2023).

Mientras que el gobierno de izquierda fijó las reglas para la extracción de petróleo, el partido de derecha actualmente en el poder ha continuado con la política extractiva que fomenta la expansión de la frontera petrolera. El gobierno actual anunció una licitación de un bloque petrolero en el corazón de PNY (Orozco 2023), a pesar de la moratoria petrolera de 12 meses acordada en septiembre de 2022 sobre la concesión de nuevos campos petroleros (Koenig 2022). Además, desde 2019 está en marcha una modificación de los límites del PNY que también afecta a los de la Reserva Waorani y la ZITT, la cual aún está pendiente de resolución debido a la im-

2. Ishpingo-Tambococha-Tiputini (ITT) se refiere al campo petrolero, que da nombre a la iniciativa Yasuní-ITT.

pugnación de diferentes actores, incluidas las petroleras. En agosto de 2022, la CIDH realizó por primera vez en Brasilia una histórica audiencia pública sobre las continuas violaciones de derechos del Estado contra los PIACI (Land is Life 2022).

Recientemente, a través de una consulta popular realizada en agosto de 2023, se decidió mantener indefinidamente bajo tierra el crudo del Bloque 43 en Yasuní, pedido que se venía realizando desde hace más de diez años por varias organizaciones civiles y poblaciones locales (Geografía Crítica Ecuador 2023). Sin embargo, las organizaciones ecologistas y los pueblos indígenas siguen preocupados por la aplicación de esta decisión popular y temen posibles incumplimientos gubernamentales.

Por lo tanto, independientemente del tipo de gobierno y de la regulación existente sobre reconocimiento y delimitación de tierras, el Yasuní y los pueblos indígenas, en especial los PIACI, aún enfrentan varias amenazas. Estas amenazas van desde la sobredependencia de Ecuador en la exportación de materias primas, lo que resulta en políticas públicas y legislación socioambiental que se inclinan hacia los intereses de las actividades extractivas de las empresas petroleras tanto privadas como estatales, en lugar de la conservación de la naturaleza y la diversidad biocultural, hasta la tala ilegal, particularmente dentro de la ZITT, y las sucesivas modificaciones en la demarcación de límites de la Reserva Waorani y la ZITT realizadas por el Estado, para acomodar los intereses de la industria petrolera (Lu et al. 2017). Estos constantes traslapes y cambios en la delimitación de los territorios indígenas y sus áreas de caza y recolección dentro del PNY también son responsables de los crecientes conflictos interétnicos entre los Waorani y los PIACI (Rivas 2017). Estos factores se ven agravados aún más por la falta de comprensión del Estado sobre la ocupación ancestral de los pueblos indígenas y sus patrones de movilidad (Cabodevilla 2010).

Ante estas amenazas externas y presiones internas, los pueblos indígenas del Yasuní se han organizado políticamente y se han movilizado activamente por el reconocimiento y cumplimiento de sus derechos territoriales. Han procurado su educación política y ambiental para prevenir y resistir mejor los cambios en las delimitaciones que impactan severamente sus formas de vida. Han fortalecido su red de apoyo entre actores relevantes y los líderes indígenas, especialmente las mujeres a nivel nacional e internacional, para ganar más visibilidad para su causa. Esta estrategia de visibilización también ha incluido campañas de comunicación, retransmisiones en los informativos internacionales (cf. Korn 2018) y acciones ciudadanas colectivas, especialmente en las zonas urbanas (Rivas 2017).

Al mismo tiempo, el caso de estudio de Yasuní muestra la importancia de establecer estrategias de conservación legalmente vinculantes, como los parques nacionales. Estas áreas protegidas tienen el potencial de apoyar aún más las me-

didias de conservación en los territorios indígenas y *vice versa*. En la medida en que estas estrategias se apliquen adecuadamente, el parque nacional y sus áreas de amortiguamiento pueden proteger a los pueblos nativos y sus tierras de la extracción de petróleo. Además, debido a sus prácticas ecológicas y los usos históricos de los recursos naturales, los pueblos indígenas han sido decisivos en la conservación de la diversidad biocultural y la regeneración de los ciclos naturales (Pohle 2008). Esta codependencia con la naturaleza no solo se refleja en sus prácticas diferenciadas de gestión territorial, formas de vida y gobernanza, sino que, en el caso de Ecuador, se abrió paso en la Carta Magna del país.

El Territorio Indígena Arara do Rio Amônia en la Amazonía brasileña

A fines de 2022, el movimiento indígena en Brasil conformó la Mesa Técnica de Pueblos Indígenas en el marco del Gobierno de Transición del recientemente electo presidente Lula da Silva. En su informe final, la mesa hace una evaluación crítica del desmantelamiento de las políticas indigenistas de Brasil durante el mandato del expresidente Jair Bolsonaro y sugiere algunas prioridades para la acción de emergencia del nuevo gobierno de Lula. Algunas de estas sugerencias incluyeron la revocación de normativas, como el Marco Temporal, la creación del Ministerio de los Pueblos Indígenas, el cese de la minería en Territorios Indígenas (TIs) y la demarcación de 13 TIs en los primeros 30 días de gobierno. (Grupo Técnico de Povos Indígenas 2022). Estos territorios fueron elegidos sobre la base de que se encontraban en la última fase del proceso legal de demarcación territorial, constituyéndose así en un símbolo de acción afirmativa para los derechos indígenas, después de cuatro años de negligencia y ataques por parte del gobierno de Bolsonaro.

Ubicada en el estado de Acre, en la región suroeste entre la Amazonía brasileña y peruana, el TI Arara do Rio Amônia fue una de estos 13 TIs priorizados para la demarcación (Figura 2B). El territorio tiene 20.764 hectáreas y está habitado por alrededor de 400 indígenas, con aproximadamente 80 familias, divididas en cinco grupos: Novo Destino, Hilda Siqueira, Txaná, Nova Esperança y Nova Morada (com. pers. 2023)³. El nombre Apolima-Arara tiene su origen en el mestizaje de las etnias Txama (Conibo), Amawaka, Santa Rosa, Arara y Kaxinawá (Aquino 2010). Apolima se refiere a una localidad del Perú donde residieron sus primeros antepasados. La gran mayoría de los Apolima-Arara hablan su lengua materna y, aunque predomina el idioma pano, algunos hablan portugués, español y asháninka (arauak), con quienes convivieron los Apolima-Arara (Silva & Aguiar 2011).

3. Comunicación personal entre el coautor Marcos Catelli Rocha y el agente agroforestal del pueblo Apolima-Arara, José Ângelo, Rio Branco-Acre, el 8 de febrero de 2023.

La lucha de Apolima-Arara por la demarcación territorial se remonta a finales del siglo pasado (1999). Los hitos principales se destacan en la línea de tiempo que se muestra en el material complementario (Figura SM2). Sin embargo, la lucha por su territorio ancestral es mucho más antigua, ya que está fuertemente asociada al ciclo extractivo del caucho en Acre que tuvo su auge a fines del siglo XIX cuando los primeros exploradores llegaron a la frontera brasileña-peruana. Este proceso violento estuvo marcado por la expulsión y dispersión de las poblaciones indígenas de sus territorios, además de su encarcelamiento y maltrato, especialmente hacia mujeres y niños que eran capturados y entregados a los caucheros como recompensa por su trabajo (Iglesias & Aquino 2005).

El mayor contingente de la población Apolima-Arara ha ocupado tradicionalmente las márgenes del río Amônia, en áreas que se intersectan con partes del territorio del Proyecto de Asentamiento del Instituto de Reforma Agraria (INCRA, em português), denominado PA Amônia, en la margen izquierda, y de la Reserva Extractiva Alto Juruá (RESEX) –que protege los medios de vida de las comunidades tradicionales que dependen del extractivismo (caucho, castaña y otras resinas, frutos y raíces)–, en la margen derecha. La superposición⁴ de estas áreas y una pequeña extensión del límite sur del Parque Nacional Serra do Divisor (PNSD), el TI Arara do Rio Amônia fue identificada por la Fundación Nacional Indígena (FUNAI) en 2008 (Aquino 2010) y declarada en 2009, pendiente demarcación. En cuanto a la red de actores y/o instituciones que trabajan junto a los Apolima-Arara, cabe mencionar al Consejo Indígena Misionero (Cimi), una agencia vinculada a la Iglesia Católica que ha apoyado su lucha por la demarcación de tierras, así como la agencia gubernamental para la conservación de la biodiversidad ICMBio, la ONG *Comissão Pró-Índio do Acre* (CPI-Acre) y otros pueblos indígenas como los Kampa (Río Amônia) y los Ashaninka, como se muestra en el mapa de actores (Tabla SM2).

Las principales amenazas que enfrenta actualmente Apolima-Arara están relacionadas principalmente con la construcción de carreteras, la tala ilegal y las concesiones forestales, la deforestación, la exploración de petróleo y gas, la minería y el narcotráfico. En el lado peruano de la frontera, grandes áreas de la Amazonía ya han sido asignadas a algunos de estos proyectos de desarrollo. Como ha destacado un miembro de la comunidad Apolima-Arara, muchas de estas actividades de impacto aún no han sido mapeadas, lo que muestra la necesidad de un mapeo participativo (etno-mapping) con los Apolima-Arara para georreferenciar estas

4. Para un análisis más detallado del tema de la superposición de TI y unidades de conservación –que está fuera del alcance de este trabajo–, con un enfoque en el caso Apolima-Arara, ver Arruda 2014; Rezende & Postigo 2013; Costa 2012.

amenazas y buscar formas de luchar y prevenirlas. Por ejemplo, según el dirigente y representante agroforestal de los Apolima-Arara, José Ângelo, un camino muy antiguo que conecta la tierra indígena hasta la frontera con Perú no solo es utilizado para el tráfico de drogas, sino que ‘por este pasa gente extraña y todo lo que no es bueno’ (com. pers. 2023). Además, Ângelo comenta que, dado que la TI aún está pendiente de demarcación, es difícil que los indígenas controlen esta ruta o el tráfico de personas, quienes son constantemente amenazadas, pues subraya:

El tema del narcotráfico es muy complicado porque este rastro que recorre nuestra tierra nos afecta mucho. Yo sufro muchas amenazas, ya informamos a la policía y a la Funai. Hay muchas amenazas contra los líderes, especialmente contra mí que vivo dentro de la tierra, luchando junto a la gente.

La apertura de nuevos caminos y ramales de carreteras en la región se ve agravada por la cercanía del territorio indígena al municipio. Al menos dos de los ramales de la carretera están en las inmediaciones de la TI, uno de los cuales conecta con la RESEX, donde se ha asentado mucha gente. El ICMBio ya tiene conocimiento de esta situación y es de gran preocupación para el pueblo Apolima-Arara. El otro ramal pasa por el Parque Nacional Serra do Divisor (PNSD), que es un asentamiento del INCRA. Como afirma José Ângelo, este ramal penetra el TI sin la autorización de las comunidades. Además, critica al INCRA por ‘asentar a la gente y dejarla allí; la gente no tiene nada que hacer, ellos van a invadir, así que es una preocupación muy grande para mí. Esta es una gran amenaza para la tierra, para la gente y para nuestro futuro’. El líder indígena también destaca la difícil situación del PNSD, que describe como ‘una zona de conservación donde nadie puede ni vivir, mientras que donde vivimos lo están destruyendo todo’.

Además, existe otra propuesta para construir la carretera Nuevo Itália-Porto Breu para conectar los ríos Ucayali y Juruá en Perú. Parte del trazado de la carretera limita con Brasil, en el TI Kampa do Rio Amônia. Esto preocupa especialmente a los Apolima-Arara, quienes han hecho un llamado a las autoridades –especialmente a la Funai– para que tomen las medidas necesarias para impedir esta construcción. Según un dossier elaborado por organizaciones indígenas e indigenistas de Brasil y Perú⁵, la vía tendrá severos impactos socioambientales ya que esta región transnacional cuenta con unidades de conservación y está habitada por nueve pueblos indígenas, además de comunidades tradicionales. En términos

5. Disponible en: https://apiwtxa.org.br/wp-content/uploads/2021/08/Dossie%CC%82-Estrada-Illegal-Nueva-Italia-%E2%80%93Puerto-Breu_ok.pdf. (Acceso: 10 de febrero de 2023).

más generales, impacta directamente al menos a treinta y cuatro comunidades nativas peruanas, así como a los Territorios Indígenas Kaxinawá, los Ashaninka en el río Breu, los Kampa en el río Amônia, los Arara en el río Amônia, los Kuntanawa y la Reserva extractiva Alto Juruá en Brasil.

Otra amenaza más es la presencia de residentes extractivistas tradicionales que actualmente habitan la RESEX de Alto Juruá, ya que algunos se han negado a salir de la TI y recibir la compensación del Gobierno Federal a la que entonces tendrían derecho. Como explica José Ângelo, 'muchos se quedaron aquí de mala fe, mientras que otros no querían recibir su compensación. Este tipo de gente, cuando se quedan dentro de una tierra indígena y se les pide que se vayan, se aseguran de destruir todo lo que tienen que dejar atrás'. Estos residentes no indígenas están conformados por alrededor de ocho familias y aproximadamente 20 personas, quienes perpetran todo tipo de invasiones al territorio indígena para la pesca ilegal, la caza con perros y la extracción y comercialización de madera procesada.

Ante todo esto, el dirigente Apolima-Arara, José Ângelo, destaca que el pueblo Apolima-Arara esperaba con ansias la homologación de su TI para culminar el proceso de demarcación territorial, para que no solo puedan ejercer adecuadamente sus derechos territoriales y modos de vida, sino también para recuperar y reforestar las tierras degradadas. Es importante mencionar que la región del alto Río Juruá, donde se ubica el TI Arara do Rio Amônia, es una de las áreas con mayor diversidad biológica del planeta (Brown & Freitas 2002), constituyendo un mosaico de áreas naturales protegido para la conservación tanto de sus recursos naturales (Parques Nacionales) como de los modos de vida de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales (Territorios Indígenas y Reservas Extractivas). Este mosaico integra la región fronteriza binacional que bordea el estado de Acre en el lado brasileño y el departamento de Ucayali en Perú.

En cuanto a las soluciones, este contexto transfronterizo ha permitido una gran articulación entre las organizaciones indígenas, indigenistas y ambientalistas de la región durante las últimas dos décadas⁶. Otra estrategia importante fue el desarrollo de la alianza de los pueblos del bosque, que surgió entre las décadas de 1980 y 1990. En los últimos años, esta alianza ha promovido encuentros y reuniones regionales entre pueblos indígenas y extractivistas tradicionales para fortalecer sus agendas comunes de gestión de la biodiversidad en las áreas protegidas. Ha demostrado ser muy prometedor. En palabras de José Ângelo:

6. Más información disponible en: <https://cpiacre.org.br/dinamicas-transfronteiricas/>, consultado en febrero de 2023.

Como esta división [de territorios] es solo de límites, necesitamos hacer una gestión integrada, en la que cada comunidad respete los límites de cada una. La RESEX no es diferente de una tierra indígena, la reserva tiene un plan de uso y el TI tiene un plan de manejo, ya que ambas tierras son unidades de conservación y las cosas que hacen dentro de la reserva que son ilegales también son ilegales en el TI. La gente lo hace de todos modos, pero tiene que haber algún castigo, tiene que hacerse justicia. Eso es lo que queremos, que la gente del TI y la RESEX vivan dentro de un proyecto de alianza y se involucren en esta alianza de los pueblos del bosque. [...] el problema son los que siguen aquí, la mayoría son de la RESEX. Esto todavía podría causar conflicto [...]; se realizaron varios encuentros y los Apolima-Arara no aceptan [su presencia].

Si bien la presencia de residentes no indígenas sigue siendo un problema para el TI Apolima-Arara del Río Amônia, este estudio de caso ha mostrado como la creación de una alianza de los pueblos del bosque ha permitido mejorar su convivencia con los extractivistas de la RESEX, así como para la identificación de la necesidad de un enfoque integrado de gestión del territorio que concilie las demandas comunes de la diversidad de sus habitantes, sin perjuicio de los derechos de los pueblos originarios y comunidades tradicionales. Durante el proceso de redacción de este artículo, el Territorio Indígena Arara do Rio Amônia fue finalmente demarcado por el presidente Lula el 28 de abril de 2023, último día de la 19ª edición del *Acampamento Terra Livre* en Brasilia, organizado por la APIB. Este reciente desarrollo de los acontecimientos presenta una oportunidad singular para evaluar si nuestras medidas propuestas pueden ser exitosas y/o para señalar qué alternativas deberían aplicarse junto con la demarcación de su territorio a fin de garantizar la conservación de la diversidad biocultural en el territorio de Apolima-Arara.

El pueblo cimarrón Saamaka en la Amazonía surinamesa

Surinam abarca tan solo el 2% de la selva amazónica. Sin embargo, este porcentaje cubre el 90% de la superficie forestal del país. Surinam tiene la mayor extensión de selva tropical no perturbada del mundo y una de las tasas más altas de biodiversidad. Como parte del escudo guayanés, la región del cinturón *Marowijne Greenstone*, rica en minerales, se compone principalmente de tierras altas boscosas y es donde tiene lugar la mayor parte de la minería en Surinam.

Surinam es también el único país de las Américas que no ha reconocido legalmente los derechos de los pueblos indígenas y tribales hacia sus territorios tradicionales. En 2006, el Gobierno de Surinam fue citado por la Corte Interamericana

de Derechos Humanos (CIDH) por la violación de los derechos colectivos del pueblo Saamaka (Heemskerk 2005, Koorndijk 2019, Price 2018). Los Saamaka son un pueblo tribal cimarrón con una población de más de 34.000 habitantes que viven en 71 aldeas a lo largo del río Surinam superior en los distritos de Brokopondo y Sipaliwini (Ex. Figura 2C). Se componen de 12 clanes Saamaka o Lo's. La autoridad tradicional de los Saamaka es nombrada por los líderes comunitarios llamados *Kabitens* (capitanes) y *Basja's*. El jefe supremo o *Granman*, es la cabeza de esta tribu y es elegido a través del matrilineaje. El pueblo Saamaka está organizado en la Asociación de Autoridades Tradicionales Saamaka. El Gobierno de Suriname reconoce este autogobierno de las autoridades tradicionales y proporciona a los líderes un estipendio por sus deberes/responsabilidades dentro de las comunidades.

La Saamaka fue una de las primeras comunidades en firmar un tratado de paz con el gobierno colonial en 1762 (Ej. Figura SM 3). Este tratado de paz incluía una cláusula de exclusión que establecía que los colonos no podían ocupar tierras que ya estaban habitadas por comunidades indígenas y cimarronas (Price 2018, Santokhi 2021, Smith 2019). La cláusula de exclusión fue una de las razones por las que las personas que vivían en el interior fueron 'dejadas solas' durante siglos, además del hecho de que el desarrollo se concentró principalmente a lo largo de la costa de Surinam y en la capital, Paramaribo.

En 1954, la reina Juliana de los Países Bajos llegó al pueblo de Saamaka, Kadju, para anunciar la construcción de una represa en el territorio de Saamaka. Debido a la construcción de esta represa, una gran parte del territorio Saamaka se inundó y el pueblo Saamaka fue desplazado. Las familias fueron separadas y obligadas a trasladarse río arriba (Sipaliwini), mientras que otras se relocalizaron en aldeas de transmigración a lo largo del Brownsweg (Brokopondo). En 1964, la división surinamesa de ALCOA, una empresa de aluminio de los Estados Unidos, concluyó la construcción de una represa en el territorio de Saamaka para producir electricidad para refinar bauxita. Nieuw Koffiekamp, un asentamiento que tuvo que ser trasladado después de las inundaciones, ahora se encuentra en medio de una de las vetas más prósperas y ricas en minerales del cinturón *Greenstone*.

En junio de 1982, se formularon leyes de tierras comúnmente conocidas como Decretos L para abordar el uso y la propiedad de la tierra por parte de los ciudadanos surinameses (*Decreet Beginselen Grondbeleid - De Nationale Assemblée* s.f.). Estas leyes abordaban los derechos territoriales individuales de propiedad, concesión y arrendamiento de tierras surinamesas. A pesar de esto, la integridad del territorio Saamaka se vio cada vez más socavada por numerosas concesiones de tierras a empresas multinacionales, aunque con resistencia. En 2007, finalmente falló el recurso internacional de la Asociación de Autoridades

Tradicionales Saamaka ante la CIDH y se convocó al Gobierno de Surinam a reconocer los derechos colectivos del pueblo Saamaka. El gobierno tuvo que apoyar al pueblo Saamaka con proyectos de demarcación territorial, entre otras cosas, y fue multado con SRD 600.000 (\pm U\$ 200.000 en 2006) para invertir en proyectos comunitarios en Saamaka.

El Ministerio de Desarrollo Regional, que participó en la ejecución del decreto de la CIDH, organizó una conferencia de derechos por la tierra (*grondenrechten*) en octubre de 2011 que terminó abruptamente. Un representante de las comunidades indígenas y tribales leyó una declaración en la que querían tener la propiedad sobre los recursos por encima y por debajo del suelo. Esto significaba que los ingresos de las actividades de extracción de oro, bauxita y tala de madera pertenecerían únicamente a los pueblos indígenas y tribales. El Gobierno no estuvo de acuerdo, ya que creía que estos recursos eran para el desarrollo económico de todo el país. Su contraargumento fue que la Constitución de 1987 establecía que la tierra de Surinam es una e indivisible. Según Smith (2019), esto convirtió la cuestión de los derechos territoriales entre el Gobierno y las comunidades indígenas y tribales en un conflicto.

En 2012, el gobierno nombró una comisión compuesta por representantes de diferentes órganos gubernamentales y comunidades indígenas y tribales para desarrollar una hoja de ruta para abordar los derechos territoriales. El resultado fue un proyecto de ley sobre derechos de propiedad colectiva de los pueblos indígenas y tribales que incluía derechos territoriales. Este proyecto de ley fue presentado a la Asamblea Nacional en 2019, pero no hubo seguimiento a la aprobación de esta ley. En 2020, el nuevo gobierno también tenía los derechos territoriales en un lugar destacado de su agenda política.

Esta fue la primera vez que una persona perteneciente al pueblo cimarrón fue designado vicepresidente del país. Se instalaron dos comisiones presidenciales para trabajar en la titulación de territorios para las poblaciones indígenas y cimarronas. La primera comisión presidencial se instaló en septiembre de 2020 para abordar la conversión y la modificación de las políticas de tierras. La comisión estaba formada por abogados, notarios y funcionarios fiscales, cuyo principal objetivo era modificar los Decretos-L existentes desde 1982, centrados en la propiedad individual de la tierra. La segunda comisión presidencial estuvo compuesta por representantes del gobierno y organizaciones de la sociedad civil y se instaló en noviembre de 2020 para abordar los derechos territoriales colectivos de las comunidades indígenas y tribales y para encontrar formas para su implementación efectiva. Otro proyecto de ley se presentó a la Asamblea Nacional en junio de 2021. En 2023, las comunidades indígenas y tribales siguen esperando la aprobación de esta ley.

Una de las principales amenazas para el reconocimiento de los derechos territoriales de los Saamaka es la extracción de oro y sus efectos en la deforestación (Baldewsingh 2022) y la pérdida de tierras y medios de vida tradicionales (Ex. Tabla SM 3). Los altos precios del oro combinados con la falta de regulaciones de uso de la tierra y oportunidades de empleo para las comunidades locales han llevado a una explosión en la industria minera en Surinam. Entre 2000 y 2014, la extracción de oro aumentó en un 893% en Surinam, en la cual la mayoría de los mineros de pequeña escala procedían de las comunidades. En 14 años, la tasa promedio de deforestación como resultado de la extracción de oro aumentó de 3.000 hectáreas a 5.713 hectáreas (DGR Colorado Plateau 2015). La tasa anual de producción de oro por área de tierra clasifica a Surinam como el décimo país en el mercado mundial de las *commodities* del oro. Gran parte del oro de la minería industrial y a pequeña escala de Surinam se realiza dentro de los límites de los territorios tradicionales de las comunidades locales y la mayoría de los mineros de pequeña escala de Surinam son cimarrones locales o *garimpeiros*⁷ brasileños.

La compañía minera norteamericana Newmont Corporation es la compañía minera de oro más grande del mundo, con minas de oro activas en la región de Saamaka. Si bien han creado oportunidades de empleo para el pueblo Saamaka, los mineros de pequeña escala locales y extranjeros también están activos en la región. Según un estudio realizado por De Theije & Heemskerk (2009), el ahora vicepresidente de Surinam invitó a los primeros mineros brasileños a trabajar con dragas que le fueron confiscadas al Departamento de Geología y Minería del Gobierno (GMD) cuando él era exlíder del *Jungle Commando*, un grupo guerrillero activo durante la guerra civil (1989-1992). Por lo tanto, el territorio tradicional saamaka es explotada por los Saamaka, los *garimpeiros* brasileños invitados por los Saamaka y otros pueblos tribales y los titulares no tribales de concesiones surinameses.

La liberación de mercurio del proceso minero y el impacto de esta neurotoxina en las poblaciones de la región es una gran amenaza para el pueblo Saamaka. Estudios recientes han demostrado que los niveles de mercurio en los ríos causan deficiencias neurológicas en los fetos expuestos al mercurio durante la fase prenatal y posnatal (Baldewsingh 2022). El consumo de pescado y caza silvestre es una de las principales fuentes de ingestas de mercurio. Aunque las familias dependen de los ingresos de sus actividades mineras, se ven obligadas a vivir del ambiente contaminado resultante (Baldewsingh 2022, Heemskerk & Kooye 2003). El aumento de los casos de malaria como resultado de las actividades mineras que crean gran-

7. Es una palabra de origen portugués y se refiere a la persona que se dedica a buscar oro o piedras preciosas en la región amazónica.

des estanques de aguas paradas (Baldewsingh 2022, De Theije & Heemskerk 2009, Heemskerk 2005), también afecta a las comunidades de Saamaka.

También en el territorio de Saamaka se encuentra el Parque Natural de Brownsberg. Establecido en 1969, este destino turístico y de investigación de 14.000 hectáreas solía ser un área minera y recibió su nombre del pionero de la minería, John Brown. Desafortunadamente, desde 1999 la minería ilegal a pequeña escala también ha aumentado dentro y alrededor de esta área protegida. Este es un escenario bastante complejo en el que la pequeña minería ilegal coexiste con los pequeños mineros de las comunidades Saamaka, impactando directamente en la lucha por el reconocimiento de los derechos territoriales colectivos.

Otra amenaza a la que se enfrenta el pueblo Saamaka es la tala de madera. Aunque sus derechos territoriales no están reconocidos por la legislación nacional, el gobierno de Surinam ha asignado el llamado 'bosque comunitario' a las comunidades tribales e indígenas locales. A estas comunidades se les permite utilizar los bosques circundantes para actividades económicas que sustentan su modo de vida. Si bien algunos líderes comunitarios han invitado a las empresas madereras a cosechar especímenes de madera tropical, personas no pertenecientes a estas comunidades también han solicitado y recibido concesiones del gobierno para explorar estas tierras comunales. El manejo de estos bosques comunitarios ha provocado conflictos internos entre comuneros y líderes por la asignación y distribución de los ingresos. Estos conflictos han terminado llegando hasta al Ministerio de Desarrollo Regional.

Por último, la falta de confianza institucional e interpersonal entre las comunidades locales y el gobierno es otra amenaza para el avance de los derechos territoriales colectivos del pueblo Saamaka (De Theije & Heemskerk 2009, Heemskerk et al. 2015). Aunque los gobiernos anteriores han tratado de regularizar el sector minero mediante la instalación de monitoreo de organismos gubernamentales, la participación de algunos funcionarios gubernamentales en actividades mineras dentro de los territorios de Saamaka también ha obstaculizado su lucha por los derechos territoriales colectivos.

En 2007, Surinam firmó la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, que reconoce los derechos de los pueblos indígenas a su territorio y a 'mantener y fortalecer su propia relación espiritual con las tierras, territorios, aguas, mares costeros y otros recursos que tradicionalmente han poseído u ocupado y utilizado' (Naciones Unidas 2007, artículos 25 y 26). Desde entonces, el Gobierno de Surinam se vio comprometido a iniciar varios proyectos de ley, así como proyectos para la demarcación territorial y la comunicación

de los *grondenrechten* al público. Los proyectos de mapeo participativo con las comunidades indígenas, apoyados por el Equipo de *Amazon Conservation*, permitieron nuevas negociaciones sobre la delimitación de sus territorios. El proyecto de ley se centra en tres derechos colectivos cruciales de los pueblos indígenas y tribales de Surinam (ITP, en inglés). Primero y, ante todo, el reconocimiento legal de los derechos de propiedad colectiva sobre las áreas de vida y hábitat tradicionales de los ITP y los recursos naturales que tradicionalmente han utilizado. En segundo lugar, el reconocimiento de las estructuras tradicionales de autoridad/gobernanza de los ITP, otorgando estatus oficial a los líderes tradicionales. Y finalmente, el consentimiento libre, previo e informado (FPIC, en inglés) en aquellas decisiones que puedan impactar en los territorios y formas de vida de los ITP. A pesar de esto, considerando la complejidad de las múltiples partes interesadas, aún no se ha logrado la implementación efectiva de los derechos territoriales de los Saamaka. y el consentimiento informado (FPIC) en cualquier decisión que pueda afectar los territorios y formas de vida de ITP. A pesar de esto, considerando la complejidad de múltiples partes interesadas, aún no se ha logrado la implementación efectiva de los derechos territoriales de Saamaka.

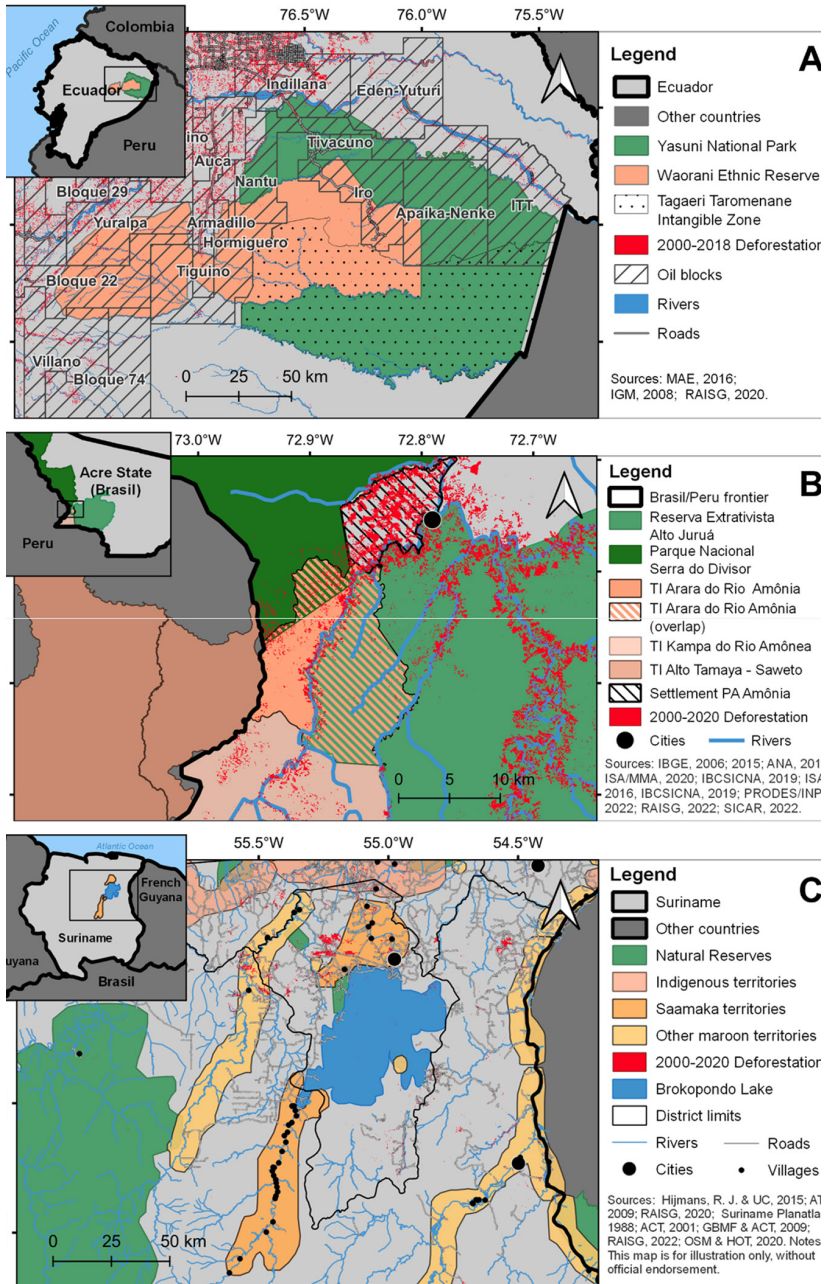


Figura 2 Ubicación geográfica detallada de los territorios Indígenas y Cimarrones que aquí se cubren. A: Territorio Waorani y ZITT, Ecuador. B: Territorio Arara, Brasil. C: Territorios Saamaka, Surinam. Todos los mapas están en Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS 2000.

Soluciones aprendidas e innovaciones recomendadas

El análisis de los tres estudios de caso mostró que si bien el reconocimiento y la demarcación de los derechos territoriales son esenciales para la conservación del medio ambiente en la Amazonía, estas medidas no han sido suficientes para asegurar de manera efectiva la conservación de la diversidad biocultural –incluyendo la naturaleza y las formas tradicionales de vida y conocimiento–, ya que los tres territorios de estudio aún se encuentran bajo severas amenazas a pesar de haber sido reconocidos y/o demarcados oficialmente. Por lo tanto, esta sección reúne las diferentes experiencias de los pueblos indígenas Apolima-Arara y Wao-rani en Brasil y Ecuador, respectivamente, y los cimarrones Saamaka en Surinam, en tanto innovaciones, que deben acompañar los procesos de reconocimiento de derechos territoriales y demarcación para contribuir efectivamente a la conservación de la diversidad biocultural en sus territorios.

Inspirados en el enfoque teórico presentado por Alencar (2022) sobre la necesidad de generar innovaciones ‘renovadas’ para reducir efectivamente la deforestación, junto con los reclamos de las organizaciones políticas indígenas y cimarronas, las 16 innovaciones aquí recomendadas se han organizado en cuatro categorías: Autonomía, autogobierno y participación política; Cumplimiento de la ley, monitoreo y sanción; Conservación y promoción de los conocimientos tradicionales; y Soberanía económica sostenible de base comunitaria, como se presenta a continuación.

I. Autonomía, autogobierno y participación política	II. Cumplimiento de la ley, monitoreo y sanción
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer legalmente los derechos de la naturaleza, de acuerdo con las cosmovisiones indígenas (como el <i>sumak kawsay</i>/buen vivir), para que la naturaleza también figure como un actor activo en las disputas territoriales, la demarcación territorial y las políticas socioambientales. 2. Promover y fortalecer alianzas tanto locales como transversales (transfronterizas, de mujeres, rural-urbanas) no solo para reforzar la resistencia social frente a la presión del capital, sino también para abordar intereses contrapuestos y agendas comunes entre pueblos indígenas y comunidades tradicionales sin perjuicio de sus derechos colectivos y los de la naturaleza. 3. Implementar la paradiplomacia ambiental indígena, mediante la cual diferentes actores subnacionales (pueblos indígenas, comunidades tradicionales, científicos, representantes de movimientos sociales, representantes de industrias, etc.) participen activamente en el proceso de discusión y resolución de problemas ambientales, y cuyas deliberaciones pueden ser legalmente vinculantes (herramientas de leyes duras o blandas, como protocolos, acuerdos sobre buenas prácticas de conducta, decretos y leyes). 4. Fomentar el mapeo participativo y la delimitación de los territorios tradicionalmente ocupados (incluidas las áreas de obtención de recursos y los lugares sagrados) como herramientas importantes para ayudar en la planificación de proyectos y la negociación, la resolución de conflictos con otras partes interesadas y el monitoreo y prevención de la deforestación y otras actividades ilegales. 5. Garantizar la autonomía política, territorial y religiosa, reconociendo los procesos tradicionales de toma de decisiones, apoyando la autoridad comunitaria y protegiendo el liderazgo comunitario. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Implementar legislación para prohibir legalmente la concesión de tierras tradicionalmente ocupadas a empresas privadas y prohibir actividades extractivas no tradicionales dentro de territorios indígenas/cimarrones demarcados y titulados, cuando no existan. 7. Fortalecer los organismos públicos indígenas y ambientales para asegurar la aplicación, monitoreo y sanción de la ley para evitar conflictos de intereses o explotación por parte de grandes capitales y facilitar los procesos de demarcación de territorios y titulación. 8. Hacer cumplir la prohibición de actividades extractivas intensivas (es decir, minería y tala) dentro de los territorios demarcados y titulados mediante mecanismos de monitoreo y alerta articulados de manera eficiente para prevenir, interceptar y sancionar cualquier actividad ilegal y acaparamiento de tierras en estos territorios. 9. En los casos de superposición de territorios indígenas o cimarrones y áreas de conservación (incluyendo reservas extractivas o áreas naturales protegidas y unidades de conservación), las políticas públicas y la legislación deben interpretar el manejo tradicional del territorio y sus recursos como beneficioso (y no antagonico) para la conservación de la biodiversidad y <i>vice versa</i>. 10. Integrar e intersectorializar las políticas públicas socioambientales y la información territorial – esta última siendo especialmente urgente en el caso de los territorios cimarrones de la Panamazonia –, para mejorar la articulación de las medidas de monitoreo y sanción, así como la elaboración y aplicación de leyes.
III. Conservación y promoción de los conocimientos tradicionales	IV. Soberanía económica sostenible de base comunitaria
<ol style="list-style-type: none"> 11. Garantizar el acceso a la educación y/o capacitación política, jurídica y ambiental para ayudar a los miembros y líderes comunitarios en la resolución de conflictos económicos y disputas de intereses. 12. Implementar los medios para una educación intercultural diferenciada que promueva los conocimientos, idiomas y formas de vida tradicionales y fortalezca la educación superior y la formación en conservación y manejo de la diversidad biocultural. 13. Promover la creación de plataformas para el desarrollo creativo y la expresión artística (artes y oficios, como el cine, el hip hop, el grafismo, la gastronomía) no solo para canalizar y visibilizar las reivindicaciones, resistencias y luchas de los pueblos indígenas y cimarrones, sino también para poner en valor sus conocimientos, etnicidad y cultura, fomentando oportunidades alternativas especialmente para los jóvenes. 	<ol style="list-style-type: none"> 14. Desarrollar un sistema económico justo en el que el Norte Global y las grandes empresas transnacionales se hagan responsables de su impacto directo sobre el cambio climático y los efectos causados en los países del Sur Global, especialmente en las regiones ricas en biodiversidad. 15. Reconocer, promover y aprender oficialmente de la gestión tradicional de el territorio y el uso de los recursos, y aplicar ampliamente este conocimiento como una herramienta eficaz para regenerar sistemáticamente las tierras degradadas y desarrollar actividades económicas sostenibles en la Amazonia. 16. Apoyar e incentivar financieramente economías agroforestales comunitarias y cadenas productivas agroecológicas sostenibles como alternativas para reducir su vulnerabilidad económica y su exposición a actividades ilegales y ambientalmente perjudiciales (minería a pequeña escala, narcotráfico).

Agradecimientos – Queremos agradecer a los organizadores de la edición de esta revista, así como a los revisores externos por sus valiosos comentarios y sugerencias. También nos gustaría extender nuestra gratitud al líder indígena Apolima-Arara, José Ângelo, por compartir sus puntos de vista y colaborar con una comprensión de primera mano del contexto local. También agradecemos a los ponentes invitados e investigadores de la Escuela de Estudios Avanzados de São Paulo 2022 (SPSAS FAPESP) por sus aportes que invitaron a la reflexión, así como por sus contribuciones a la discusión propuesta en este documento. Un reconocimiento especial de APL a la Fundación para la Investigación de São Paulo (FAPESP/beca #2022/04893-9) y de MCR a la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES) por la financiación de la investigación.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Material suplementario

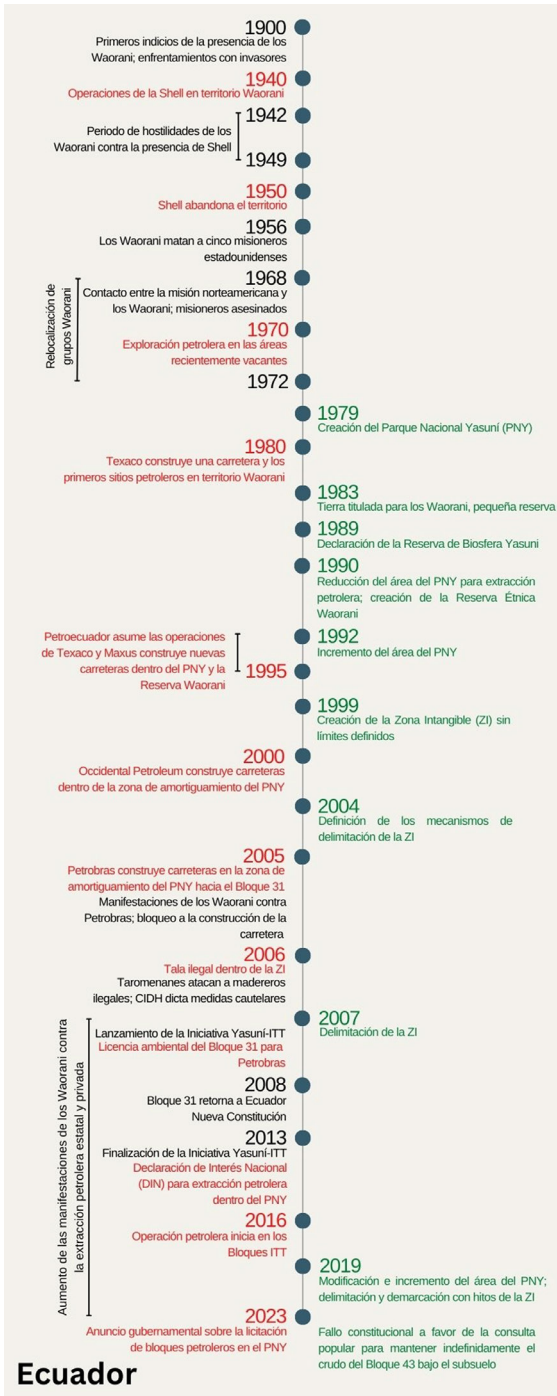


Figura SM 1 Escala temporal de los acontecimientos relacionados con el caso de los Territorios Indígenas (Waorani y Tagaeri-Taromenane) en Yasuní en Ecuador. En verde, los acontecimientos relacionados con la delimitación/ titulación del territorio; en rojo, las amenazas.



Figura SM 2 Escala temporal de los acontecimientos relacionados con el caso del Territorio Indígena Arara do Rio Amônia en Brasil. En verde, los acontecimientos relacionados con la demarcación/titulación del territorio; en rojo, las amenazas.

(1) Durante este período, la población Apolima-Arara estaba representada por aproximadamente 135 personas, distribuidas en las localidades de Pedreira, Asamblea y Jacamim, además de otras diseminadas por regiones vecinas. (2) (Ordenanza 2.986 - 09/10/2009) Indígenas ocupan el edificio de la FUNAI para presionar por celeridad en el proceso. (3) Para dar continuidad a las acciones relacionadas con la demarcación definitiva de la Tierra Indígena Apolima-Arara. (4) La propuesta del ICMBIO era que los indígenas compartieran la tierra con los habitantes de la Reserva Extractiva Alto Juruá. En aquella ocasión, los indígenas se negaron a aceptar el acuerdo, alegando que la justicia federal ya había reafirmado, en varias ocasiones, la legitimidad de su reivindicación territorial.

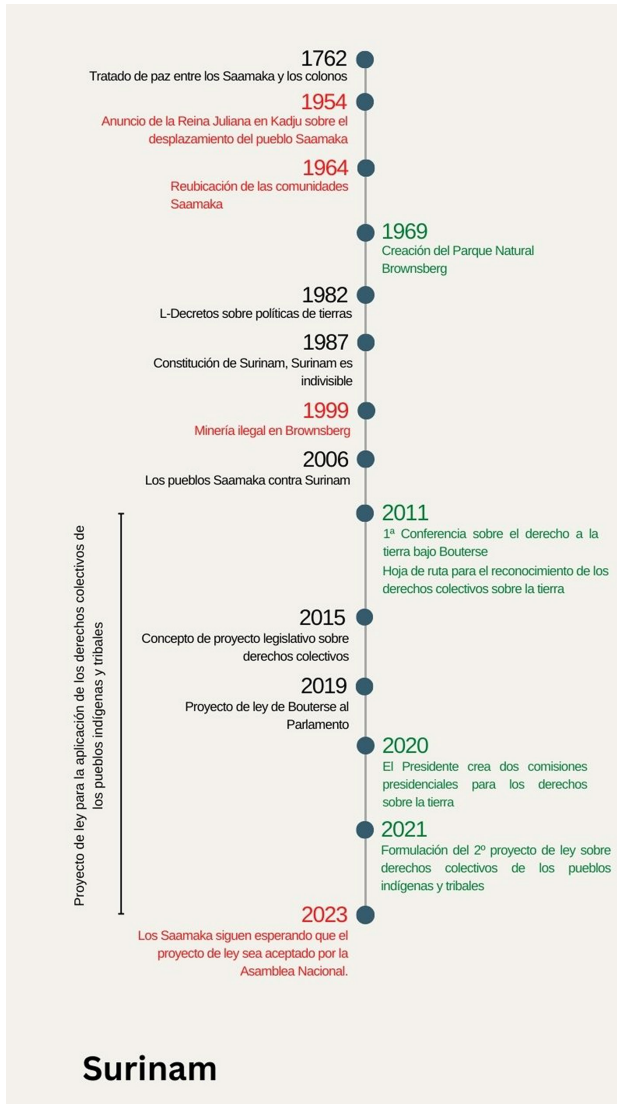


Figura SM 3 Escala temporal de los acontecimientos relacionados con el caso del pueblo cimarrón Saamaka en Surinam. En verde, los acontecimientos relacionados con la demarcación/titulación del territorio; en rojo, las amenazas.

Tabla SM 1 Actores implicados en el Territorio Indígena (Waorani y Tagaeri-Taromenane) en Yasuní en la Amazonia ecuatoriana.

Tipo de actor	Nombre del actor	Descripción
Estatal	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	Encargado de la definición de los límites del PNY, el área protegida vinculada al pueblo Waorani. La última actualización está en proceso desde 2018.
	Gobiernos locales	Gestión territorial; obras públicas en las ciudades y en la ruralidad, por ejemplo, carreteras.
	Compañías petroleras: Petroecuador	Empresa petrolera estatal; intereses petroleros que promueven la extracción en el Yasuní.
	Compañías petroleras: Petrobras	Empresa petrolera de Brasil; intereses petroleros en Yasuni.
	Ministerio de Agricultura: antiguo IERAC, Oficina de Tierras y Reforma Agraria	Titulación de tierras
	Ministerio de Justicia y Derechos Humanos	Promoción de los derechos humanos, incluidos los de los pueblos indígenas y los PIACI
	Ministerio de Energía	Defensa del sector petrolero
	Policía y fuerzas militares	Control territorial control en nombre del Estado
Privado	Compañías petroleras: Shell	Primera compañía petrolera em operación em el Yasuní
	Compañías petroleras: Texaco	Intereses petroleros que promueven la extracción en el Yasuní.
	Compañías petroleras: Occidental Petroleum	Intereses petroleros que promueven la extracción en el Yasuní.
	Compañías petroleras: Repsol	Intereses petroleros que promueven la extracción en el Yasuní.
	Madereros ilegales	Intrusos en los territorios indígenas
Sociedad civil, local, comunitario	Nacionalidad Waorani del Ecuador (NAWE)	Organización de representación de los Waorani
	Asociación de Mujeres Waorani de la Amazonia Ecuatoriana (AMWAE)	Organización de representación de las mujeres Waorani, líderes clave en la defensa de sus derechos y del territorio
	Pueblos Indígenas en Aislamiento y Contacto Inicial (PIACI)	Pueblos en aislamiento voluntario. Su territorio está amenazado.
Sociedad civil, internacional	WWF	ONG. Investigación y promoción de proyectos sostenibles
	WCS	ONG. Investigación y promoción de proyectos sostenibles
Intergubernamental	Comisión Interamericana de Derechos Humanos	Audiencia sobre las violaciones de los derechos de los indígenas por parte del Estado
	UNESCO	Declaración de reserva de biosfera
Cooperación internacional	Agencia de Desarrollo (por ejemplo, Alemania)	Apoyo financiero para proyectos y parte de los antiguos contribuyentes a la Iniciativa Yasuni-ITT

Tabla SM 2 Actores implicados en el Territorio Indígena Arara do Rio Amônia, en la Amazonia brasileña.

Tipo de actor	Nombre del actor	Descripción
Estatal	Instituto de Reforma Agraria (INCRA)	Conflictos por la superposición de tierras
	Fundación Nacional Indígena (FUNAI)	Apoyo a la lucha por la demarcación de tierras en el TI Arara do Rio Amônia
	Instituto Chico Mendes para la Conservación de la Biodiversidad (ICMBio)	Gestión de las Unidades de Conservación de la Naturaleza; historia de conflictos de demarcación de la Tierra Indígena. Actualmente, la relación con los indígenas avanza.
	Reserva Extractiva (Resex) del Alto Juruá	Conflictos por la superposición de tierras
	Ministerio Público Federal	Apoyo al proceso de demarcación de la Tierra Indígena Arara do Rio Amônia
Sociedad civil	Consejo Indígena Misionero (CIMI)	Apoyo a la lucha por la demarcación de tierras en el TI Arara do Rio Amônia
	<i>Comissão Pró-Índio do Acre</i> (CPI-Acre)	Apoyo en iniciativas de producción agroecológica y en articulación con pueblos indígenas y organizaciones asociadas
Privado y estatal	Grupos de presión de madereros legales e ilegales	Conflictos y amenazas que dificultan la autonomía indígena
	Grupos de presión para la prospección de petróleo y gas	Conflictos y amenazas que dificultan la autonomía indígena
	Grupos de presión para la construcción de carreteras	Conflictos y amenazas que dificultan la autonomía indígena
	Tráfico de drogas	Conflictos y amenazas que dificultan la autonomía indígena
Comunidades	Alianza de los pueblos del bosque	Esta alianza ha favorecido encuentros y reuniones regionales entre pueblos indígenas y extractivistas con el fin de fortalecer las agendas comunes para la gestión de la biodiversidad en estas áreas protegidas
	Pueblos indígenas Ashaninka	Apoyo en iniciativas de producción agroecológica y en articulación con pueblos indígenas y organizaciones asociadas
	Extractivistas del caucho	Conflictos y amenazas que dificultan la autonomía indígena

Tabla SM 3 Actores del pueblo cimarrón Saamaka en la Amazonia surinamesa.

Tipo de actor	Nombre del actor	Descripción
Estatal	Ministerio de Desarrollo Regional y Deporte (ROS)	Órgano gubernamental de referencia para el concepto de ley sobre derechos colectivos indígenas y cimarrones, incluidos los derechos sobre la tierra.
	Ministerio de Recursos Naturales (NH)	Órgano gubernamental responsable de la asignación de recursos naturales mineros como el oro, la madera.
	Ministerio de Política Territorial y Conservación de los Bosques (GBB)	Nuevo organismo gubernamental encargado de los derechos sobre la tierra
	Comisión presidencial para los derechos sobre la tierra	Compuesto por funcionarios del Gobierno y representantes de las comunidades indígenas y cimarrones
	Comisión presidencial para la revisión de la política agraria y la reconversión de tierras	Consta de notarios, abogados y funcionarios de Hacienda para ayudar al Gobierno en la conversión de los derechos sobre la tierra.
	Oficina de derechos de la tierra	
Sociedad civil	Autoridad tradicional; autogobierno indígena y cimarrón	
	Organización para la conservación de la naturaleza: Stinasu, Brownsberg	Apoyo a los derechos sobre la tierra de los Saamaka con proyectos de demarcación
	Amazon Conservation Team (ACT)	Apoyo a las comunidades en la demarcación de las tierras y la negociación de los derechos sobre las mismas
	STAS	Comunicar el <i>Conceptlaw</i> al público
	Asociación de autoridades Saamaka	Líderes en derechos sobre la tierra para Saamaka
	Asociación de autoridades indígenas	Líderes en derechos sobre la tierra y derechos de los indígenas
	<i>Stichting A Marron Kompas</i>	Socio negociador (Njduka)
	<i>Stichting Projecta</i>	
Sociedad civil internacional	Programa para los Pueblos de los Bosques	Apoyo a las comunidades locales en sus derechos colectivos
Sociedad civil, Privado	Organizaciones de turismo	Generación de ingresos para las comunidades Saamaka
Privado, Internacional	Compañías mineras: New Mount	Ingresos para organismos privados y gubernamentales
	Compañías mineras: I am Gold	Ingresos para organismos privados y gubernamentales
Privado, Nacional, a veces estatal	Pequeños mineros & <i>Garimpeiros</i>	Ingresos privados, también para funcionarios
Privado, nacional e internacional, a veces estatal	Empresas madereras	Ingresos privados, también para funcionarios
Intergubernamental	Organización de Estados Americanos (OEA)	
	Comisión Interamericana de Derechos Humanos	Organismo jurídico internacional de derechos humanos
Comunal	Bosques comunitarios	Ingresos para las comunidades

Referencias

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/extraction/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. Enviñ Editores, Bogotá.
- FINER, M., VIJAY, V., PONCE, F., JENKINS, C. N., KAHN, T.R. 2009. Ecuador's Yasuní 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. **Sci. 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=NOR-MLEXPUB: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/>. Acceso 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-rainforests-of-suriname/>. Acceso 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. Acceso em: 31 mar. 2023.
- SMITH, G. 2019. **Conflictresolutie: Een Methode ter Onderhandeling van het Surinaams Grondenrechtenvraagstuk**. www.greengrowthsuriname.org. Acceso em: 31 mar. 2023.
- UNESCO. 2018. **Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador**. <https://en.unesco.org/biosphere/lac/yasuni>. Acceso em: 20 mar. 2023.
- UNITED NATIONS. 2007. **United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples**. General Assembly, 107th plenary meeting, Geneva. https://social.desa.un.org/sites/default/files/migrated/19/2018/11/UNDRIP_E_web.pdf. Acceso em: 30 mar. 2023.

Sobre los autores

Alci Albiero Júnior es Biólogo egresado de la Faculdade Integrada Anglo Americano, especialista en Educación Ambiental y Transición para Sociedades Sostenibles pela Universidad de São Paulo (USP), magíster en Botánica por la Universidad Federal de Paraná (UFPR) y doctor en Ecología Aplicada (USP). Actualmente, es becario posdoctoral en el Programa de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Federal de Amazonas (UFAM) y estudiante de doctorado en Antropología Social en la UFAM.

Aline Pontes-Lopes es Ingeniera Forestal por la Universidad Federal de Viçosa (UFV), tiene una maestría en Ciencias de la Selva Tropical del Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) y un doctorado en detección remota del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE). Actualmente, es investigadora posdoctoral en el INPE, desarrollando un proyecto vinculado al Research Center for Greenhouse Gas Innovation (RCGI/USP).

Ane Alencar es Geógrafa, graduada de la Universidad Federal de Pará (UFPA), máster en Teledetección y Sistema de Información Geográfica por la Universidad de Boston y cuenta con un doctorado en Recursos Forestales y Conservación por la Universidad de Florida. Actualmente, trabaja como Directora de Ciencias del Instituto de Investigaciones Ambientales (IPAM), además de ser parte de la Coordinación de la red Mapbiomas y la iniciativa SEEG.

Annelise Frazão es Bióloga, graduada de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (UFRRJ), tiene una maestría en Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) y Doctora en Ciencias Biológicas (Botánica) de la Universidad de São Paulo (USP). Actualmente está asociada como becaria posdoctoral en el Instituto de Biociencias de la Universidade Estadual Paulista (UNESP/Botucatu), es la vicecoordinadora del Núcleo de Diversidad, Equidad e Inclusión de la Sociedad Botánica de Brasil e investigadora asociada del Jardín Botánico de Missouri.

Camila Brás Costa es Ingeniera Forestal por la Universidad Federal de Viçosa (2008), maestra y doctora en Ciencia Forestales de la UFV. Actualmente, es creadora y fundadora de Eu Afeto Consultoria Socioambiental.

Julio Braga Moreira es Abogado por la Universidad de Amazonia (UNMA), con un máster en Urbanismo, Planificación y Derecho Ambiental por la Facultad de Derecho de la Universidad de Coimbra (Portugal). Actualmente, es doctorando en Derecho Público, también en la Facultad de Derecho de la Universidad de Coimbra.

Louise Cardoso de Mello es Historiadora y Antropóloga, con énfasis en Arqueología (University of Cambridge). Es magíster en Historia Indígena de América Latina por la Universidad Pablo de Olavide en Sevilla (España) y doctora en Historia Social por la Universidade Federal Fluminense (UFF). Actualmente, es curadora en el Santo Domingo Centre of Excellence for Latin American Research del Museo Británico.

Marcos Catelli Rocha es Ingeniero Forestal, egresado de la Universidad Estadual Paulista (UNESP/Botucatu) y tiene una maestría en Agroecosistemas por la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Actualmente, es estudiante de doctorado en el Programa Interdisciplinario en Ciencias Humanas en la misma universidad (PPGICH/UFSC).

Mayra Robles-Sumter es candidata doctoral en Antropología Social en la Universidad de Kent (Reino Unido), realizando investigaciones sobre el pluralismo médico en salud reproductiva. Se graduó en la Wageningen Universiteit, Researchcentrum (Países Bajos) como socióloga de desarrollo rural con especialización en conservación forestal comunitaria. Actualmente, es profesora en la Universidad Anton de Kom de Surinam.

Viviana Marcela Buitrón Cañadas es Geógrafa por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), con un doctorado por la Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Alemania). Actualmente, es vicepresidenta de la Asociación Geográfica del Ecuador y realiza una estancia postdoctoral en la Universidade de Santiago de Compostela.



Diálogos para la sostenibilidad y la inclusión en la Cuenca Amazónica: gobernanza local, participación y transdisciplinariedad

- ◆ Adaptación a las sequías en la Amazonía: enfoques participativos para fortalecer la perspectiva de las comunidades ribereñas
- ◆ Gobernanza local, cambio climático y manejo de recursos naturales en la Amazonía
- ◆ La transdisciplinariedad es esencial para reformular un futuro sostenible para la Amazonia





Adaptación a las sequías en la Amazonía: enfoques participativos para fortalecer la perspectiva de las comunidades ribereñas

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-978-65-84811-40-9_009

RESUMEN

La Amazonía ha experimentado, en las últimas décadas, eventos de sequía extrema (por ejemplo, 2005, 2010 y 2015/16) en los que los impactos en las poblaciones locales fueron severos: aislamiento de las comunidades debido a restricciones en el transporte fluvial, escasez de alimentos, medicamentos y combustible en zonas rurales, aumento en el precio de insumos importantes, pérdida de cultivos agrícolas, incendios forestales con consecuencias para la salud humana, entre otros. Si bien la estación seca es parte natural de la variabilidad estacional en la disponibilidad de agua, reflejada en los niveles de los ríos y la humedad del suelo, las sequías severas, por otro lado, son períodos en los que el déficit hídrico se presenta de manera exacerbada en intensidad y/o duración y que conlleva consecuencias negativas y graves para los ecosistemas y las poblaciones humanas. Los datos históricos muestran una tendencia creciente en el número de días secos en la región sur de la cuenca amazónica y una tendencia opuesta en la región norte, mostrando que los cambios que está experimentando la cuenca son espacialmente heterogéneos. Las proyecciones climatológicas para la cuenca del Amazonas apuntan a un aumento considerable del área expuesta a sequías moderadas y severas durante los próximos ochenta años, junto con un aumento en la frecuencia de eventos extremos como sequías e inundaciones. En ese sentido, ¿cómo podemos trabajar la adaptación a nivel local? Experiencias participativas con comunidades locales en la región amazónica han demostrado que existen estrategias desarrolladas por la propia comunidad basadas en conocimientos tradicionales que pueden ayudar a enfrentar los impactos de sequías severas. Ilustramos algunas experiencias en el presente trabajo, entre ellas: adaptaciones de alojamiento y transporte, adaptaciones en las actividades agrícolas, la elaboración de un calendario ecológico y sistemas híbridos de gobernanza entre diferentes actores sociales (i.e., líderes comunitarios, científicos y representantes gubernamentales) para enfrentar los extremos climáticos. Al final se presentan recomendaciones que abordan aspectos técnicos y de políticas públicas. Este documento está dirigido a investigadores, docentes, líderes socioambientales, servidores públicos y representantes políticos electos a nivel local, regional y nacional, además de ciudadanos interesados en conocer más sobre la importancia de la percepción de las poblaciones locales en el proceso de adaptación al cambio climático, principalmente las sequías extremas.

Palabras clave: eventos extremos climáticos, impacto, adaptación, conocimientos tradicionales, cambio climático, poblaciones amazónicas.

*Cobra-grande tanta seca estorvou
O prenúncio da Amazônia é savana
Uirapuru, amiúde não cantou
Chora, chora Amazônia*

Letra de la canción "Amazônia Eterna", Tribos Munduruku

Definiciones de sequía y sus percepciones locales y regionales en la Amazonía

1. ¿Qué es la sequía?

La palabra "sequía", en general, corresponde a la falta de agua. Los conceptos y nociones sobre la sequía son complejos y varían según la literatura. La sequía se puede clasificar en: *meteorológica*: cuando hay un índice de precipitación bajo, es decir, cuando llueve mucho menos de lo esperado; *agrícola*, cuando la sequía golpea, a corto plazo, el suelo durante los períodos de crecimiento de las plantaciones; *hidrológico*, cuando hay una reducción en el caudal de los ríos y en los niveles de agua de lagos, embalses y otros cuerpos de agua superficiales, además de alcanzar niveles de agua subterránea; *socioeconómica*, debido a los efectos sobre las condiciones de vida, los bienes económicos y el bienestar humano; y *ambiental*, cuando causa incendios, degradación de la tierra y tormentas de arena (Tonna *et al.* 2009, UNISDR 2009, Stanke *et al.* 2013). En este sentido, la sequía puede definirse como un fenómeno que, aunque recurrente y natural, puede llegar a ser severo (sequía extrema), causando consecuencias negativas a las actividades socioeconómicas de las poblaciones y ecosistemas locales (Alpino *et al.* 2014).

Es común que la estación seca se defina por el régimen de lluvias. La estación seca varía mucho a lo largo de la cuenca del Amazonas. Si definimos la estación seca como los meses consecutivos con precipitación por debajo de la tasa de evapotranspiración, es posible identificar 74 regiones con estaciones secas distintas en el territorio amazónico (Carvalho *et al.* 2021). Esta definición tiene en cuenta el estrés hídrico impuesto al bosque, es decir, si llueve menos que el agua evaporada a la atmósfera desde el bosque, los espejos de agua y el suelo, el bosque pierde más agua de la que repone y, por lo tanto, estaría bajo un estrés hídrico. Esta es una definición técnica, que puede delimitar una estacionalidad que es diferente de la percepción local de la sequía. Sin embargo, es una definición útil para la identificación de eventos extremos, es decir, eventos en los que la estación seca esperada es más intensa y/o duradera de lo normal.

No existe un consenso claro sobre una sola tendencia con respecto a la precipitación histórica en la Amazonía (Marengo 2018), sin embargo, la cuenca del Amazonas ha estado enfrentando cambios en su régimen de lluvias. Algunos estudios indican un aumento en el número de días húmedos en la región norte de la Amazonía en las últimas décadas y un aumento en el número de días secos en la región sur (por ejemplo, Espinoza 2019). Li (2008) encontró evidencia de una reducción en la precipitación en la cuenca en su conjunto equivalente a 0.32% por año. Además de estos cambios observados en las últimas décadas, también hay eventos naturales como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y otros fenómenos de cambios en la temperatura de la superficie del mar (e.g., Océano Atlántico) que causan sequías extremas en algunas partes de la Amazonia (Aragão *et al.* 2007; ; Yoon & Zeng 2010). Es posible identificar al menos cuatro regiones que han experimentado sequías extremas en la Amazonía en las últimas décadas:

1. Suroeste de la Amazonía: La región que incluye partes de Bolivia, Brasil y Perú ha experimentado una de las sequías más severas en la Amazonía en los últimos años. La combinación del cambio climático y la deforestación ha hecho que esta área sea particularmente vulnerable a la escasez de agua y los incendios forestales (Panisset *et al.* 2018);
2. Amazonía oriental: En 2015-2016, una sequía relacionada con El Niño causó daños generalizados a los bosques y plantaciones en la Amazonía oriental (Panisset *et al.* 2018);
3. Zona de transición entre la Amazonia y el Cerrado: área ubicada en el centro de Brasil, en la que se concentra la deforestación. La conversión del bosque en campos agrícolas y pastizales redujo la capacidad del área para retener la humedad, haciéndola más susceptible a la sequía; y
4. Amazonía peruana: región que ha experimentado varias sequías severas en los últimos años, incluida una sequía en 2010 que causó daños generalizados a los bosques y plantaciones (Marengo y Espinoza 2016). La deforestación, la minería y otras actividades humanas han contribuido a la vulnerabilidad de esta zona a las sequías.

También se espera que el cambio climático tenga un impacto significativo en estos fenómenos, aumentando la intensidad, el alcance y la frecuencia de las sequías extremas (Anderson *et al.* 2018). A medida que aumentan las temperaturas y cambian los patrones de lluvia, los ecosistemas amazónicos entran en una situación de estrés hídrico cada vez más intenso, volviéndose más susceptibles a los efectos nocivos de las sequías, como la degradación forestal, que conduce a pérdidas de biodiversidad y mayores emisiones de carbono (Marengo *et al.* 2011;

Duffy *et al.* 2015). Además, algunas áreas de la cuenca que actualmente son menos vulnerables a la sequía pueden volverse más susceptibles. Las implicaciones de estos cambios son potencialmente significativas, ya que los ecosistemas y las comunidades humanas de la Amazonía están adaptadas a los patrones históricos de lluvia, temperatura y régimen fluvial. Los cambios en la distribución espacial de las sequías pueden alterar la distribución de las especies, provocar cambios en los tipos de vegetación (Esquivel-Muelbert *et al.* 2017) y afectar el ciclo hidrológico regional, entre otros impactos que se discutirán con más detalle en este documento. Las sequías también podrían exacerbar las desigualdades sociales y económicas existentes en la Amazonía, ya que algunas regiones pueden tener más recursos y capacidad de adaptación en relación con las sequías que otras (Marengo y Espinoza 2016). En este sentido, la percepción local de los cambios en los regímenes de sequía es fundamental para la elaboración de planes de adaptación y mitigación de sus impactos de manera contextualizada y útil.

2. *¿Cómo se perciben y definen los fenómenos de sequía desde la perspectiva local y regional de la Amazonía?*

En la Amazonía, las poblaciones tienen una fuerte conexión con el agua y, por lo tanto, sus vidas están relacionadas con los pulsos de los ríos que suben y bajan. El agua es un agente transformador del modo de vida de la región (Tocantins 2000). Al mismo tiempo, el régimen de lluvias rige las actividades socioculturales en la Amazonía, ya que las aguas modifican el espacio y el paisaje, y este movimiento se llama estacionalidad (Pereira & Oliveira 2012). La estacionalidad de los ríos se describe en cuatro fases: inundación, inundación, reflujo y seco. Cada fase de la estacionalidad impone, a su manera, las estrategias de uso e intercambio entre los grupos humanos y la naturaleza, a veces limitando, o poniendo a disposición sus recursos (Figura 1).

Al evaluar el uso de la terminología "sequía" para las poblaciones de la Amazonía, podemos identificar que esto no está relacionado con los desastres, sino como una de las fases de la estacionalidad, como se dijo anteriormente. La fase seca de los ríos está asociada con el período de reducción de las precipitaciones en la región. En la mayor parte de la cuenca amazónica, las poblaciones definen dos estaciones climáticas marcadas por el período de mayor o menor ocurrencia de lluvias, siendo invierno y verano. La intensidad y distribución de la temporada de lluvias, así como la estacionalidad de los ríos, no son homogéneas a lo largo de la cuenca, debido a su extensión (Alves 2013). Sin embargo, con las últimas ocurrencias de eventos climáticos extremos, las poblaciones han notado un aumento en la intensidad y frecuencia de las sequías después de la década de 2000 y han denominado

los eventos de: sequías extremas, grandes sequías, sequías severas, grandes reflujos y / o reflujos extremos (Nascimento 2017; Vasconcelos 2020; Silva 2022).



Figura 1 Sequía en el río Juruá, comunidad Nova União, en la Reserva Extractivista del Río Juruá en la municipalidad de Carauari, Amazonas, Brasil. Agosto de 2022. Foto: Mônica Vasconcelos (2022).

Las poblaciones amazónicas desarrollan una serie de actividades socioeconómicas a partir de los recursos naturales de los ríos y el bosque y, por lo tanto, tienen una conexión con el entorno que las rodea. Organizan sus calendarios agrícolas anuales en función de las precipitaciones y los ciclos fluviales y, por esta razón, han notado los cambios de los últimos años (Vasconcelos 2020). En un estudio realizado en el bajo Río Negro, con mujeres, la ocurrencia de eventos de sequía se percibió como:

Hay un cambio en el calendario regular de lluvias y esto contribuye a la ocurrencia de incendios en el bosque, además de que dicen que las grandes sequías dificultan la realización de los trabajos en pesca, agricultura y tala. En grandes sequías la dificultad de acceso trae la necesidad de utilizar canoas más pequeñas. Las grandes sequías están asociadas a períodos de menor pluviosidad y mayor calor, según las comunidades de la Reserva de Desarrollo Sostenible – RDS del Río Negro (Vasconcelos 2020).

Debido a esta dinámica de intercambio con el sistema ambiental, las poblaciones tradicionales ajustan sus formas de vida a una cierta previsibilidad relativa a la estacionalidad de los ríos. Para Fraxe (2004, p. 330), “el río es un factor dominante en la estructura fisiográfica y humana, un ethos y un ritmo para la vida regional”. Sin embargo, en 2005, por ejemplo, los residentes de la comunidad ribereña de Terra Nova, ubicada en el distrito de Careiro da Várzea, Amazonas (río Amazonas), fueron sorprendidos por una sequía extrema que dificultó la captación de agua para consumo doméstico y riego, obstaculizando también el flujo de producción y la locomoción de las personas, y especialmente de los niños a la escuela (Nascimento 2017). Además, en años de sequías intensas, las casas flotantes se amontonan en espacios más pequeños y esto puede dañar sus estructuras. En un estudio que buscó evaluar la percepción de las poblaciones ribereñas Madeira, Silva (2022) señaló que, en episodios de sequías anormales, los residentes reportan un aislamiento de las comunidades ribereñas, dejándolas sin acceso a agua potable o peces en lagos y ríos, mayor vulnerabilidad al fuego debido a incendios que pueden llegar a las comunidades. Además del aumento en el costo del combustible, el gas para cocinar y la canasta básica. Según el pueblo indígena Wapichana, que ocupa los valles del río Uraricoera y el río Tacutu en el estado de Roraima, el calentamiento del agua de los ríos ha provocado la migración de los peces, disminuyendo su disponibilidad para alimentarse. Creen que esto es una consecuencia del cambio climático (Alcántara 2019). Aunque los problemas causados por las grandes sequías en la Amazonía son notorios, las percepciones de las poblaciones locales indican que, dependiendo del caso, estas también pueden traer impactos positivos a sus formas de vida, como la mayor disponibilidad de pescado para el consumo debido a su confinamiento en espacios restringidos como lagos.

Finalmente, la percepción del fenómeno de la sequía es bastante plural en la Amazonía. Las poblaciones tradicionales evolucionaron sus prácticas en el contexto de la estacionalidad de las precipitaciones, los ríos y los diferentes

cultivos, reconociendo la conexión entre estas dinámicas. Las lluvias marcan la estacionalidad. La llegada de las lluvias se recibe con campos de cultivo preparados y una dinámica sociocultural que espera la crecida de los ríos y es notorio que, además del contexto sociocultural influenciado por la estacionalidad de los ríos, hay un cambio en el paisaje local debido a la dinámica de las aguas que cubren las tierras (Figura 2). Sin embargo, el cambio climático afecta esta estacionalidad y lo que antes se conocía y era predecible, se convierte en un factor adicional de vulnerabilidad para las poblaciones que viven en estrecha relación con los ríos.

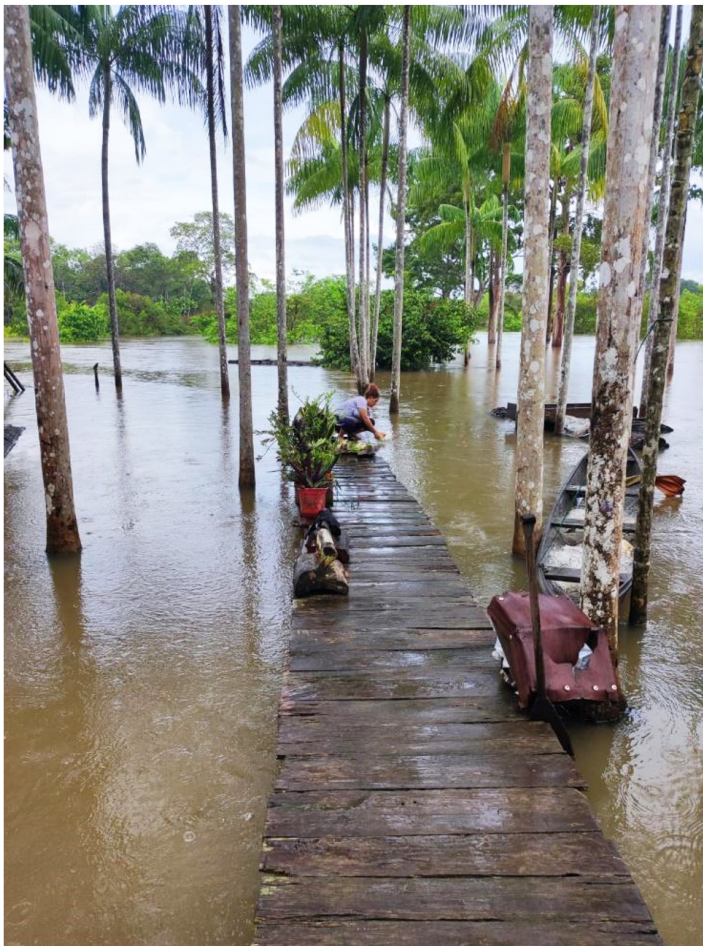


Figura 2 Temporada de lluvias en la comunidad de São Raimundo, en la Reserva Extractivista del Río Juruá en la municipalidad de Carauari, Amazonas, Brasil. Foto: Mônica Vasconcelos (2022).

Cabe señalar que el fenómeno de la sequía en la Amazonía está relacionado con un cambio observado en los ciclos climáticos del calendario ecológico, que, en algunos casos, incluye la prolongación de los períodos de sequía. Estos cambios han provocado que las poblaciones locales reduzcan su capacidad para mantener sus sistemas tradicionales de adaptación socioecológica, cambiando las dinámicas de pesca, caza, siembra, caza y recolección, teniendo que satisfacer las necesidades generadas por la adopción de estilos de vida basados en la dependencia de los mercados y el Estado. Según Moraes y Schor (2010) en algunos ítems de la canasta básica regionalizada existe una variación en el costo según la estacionalidad de los ríos, siendo esta mayor, en períodos de sequías extremas, porque dificultan la llegada de las embarcaciones a ciudades más distantes y especialmente a las comunidades ribereñas, haciendo costoso el flete debido al acceso limitado.

Los escenarios que consideran los fenómenos asociados con la sequía en la Amazonía demuestran como este tipo de eventos pueden afectar negativamente el futuro de la selva y las poblaciones locales (por ejemplo, ribereñas, urbanas e indígenas). Las proyecciones realizadas a partir de modelos climáticos pueden ayudar a los tomadores de decisiones en el desarrollo de acciones para reducir los impactos de las sequías en la Amazonía y contribuir al fortalecimiento de las estrategias de adaptación de las poblaciones locales, especialmente aquellos asociados con sequías severas (Duffy *et al.* 2015). A través de un diagnóstico de las condiciones climáticas observadas en un período histórico es posible comprender los mecanismos que dirigen los eventos de sequía en la Amazonía (Nobre *et al.* 2007; Philips y otros 2009; Mu *et al.* 2023). Esta comprensión es esencial para proyectar la ocurrencia de futuros eventos de sequía severa y sus posibles impactos negativos en el bosque y las poblaciones locales en la Amazonía.

Los modelos de predicción climática pueden representar de antemano dónde, cómo y cuándo pueden ocurrir posibles eventos de sequía severa. Por ejemplo, el modelo del Centro de Pronóstico del Tiempo y Estudios Climáticos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (CPTEC/INPE) logró, con un mes de anticipación, producir indicaciones y condiciones de sequía para los eventos ocurridos en 1998, 2005 y 2010 (Borma & Nobre 2013). A pesar del tiempo, con esta información, las instituciones gubernamentales pueden emitir alertas y proponer medidas de emergencia para reducir los impactos asociados a estos fenómenos, especialmente en áreas que pueden ser altamente afectadas por estos eventos. Con un buen sistema de gobernanza y alerta, la población

local puede, con el apoyo del gobierno, prepararse con anticipación, reduciendo así el daño económico, social y ambiental (Borma y Nobre 2013).

Factores como la deforestación, la degradación forestal por la tala, los incendios forestales, los efectos de los bordes en el bosque, las sequías extremas y la expansión de las áreas urbanas han acelerado el cambio climático y/o intensificado sus efectos locales (Foley *et al.* 2007; Lawrence y Vandecar 2015). Se estima que alrededor de $2,5 \times 106 \text{ km}^2$ (38%) del bosque restante en la Amazonía está degradado, lo que puede reducir la evapotranspiración hasta en un 34% en la estación seca causando importantes perturbaciones en el funcionamiento del bosque, pérdida de biodiversidad e impactos en la forma de vida de las poblaciones locales (Lapola *et al.* 2023).

1. ¿Qué indican las proyecciones climáticas?

Los estudios basados en observaciones climáticas ya han mostrado evidencia en regiones de fuerte presión antrópica en la Amazonía, especialmente en la estación seca, en las próximas décadas. En el futuro, la estación seca puede volverse más intensa y prolongada, al igual que los eventos de sequía severos como los que ocurrieron en 2005 y 2010 pueden ocurrir con mayor frecuencia (Gatti *et al.* 2021; Marengo y otros 2011; Mu *et al.* 2023; Soares y Marengo 2013). Las proyecciones climáticas en la región amazónica también han demostrado que la tendencia es que el clima se vuelva más seco y cálido en el futuro (Marengo *et al.* 2010). Según un modelo de probabilidad de ocurrencia de eventos de sequía como el de 2005, la ocurrencia de este tipo de eventos fue de 1 cada 20 años en el pasado, pero puede aumentar llegando a 9 cada 10 años hasta 2060 (Cox *et al.* 2008). Por otro lado, algunas regiones de la Amazonía pueden enfrentar grandes inundaciones con mayor frecuencia en el futuro cercano (Duffy *et al.* 2015).

Estudios que consideran escenarios de deforestación indican que el aumento del área deforestada en la Amazonía puede contribuir a un aumento en el número de días con déficit hídrico en la región suroeste, particularmente en las cuencas de los ríos Juruá y Purús, debido a cambios en la precipitación (Lima *et al.* 2014). Estos y otros cambios hidroclimatológicos proyectados a partir de estudios con modelos y escenarios se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1 Cambios hidroclimatológicos esperados para la cuenca amazónica según algunos estudios que utilizan simulaciones con modelos y escenarios de cambio climático.

Área de estudio	Cambios diseñados por los modelos	Referencia
Cuenca del Amazonas	El tamaño del área actualmente afectada por sequías moderadas se duplicará para el año 2100. Además, el área afectada por sequías severas se triplicará y habrá una tendencia al alza en la precipitación anual promedio en la parte occidental de la cuenca.	Duffy <i>et al.</i> (2015)
Cuenca del Amazonas	Los eventos de sequía extrema como el de 2005 podrían ocurrir 9 veces cada 10 años para 2060.	Cox <i>et al.</i> (2008)
Amazonía Occidental	Los eventos de inundaciones extremas ocurrirán con mayor frecuencia después de 2040.	Duffy <i>et al.</i> (2015)
Amazonía Occidental	Aumento de la temperatura media anual del orden de 6°C en la Amazonía occidental, que puede tener un aumento de hasta 8°C durante la estación seca.	Marengo <i>et al.</i> (2010)
Cuenca del Amazonas y otras 23 cuencas a lo largo de los continentes	A finales del siglo XXI, los flujos anuales promedio disminuirán en los afluentes del sur de la cuenca del Amazonas. Se prevé que los caudales estacionales aumenten más en la temporada de inundaciones y disminuyan aún más en la estación seca, es decir, aumenten la amplitud de los caudales a lo largo del ciclo anual.	Nakaegawa <i>et al.</i> (2013)
Amazonía Oriental	Es probable que el estrés hídrico durante la estación seca aumente en el este de la Amazonía en el transcurso del siglo XXI. Varios factores contribuyen a esto, incluyendo: el aumento de la temperatura y las tasas de evapotranspiración, el aumento de la deforestación y la degradación forestal.	Malhi <i>et al.</i> (2009)
Cuenca del río Madeira	Los escenarios diseñados a través de modelos hidrológicos utilizando proyecciones de cambio climático indican una reducción en el régimen de flujo mínimo en la cuenca del río Madeira. En presencia de cambio climático y deforestación combinados, las proyecciones sugieren una reducción en los caudales mínimos en la parte superior de la cuenca, y cambios en los caudales, en general, a lo largo del año hidrológico en la parte inferior de la cuenca.	Siqueira Júnior <i>et al.</i> (2015)

Por lo tanto, la vulnerabilidad de la Amazonía y sus habitantes al cambio climático está relacionada con la variabilidad climática observada en las últimas décadas y el impacto causado por el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, cuyas actividades antropogénicas relacionadas con la degradación y deforestación del bosque restante son vectores importantes. Los estudios indican que el aumento de la deforestación en los últimos años y la intensificación de la estación seca causan un aumento en la ocurrencia de incendios y emisiones de carbono, especialmente donde el ecosistema ya está bajo estrés hídrico, como la parte oriental de la Amazonía (Gatti *et al.* 2021). Por lo tanto, los modelos de proyección que relacionan el efecto de la deforestación con la variabilidad temporal y espacial de la estación seca a diferentes intensidades en toda la región amazónica pueden representar de una manera más refinada los impactos futuros asociados con los cambios en el uso de la tierra y la cobertura del suelo en la Amazonía (Staal *et al.* 2020). Es importante enfatizar que los modelos son simplificaciones de la realidad, por lo tanto, todas las proyecciones climáticas tienen incertidumbres y limitaciones, ya que no es posible representar toda la complejidad del sistema climático y los cambios en el uso y la cobertura de la tierra asociados con la pérdida de bosques en un modelo (Soares & Marengo 2013).

La selva amazónica juega un papel clave en el mantenimiento del clima global, sin embargo, con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación y los incendios forestales, los ecosistemas amazónicos son más susceptibles al cambio climático global (Albert *et al.* 2023; Marengo y Souza Jr. 2018). Esto tiene un gran efecto en las poblaciones amazónicas que dependen de los recursos forestales. El riesgo de cambio climático para estas poblaciones es enorme. Por lo tanto, es esencial fortalecer la percepción local sobre las mejores formas de adaptarse al cambio climático. Esto se puede hacer asociando las estrategias basadas en el conocimiento tradicional y local de los residentes amazónicos sobre eventos extremos de sequía, con estudios científicos de predicción climática que muestran las posibles trayectorias de cambios en la cuenca amazónica.

Impacto de las sequías en las poblaciones locales

Los ríos son las principales rutas de transporte para gran parte de la población amazónica, siendo esenciales en prácticamente toda la cuenca, así como fundamentales para la economía local, a través del transporte de diversos bienes de consumo. El transporte acuático (también llamado transporte fluvial) es

particularmente esencial en regiones donde no hay acceso por carretera o donde las carreteras no están en buenas condiciones, especialmente durante los períodos de lluvia, cuando muchas carreteras se vuelven inadecuadas para el tráfico. Por lo tanto, viajar a través de los ríos es parte de la vida cotidiana, los medios de vida y la cultura de muchas poblaciones amazónicas, especialmente las ribereñas (David 2019). Las sequías extremas pueden causar grandes problemas de movilidad y accesibilidad, ya que hay una reducción considerable en los niveles de agua de los ríos (Pereira *et al.* 2021; Lima *et al.* 2023). Los buques requieren una profundidad mínima para el tráfico a través de ríos y arroyos. Si el nivel del agua es demasiado bajo, los buques pueden encallar en bancos de arena o dañarse al chocar con rocas y grava del lecho del río expuesto durante la sequía. Cuando la sequía es muy intensa, los barcos pueden quedar encallados en el propio puerto, sin forma de salir (Kolanski *et al.* 2021). Además, incluso cuando los barcos todavía son accesibles, la sequía puede hacer que los pasajeros tengan que caminar a lo largo de los bancos de arena que se forman entre el puerto y el punto de anclaje de los barcos. Todo esto causa muchas dificultades en el transporte acuático (Lima *et al.*, *en prep.*).

Cuando los barcos logran hacer los viajes durante sequías intensas, todavía encuentran muchas dificultades hasta su destino. Los barcos pesados y grandes deben ser reemplazados por barcos más ligeros que dependen de menos profundidad. Sin embargo, estos barcos también suelen tener una capacidad reducida para transportar pasajeros y carga. Por lo tanto, para transportar la misma cantidad de mercancías o pasajeros se requieren varios viajes y esto puede aumentar el costo del transporte. Además, debido al riesgo de accidentes, los viajes deben realizarse más lentamente y, a menudo, con rutas en zigzag para esquivar los obstáculos. Con el aumento del riesgo de accidentes, es común que las autoridades que controlan establezcan restricciones de navegación, ya sea en relación con el calado máximo de la embarcación, o en relación con los horarios y tiempos permitidos para el tránsito (Lima *et al.*, *en prep.*).

El transporte acuático es fundamental para innumerables comunidades amazónicas en lo que respecta al acceso a bienes de consumo, como alimentos, ropa, tecnología, medicamentos, así como electrodomésticos y materiales de construcción. Por esta razón, durante las sequías severas, el suministro de bienes de consumo puede verse muy comprometido, lo que puede conducir a un aumento de los precios, además de causar escasez temporal de comunidades enteras (Pinho *et al.* 2015; Pereira *et al.* 2021; Smith 2022). Esto es particularmente alarmante cuando se refiere a bienes de consumo inmediato de gran importancia, como alimentos y medicamentos (Marengo *et al.* 2013). La

sequía severa no solo conduce a la escasez, sino que también obstaculiza el flujo de producción agrícola en las comunidades rurales. En algunas ocasiones, las comunidades pueden perder toda la producción de un cultivo debido a la dificultad de transporte a los centros regionales de consumo o intermediarios que venden los productos (Lima *et al.* 2023).

Las sequías severas también afectan la pesca, la caza, el corte y la agricultura y el extractivismo. Cuando ocurren sequías intensas, las especies que habitualmente son pescadas o cazadas pueden ver alterada su dinámica de comportamiento, o incluso sufrir una reducción en su abundancia debido a la escasez de alimentos en el medio ambiente o cambios ecológicos resultantes de la sequía (Pinho *et al.* 2015). En lagos y arroyos, el calor y los bajos niveles de agua pueden provocar la muerte de peces debido al efecto sobre la calidad del agua. Sin embargo, dependiendo de la intensidad del evento de sequía, en algunas regiones amazónicas, puede ocurrir lo contrario, es decir, la pesca puede ser facilitada, debido a que el nivel reducido del agua proporciona la concentración de bancos de peces en espacios más pequeños. Sin embargo, con bajos niveles de agua, el desplazamiento de quienes practican la pesca, la caza o el extractivismo puede verse comprometido, dificultando el acceso a los recursos. Dependiendo de la intensidad del evento de sequía, las actividades de corte y quema también pueden verse afectadas. Esto se debe a que, durante las sequías severas, la cantidad de agua almacenada en los suelos puede reducirse intensamente y provocar la pérdida de la siembra. La sequía también puede afectar la germinación de las plantas y retrasar los programas de cosecha.

El combustible es otro producto importante cuyo acceso se reduce durante las sequías severas (Pinho *et al.* 2015). Varios sectores de la economía local se ven perjudicados por esta escasez, dado que el combustible no solo es estratégico para el transporte local y regional, sino también para la generación de energía. Muchas comunidades en regiones más remotas de la Amazonía no están conectadas a las redes de transmisión eléctrica y, por lo tanto, dependen de generadores diesel para usar electrodomésticos en el hogar y en negocios locales, así como en escuelas y unidades de salud. Los refrigeradores y *congeladores* son esenciales para almacenar alimentos perecederos, como carne y pescado, y algunos medicamentos, como vacunas e insulina. Por lo tanto, en ausencia de electricidad, durante la escasez de combustible debido a una sequía severa, muchas comunidades pueden perder productos perecederos (Lima *et al.*, *en prep.*).

Una sequía severa también puede conducir a una restricción considerable del acceso a servicios de gran importancia para la población, como la salud y la educación. Las situaciones que involucran diversos accidentes, embarazo y

parto, enfermedades crónicas, cuidado de recién nacidos y ancianos pueden empeorar debido a la dificultad en el transporte (Garnelo *et al.* 2020). Los viajes reducidos y más lentos afectan la llegada de pacientes a los establecimientos de salud, agentes de salud, enfermeras y médicos a los hogares de las familias afectadas (Lima *et al.*, *en prep.*). Del mismo modo, el acceso a las escuelas se ve obstaculizado durante el período de sequías intensas, debido a la discontinuidad y los retrasos en el calendario escolar. Todos los materiales de los que dependen los estudiantes también se vuelven escasos, comprometiendo el progreso de las clases.

Finalmente, otro desafío importante que plantean las sequías severas es el aumento de los incendios forestales debido a la baja humedad del aire y del suelo y el aumento en el número de árboles muertos. Los incendios forestales rara vez pueden ser de origen natural, pueden ocurrir por actividades ilegales en el bosque o por el uso incontrolado del fuego en campos agrícolas y pastizales. Estos eventos causan grandes problemas a las poblaciones amazónicas, aumentando la incidencia de problemas respiratorios, lo que afecta principalmente la salud de niños, ancianos y personas con problemas crónicos (Marengo *et al.* 2013). Los incendios forestales causan daños económicos, dificultan el transporte aéreo y fluvial cuando el humo reduce la visibilidad durante los trayectos, y daña infraestructura como casas y zonas de cultivo.

Estrategias de adaptación basadas en el conocimiento local y enfoques participativos para hacer frente a las sequías

La adaptación al cambio climático se refiere al “proceso de ajuste al clima actual o esperado y sus efectos, con el objetivo de reducir el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas” (IPCC 2018). En el presente trabajo, nos referimos a ajustes relacionados con eventos de sequía extrema en la Amazonía. La adaptación puede clasificarse, según su intencionalidad, en planificada o espontánea (Lindoso; Rodrigues Filho 2016). Según Smit *et al.* (2000), las “adaptaciones planificadas” son aquellas realizadas por los gobiernos, generalmente a través de políticas públicas, mientras que las “adaptaciones espontáneas”, como su nombre lo indica, son autónomas y/o reactivas, y estas son, por ejemplo, las realizadas por las poblaciones rurales de la amazonia. Muchas de estas adaptaciones se realizan en ausencia de acciones gubernamentales, principalmente

gracias al protagonismo y resistencia de estas poblaciones en escenarios de cambio climático.

Algunas propuestas de adaptación a los fenómenos de sequía se basan en innovaciones que integran el conocimiento de las poblaciones locales con el conocimiento científico. Muchas de estas propuestas se basan en experiencias participativas en las que se implementaron prácticas que, con relativo éxito, abordaron la resolución de problemas técnicos de adaptación y anticiparon medidas de mitigación para sequías severas en la Amazonía. En este sentido, muchas organizaciones no gubernamentales (ONG), agencias gubernamentales, movimientos sociales, universidades e institutos de investigación están liderando experimentos con resultados importantes para la adaptación y mitigación de los efectos que la sequía puede tener sobre la alimentación, la salud y el bienestar de los pueblos indígenas (Abdenur *et al.* 2019). Ilustramos algunas experiencias en el presente trabajo, entre ellas: adaptaciones de alojamiento y transporte, adaptaciones en las actividades agrícolas, la elaboración de un calendario ecológico y sistemas híbridos de gobernanza entre diferentes actores sociales (i.e., líderes comunitarios, científicos y representantes gubernamentales) para enfrentar los extremos climáticos.

1. Adaptaciones de vivienda y transporte

Comenzamos con el caso de la Comunidad Lago do Catalão, que está ubicada en el municipio de Iranduba, en la confluencia de Río Negro y Río Solimões. En esta comunidad, debido al fenómeno de las “tierras caídas”, que es el proceso fluvial provocado por la acción de los ríos, y fuertemente intensificado por los extremos hidrológicos (Guimarães *et al.* 2019), todas las casas, así como la escuela local, están construidas sobre troncos de árboles que sirven como estructuras flotantes de apoyo, de tal manera que las edificaciones se adaptan a la estacionalidad de los niveles de agua (Menin 2021). Debido a la intensificación de los deslizamientos de tierra en la comunidad, a partir de 2007, los residentes comenzaron a trasladarse a tierra firme, p ya que los cimientos y las vigas de las casas flotantes a menudo se dañan y necesitan ser reemplazadas (Guimarães *et al.* 2019; Menin 2021).

Durante sequías intensas, el curso de agua principal está muy lejos de las casas y para facilitar el acceso al agua, se utilizan bombas hidráulicas. Además, se construye una represa temporal, hecha con sacos de arena, en el lago Catalão para evitar que el agua se drene completamente hacia el lecho principal (Menin 2021). Una adaptación importante para destacar en esta comunidad en relación con las fluctuaciones en los niveles de agua ocurre en las instalaciones de ocio,

principalmente para jugar fútbol, una práctica común en la Amazonía, y que en la Comunidad Catalão se ha vuelto a llevar a cabo en canchas construidas sobre troncos flotantes (Vasconcelos 2020).

En el bajo Río Negro, las adaptaciones realizadas en años de fuerte sequía están asociadas principalmente al transporte por los ríos mediante canoas menores que se utilizan para actividades productivas (extracción de madera, agricultura, pesca, extractivismo y caza), el acceso a la escuela, los servicios de salud y el ocio. Además, a lo largo de los años se han construido pozos artesianos debido a la dificultad de acceso al agua (Vasconcelos 2020). El uso de embarcaciones más pequeñas durante sequías severas es una adaptación frecuente en muchas partes de la Amazonía, ya que permite el tránsito por ríos y arroyos con niveles de agua muy bajos, lo que no sería factible utilizando embarcaciones más grandes. Sin embargo, como estas embarcaciones tienen menor capacidad, se necesitan más viajes para transportar la misma cantidad de carga o personas (Lima *et al.*, *en prep.*).

Respuestas similares fueron identificadas en el trabajo de Nascimento (2017), sin embargo, en la comunidad de Lago do Rei, la adaptación más destacada es la vivienda, ya que, en sequías severas, las casas flotantes tradicionales necesitan ser trasladadas a áreas que todavía tienen agua y esto no siempre es posible. Además, este espacio más restringido deja las casas en riesgo de colisión con otras o con embarcaciones. Nascimento (2017) describe una alternativa de casa flotante sobre boyas de tambor de plástico, que no necesita ser movida en sequías extremas y que tiene un precio más asequible en comparación con las casas flotantes tradicionales construidas sobre troncos de açacu (*Hura crepitans* L.). En la cuenca del río Madeira, se produjo una interesante adaptación en relación con la logística del tránsito de los buques: las poblaciones locales cambiaron sus horarios de flujo de producción en años de extrema sequía, ya que el evento ocurre en el mismo período del verano amazónico con altas temperaturas y debido a la formación de largas playas, el movimiento de los comuneros hacia las embarcaciones se ve dificultado por el malestar térmico, por lo que se realiza en horas de la tarde (Silva 2022).

2. Estrategias agrícolas

Entre las diversas estrategias de adaptación al cambio climático en la Amazonía, se encuentran aquellas que buscan enfrentar los impactos en la agricultura. Aquí informamos sobre algunas experiencias participativas que ilustran los esfuerzos realizados por diferentes grupos sociales para promover la conservación del suelo, para ajustar los tiempos de cosecha al cambio climático, así como

otras acciones para proteger las prácticas agrícolas tradicionales con el apoyo de la ciencia.

Comenzamos con el caso de colaboración entre científicos e indígenas en acciones para enriquecer suelos en sistemas de chagra. Chagra es un sistema agroforestal ancestral practicado por comunidades tradicionales de la región amazónica y andina, de origen indígena, basado en conocimientos tradicionales (Marentes *et al.* 2022). Una posible aproximación en portugués sería "roçado" o "roça" tradicional. Este sistema de agricultura rotacional se practica principalmente en países como Ecuador, Colombia y Perú e integra una serie de actividades que favorecen a la vez la producción de alimentos y la biodiversidad. Es importante señalar que, cuando es realizada por poblaciones tradicionales, su impacto sobre el bosque es mínimo en comparación con la agricultura moderna, en la que la tala y quema se realiza en grandes extensiones, siendo así un vector de deforestación y una práctica insostenible.

El enriquecimiento de suelos en chagras es un tema importante en algunas regiones de la Amazonía, debido a las condiciones climáticas adversas. La sequía es uno de los mayores desafíos que enfrentan los agricultores de la Amazonía, ya que puede afectar seriamente la productividad de sus cultivos (UN Periódico 2022). Los períodos cambiantes de sequía y lluvia dieron como resultado cambios en las actividades de tala y quema en el sistema chagra (UN Periódico 2022). En el caso de comunidades cercanas a la ciudad de Leticia, en la Amazonía colombiana, el enriquecimiento de suelos a través de prácticas agroecológicas ha demostrado ser una forma efectiva de mejorar la productividad de los cultivos en chagras y aumentar su resiliencia ante eventos de sequía. Estas prácticas incluyen la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos, prácticas de conservación de suelos y diversificación de cultivos.

Además, el monitoreo y la evaluación continuos de las condiciones del suelo y los rendimientos de los cultivos son esenciales para garantizar el éxito a largo plazo del enriquecimiento del suelo en la Amazonía. La participación activa de las comunidades tradicionales en este proceso es fundamental para asegurar la implementación efectiva y sostenible de las prácticas agroecológicas (UN Periódico 2022). Por ejemplo, grupos indígenas del sur y oriente de la Amazonía colombiana, en el interfluvio Caquetá-Putumayo (Uitoto, Muinane, Nonuya) y en el trapezio amazónico colombiano (Ticuna y Cocama) han implementado prácticas de fertilización y enriquecimiento de suelos para la horticultura.

Las chagras tradicionales tienen una vida útil limitada, que dura solo unos pocos años, antes de ser abandonadas temporalmente y convertidas en áreas de barbecho para la recuperación de las condiciones locales. Aunque el sistema

forestal itinerante se beneficia del proceso de sucesión ecológica para reponer los nutrientes del suelo durante el período de barbecho, las poblaciones tradicionales no están acostumbradas a las prácticas de enriquecimiento del suelo adoptadas en otras regiones. Para incentivar el enriquecimiento de suelos en chagras, la idea de compostaje y prácticas de mantenimiento de suelos fueron promovidas por el Instituto Sinchi, una institución gubernamental en Colombia, en el trapezico amazónico y el río Igaraparana (región Caquetá-Putumayo). Recomiendan no quemar el bosque, sino sembrar en campos existentes, manteniendo la productividad y agregando fertilizantes naturales (cenizas, madera podrida, etc.). Este sistema está siendo implementado en sus primeros pasos y sus resultados aún están por verse. Esto requiere una dedicación mucho más intensa a la horticultura, que compite con el tiempo disponible para otras actividades de subsistencia (UN Periódico 2022).

Seguimos con otros casos: un ejemplo de cómo se tratan los suelos para el cultivo de plantas medicinales aromáticas y de condimentos en traspatios agroforestales y quemas en áreas de planicies inundables lo reporta Chagas (2011) en dos comunidades ubicadas en la margen izquierda del río Solimões: São Francisco y Santa Luzia do Baixio. Están ubicados en el Distrito de Careiro da Várzea, microrregión de Manaus en el estado de Amazonas. En estas comunidades, el cultivo se realiza en el suelo durante la estación seca y en camas elevadas durante la crecida del río. Así, cuando se acerca el período de inundaciones, el suelo fertilizado en el suelo se traslada a las camas elevadas donde se realiza la siembra (Chagas 2011). Para la fertilización del suelo, se utilizan fertilizantes químicos y orgánicos como estiércol de aves y ganado, cenizas de material orgánico quemado (p. ej., madera, ramas y hojas) y restos de prácticas culturales que ayudan a la fertilización del suelo (Chagas 2011).

Un estudio reciente de Silva (2022) describe estrategias de adaptación de sistemas de cultivo realizadas por habitantes de cuatro comunidades ribereñas en la Reserva de Desarrollo Sostenible Río Madeira, en el municipio de Novo Aripuanã, Amazonas. Estas estrategias de adaptación fueron necesarias debido a la alta tasa de mortalidad observada en cultivos frutales, arbóreos y de ciclo corto (Silva 2022). La primera estrategia se refiere al cultivo en zonas más altas del terreno, ya que, en general, no se ven afectadas por los efectos de la deposición de sedimentos y suelos arenosos. La segunda estrategia se refiere a la forma de plantar la maniva (yuca) y aumentar la profundidad del hoyo. Los residentes comenzaron a sembrar maniva verticalmente y aumentaron la profundidad del hoyo en 20 cm para sembrar banano (Silva 2022).

3. Calendario Ecológico

Desde hace treinta años, las organizaciones indígenas, con el apoyo de ONG y organismos estatales, han venido impulsando la sistematización de los saberes agrícolas, climáticos y culturales a través de lo que en la Amazonía colombiana y peruana se ha denominado “calendario ecológico”. Estas iniciativas apuntan a fortalecer la investigación comunitaria y el autogobierno de las organizaciones locales, indígenas y comunitarias. A través del enfoque de “diálogo de saberes”, se representa en el calendario ecológico el conocimiento de los cambios ecosistémicos en los ciclos bioculturales, climáticos y estacionales (Echeverri 2009).

El calendario ecológico es un concepto que se adoptó para describir el conocimiento sobre el uso y manejo de la naturaleza y los sistemas productivos de las comunidades indígenas. Se considera un proceso participativo, impulsado por la comunidad, inducido por la acción de líderes indígenas, investigadores, funcionarios gubernamentales y activistas interesados en generar experiencias de aprendizaje en las que se recopilen y organicen conocimientos ecológicos indígenas y científicos sobre animales, plantas, suelos y paisajes.

En la academia y las instituciones, el calendario ecológico se llama así porque ha sido la forma en que ha sido representado por las contribuciones del conocimiento occidental, tanto de forma gráfica como escrita. La herramienta también se utiliza en los programas de Educación Indígena, que, en el caso de Ciencias Naturales, han estructurado planes de estudio bajo parámetros de gestión de grupos indígenas (proceso que la organización *Cabildo Indígena Mayor del Tarapacá*, CIMTAR, viene realizando en la Amazonía colombiana), que busca poner al mismo nivel el conocimiento científico y el tradicional, sin que uno se superponga al otro (De La Cruz 2013).

Los calendarios ecológicos también se han implementado en la Amazonía como estrategia local de adaptación al cambio climático. En el sur de la Amazonía colombiana, los resultados de estas reflexiones establecieron dos dimensiones para el tratamiento del tema: por un lado, cómo se entienden o interpretan los fenómenos asociados al cambio climático desde las tradiciones culturales y, por otro lado, las valoraciones del impacto de estos cambios en las actividades cotidianas de las comunidades (Lasprilla 2015).

El calendario ecológico (Figura 3) se basa en el conocimiento tradicional de las comunidades indígenas y la investigación científica y se utiliza para anticipar la disponibilidad esperada de recursos naturales en la región según la estacionalidad local. Por ejemplo, se utiliza para predecir los mejores momentos para la

caza, la pesca, la recolección de frutas y la siembra. El calendario también se utiliza para promover la gestión sostenible de los recursos naturales, fomentando la conservación y la sostenibilidad a largo plazo. Al utilizar el conocimiento y la ciencia locales, el calendario ecológico se convierte en una herramienta importante para ayudar a las comunidades a tomar decisiones informadas y proteger la biodiversidad y los recursos naturales de la región.

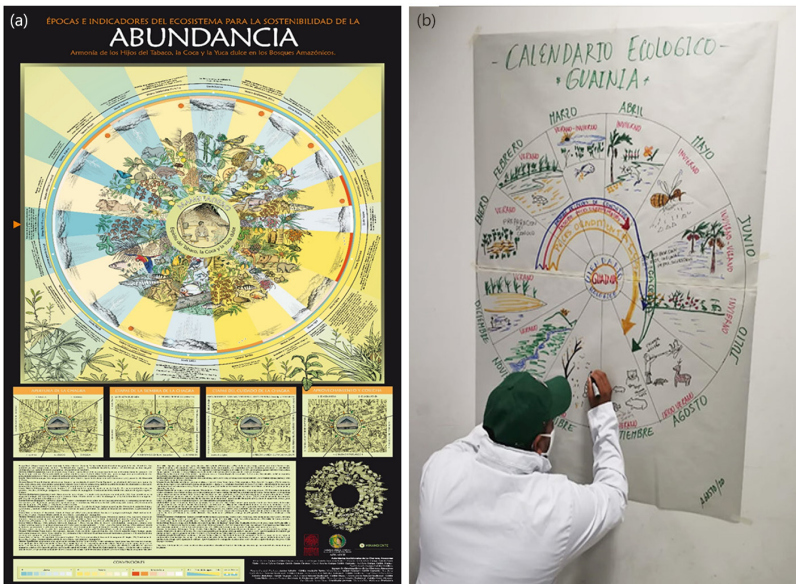


Figura 3 (a) Calendario de Abundancia de etnias en la región central de la Amazonía colombiana. Fuente: Instituto Sinchi (2012). (b) Elaboración del Calendario Ecológico en la escuela de formación de OPIAC. Fuente: OPIAC (2018).

4. Gobernanza híbrida

Los modelos actuales de gobernanza ambiental están adoptando cada vez más propuestas comunitarias, basadas en el conocimiento local y la práctica tradicional. En el suroeste de la Amazonía, más específicamente en la región MAP¹, se realiza desde hace más de una década un experimento, conocido como Iniciativa MAP, que adopta un enfoque híbrido de gobernanza ambiental que combina las perspectivas de las comunidades locales, el conocimiento científico y la participación del Estado, con este último proporcionando recursos públicos para apoyar la gobernabilidad local (Perz *et al.* 2008).

1. La región MAP comprende el departamento de Madre de Dios (Perú), el estado de Acre (Brasil) y el departamento de Pando (Bolivia).

La Iniciativa MAP es una red trinacional que nació de la interacción entre científicos, líderes comunitarios y representantes gubernamentales y el reconocimiento de que las soluciones a los desafíos transfronterizos, como las amenazas ambientales y el cambio climático, requieren una planificación ambiental integrada (Rioja 2005). La iniciativa cuenta con varias organizaciones en cada país miembro, que sirven como nodos en una red más amplia de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y comunidades, con el objetivo principal de identificar y defender colectivamente estrategias para mitigar los impactos ambientales (Brown *et al.* 2002). El éxito de la iniciativa en sus acciones iniciales dio lugar a grupos de trabajo, denominados mini-MAP, con objetivos específicos.

La sequía ocurrida en 2005, seguida de las inundaciones de 2006 en el suroeste de la Amazonía, que afectaron principalmente al estado de Acre (Brasil) y al departamento de Madre de Dios (Perú), provocaron cuantiosos daños materiales y graves problemas de salud debido al humo resultante y el aumento de las quemaduras e incendios forestales (Perz *et al.* 2022). La sequía prolongada provocó la quema de más de 300 000 ha de bosque en el sudoeste de la Amazonía y pérdidas económicas directas por al menos 50 millones de dólares estadounidenses (Brown *et al.* 2006). En respuesta a estos eventos, la Iniciativa MAP ha tomado medidas para mejorar la gobernanza en la respuesta a los desastres naturales y la adaptación al cambio climático. Uno de ellos fue la creación de un grupo de trabajo sobre gestión de riesgos llamado "Mini-MAP Gestão de Risco" (MMGR), con el objetivo de mejorar la preparación para eventos climáticos extremos (Perz *et al.* 2022).

A través de este grupo de trabajo, se establecieron foros públicos regulares para discutir acciones de planificación ambiental regional participativa, involucrando a participantes de universidades regionales, ONG, gobiernos locales y algunos ministerios nacionales, así como autoridades de defensa civil, incluidos bomberos y militares (Perz *et al.* 2022). Los foros públicos establecieron espacios de diálogos participativos, que permitieron el intercambio de experiencias y con el objetivo de coproducir conocimiento sobre la gestión futura del riesgo para ser utilizado como base para la acción en términos de preparación para responder a las sequías. Además de foros, esta coproducción de conocimiento y preparación de respuesta también incluyó visitas periódicas a comunidades en zonas de alto riesgo, con el fin de discutir experiencias y coordinar planes de emergencia (Perz *et al.* 2022). La continuidad del grupo de trabajo de MMGR se basó en la formación de capacidades regionales, junto con los socios de la iniciativa, durante eventos extremos, para coordinar respuestas de emergencia utilizando datos en tiempo real sobre precipitaciones y condiciones hidrológicas del sistema de alerta temprana (Perz *et al.* 2022).

Otra iniciativa que en los últimos años ha contribuido al sistema de alerta temprana en la región MAP y a la construcción de capacidades para la mitigación y adaptación al cambio climático en el suroeste de la Amazonía es el proyecto MAP-Fire (plan de adaptación multiactor para enfrentar el aumento del riesgo de incendios forestales²) que cuantifica el riesgo de incendios en la región MAP y estudia la interacción entre los impactos potenciales y la gestión del riesgo (Anderson *et al.* 2020). Dos productos principales son el resultado de este proyecto: (i) la plataforma de gestión de riesgos e impactos de incendios forestales³, con monitoreo en tiempo real y disponibilidad de datos geoespaciales que pueden apoyar las actividades de los técnicos y tomadores de decisiones, y (ii) el libro “É Fogo!”⁴, escrito para la comunidad escolar y con el objetivo de incluir el tema del fuego en el currículo (Anderson *et al.* 2020). Ambos productos fueron coproducidos con actores sociales interesados a través de talleres y capacitaciones, lo que permitió adaptar el contenido a las necesidades y particularidades locales. El proyecto MAP-Fire es un ejemplo de diálogo entre la ciencia y la sociedad, una acción esencial para la gobernanza del riesgo de desastres que trasciende fronteras, ya sean políticas, ambientales o disciplinarias (Anderson *et al.* 2020).

Consideraciones finales

Este trabajo arroja luz sobre la relevancia del tema de las sequías severas en la Amazonía, explorando tanto las definiciones científicas como las percepciones locales sobre este fenómeno. El impacto de las sequías extremas en los medios de vida y el bienestar de las comunidades locales en la Amazonía ya es evidente, tal como se reporta en la literatura en relación con eventos extremos recientes. Las proyecciones climáticas indican que el escenario podría volverse aún más desafiante si no se hace nada para contener el avance de la deforestación y la degradación de la selva amazónica. Las proyecciones también muestran la importancia de adoptar medidas urgentes para reducir los impactos negativos del cambio climático en las poblaciones locales y el bosque.

En este contexto, el conocimiento científico y la experiencia de las comunidades locales deben combinarse para fortalecer las estrategias de adaptación al cambio climático en la región amazónica. Las experiencias participativas exploradas en este trabajo sugieren posibles formas de adaptación y mitigación de

2. El acrónimo MAP-Fire en el original en inglés significa: Plan de Adaptación de Actores Múltiples para hacer frente a los Bosques bajo un Riesgo Creciente de Incendios Extensivos.

3. Se puede acceder a la plataforma en <http://terrama.cemaden.gov.br/griif/mapfire/monitor/>

4. Se puede acceder al libro de forma gratuita en <https://efogo.weebly.com/>

la sequía en la Amazonía a través de la integración de conocimientos indígenas, locales y científicos. Al involucrar a las poblaciones locales, en particular a los pueblos tradicionales, estos enfoques facilitan el desarrollo de estrategias específicas del contexto, aumentando la resiliencia y reduciendo la vulnerabilidad de estas poblaciones. En última instancia, un enfoque holístico e inclusivo es esencial para hacer frente a la compleja dinámica de las sequías en la Amazonía y garantizar el futuro sostenible de la región y sus habitantes. A continuación, se hacen algunas recomendaciones, tanto con respecto a las investigaciones realizadas en la Amazonía como al uso de estrategias adaptativas y enfoques participativos:

- ◆ Promover la adopción de medidas de adaptación y mitigación ante eventos extremos, como sequías e inundaciones, con base en los conocimientos tradicionales de las poblaciones afectadas, además de promover el acceso a información y sistemas de alerta generados por sensores remotos sobre fenómenos meteorológicos, en una estrategia combinada de conocimientos científicos y tradicionales.
- ◆ Establecer mecanismos para acercar a las comunidades y gobiernos locales a experiencias participativas, a través de enfoques integrados y de largo plazo que favorezcan la participación integral de la sociedad civil en la definición y planificación de medidas más efectivas para enfrentar eventos extremos.
- ◆ Detener de forma permanente la deforestación en el bioma Amazónico, principalmente mediante la contención de la expansión de la frontera agrícola, considerando sus efectos sobre los patrones de lluvia en la Amazonía y también las emisiones de carbono derivadas de la deforestación y degradación forestal. Adicionalmente, fortalecer la protección de las unidades de conservación y tierras indígenas, especialmente aquellas ubicadas en áreas de fuerte presión de deforestación. Como se ilustró anteriormente, la deforestación contribuye enormemente al aumento del período de déficit hídrico en la Amazonía y favorece los incendios forestales.
- ◆ Intensificar la adopción de medidas para mitigar y adaptarse a las sequías en la Amazonía mediante la promoción de prácticas sostenibles en los sectores agrícola, forestal y energético. Alentar la colaboración entre organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, universidades e institutos de investigación para desarrollar estrategias de mitigación y adaptación a la sequía, integrando el conocimiento científico, indígena y local. Promover la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones e implementación de políticas relacionadas con

las sequías, reconociendo y valorando sus conocimientos y experiencias. Fortalecer la capacidad de las comunidades indígenas y locales para hacer frente a las sequías proporcionando apoyo técnico, recursos y acceso a información relevante.

- ◆ Fortalecer los sistemas actuales de monitoreo y alerta temprana de sequías (ej., en Brasil se encuentra el CEMADEN/MCTI - *Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais*), dotándolos de recursos presupuestarios y tecnología avanzada para una cobertura integral y detallada de la cuenca amazónica, facilitando la planificación y respuesta oportuna a eventos climáticos extremos. Además, invertir en la política de transparencia de datos, financiar y mejorar las plataformas de datos abiertos, así como fomentar las publicaciones científicas abiertas, para facilitar el acceso al conocimiento científico sobre los extremos climáticos.
- ◆ Los gobiernos regionales y nacionales deben invertir en estudios transdisciplinarios sobre vulnerabilidad a eventos de sequía extrema, identificando regiones y comunidades en la situación más crítica de exposición a eventos de sequía extrema (o que enfrentarán situaciones críticas en el futuro), así como las condiciones que aumentan el riesgo y/o apoyan la capacidad de adaptación frente a estos eventos. Fortalecer el Sistema Nacional de Protección y Defensa Civil, en particular los cuerpos locales de defensa civil, brindando recursos financieros, capacitación técnica y apoyo logístico para el desarrollo de acciones estratégicas que integren la participación de las poblaciones locales, con el objetivo de anticipar acciones de mitigación de los impactos de sequías extremas en la sociedad.

Agradecimientos – Los autores agradecen a los organizadores de SPSAS “Amazônia Inclusiva y Sostenible”, FAPESP, Dra. Simone Athayde y Dra. Marlúcia Bonifácio Martins por sus sugerencias y el intercambio de ideas durante y después de la SPSAS. A.C.M.P. agradece el proyecto FAPESP-Brasil “Vozes em Recuperação” (procesos n° 2021/07660-2 y 2022/09380-0). A.M.Y. agradece al proyecto “Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais” (proyecto 402832/2018-3, llamado Rede Clima continuación 20148 acuerdo FINEP 01.13.0353.02) y el Programa de Apoyo para el Establecimiento de Jóvenes Médicos en Brasil (Proceso No. 01.02.016301.01073/2023-57). L.S.L. agradece al Programa Beatriu de Pinós, AGAUR, Catalunya (caso n° 2020BP-000156) y al Programa de la American Geophysical Union, AGU, *Voices for Science*. Este trabajo contribuye al Programa María de Maeztu, ICTA-UAB, España (caso n.º CEX2019-000940-M); M.A.V. agradece al Fixação de Recursos Humanos para o Interior do Estado: Mestres e Doutores por

Calha de Rio” – PROFIX –RH – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM (proceso No. 612/2021).

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- 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, Víctor; 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.; BERENGUER, Erika; CARMENITA, 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 Amazônico 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, Letícia 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, Letícia Santos de; CUNHA, Evandro Landulfo Teixeira Paradela; ANASTÁCIO, Paula Rossana Dório; MENEZES, Mariane Stéfany 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, Tosiyyuki; KITO, 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.C.P.; 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 Pedroza 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.7a2cee9e980f91ad7697b570bcc4b004>.

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.

YOON, J., ZENG, N. 2010. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Climate Dynamics**, 34(2-3): 249-264.

Sobre los autores

Ana Carolina Moreira Pessôa es Bióloga, graduada de la Universidad Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) en conjunto con la Universidad de Montana, financiada por el programa Ciencia sin Fronteras. Tiene una maestría y un doctorado en Teledetección del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE). Actualmente es investigadora en el Instituto de Investigaciones Ambientales de la Amazonia (IPAM).

Aurora Miho Yanai es Ingeniera Forestal, graduada de la Universidad Federal de Amazonas (UFAM), con maestría y doctorado en Ciencias de los Bosques Tropicales por el Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas (INPA). Actualmente es becaria postdoctoral en el INPA.

Letícia Santos de Lima es Ingeniera Ambiental, graduada por la Universidad Federal de Ouro Preto (UFOP), con maestría en Análisis y Modelado de Sistemas Ambientales por la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG) y doctora en Geografía por la Humboldt-Universität zu Berlin (Alemania). Actualmente es investigadora en el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona (ICTA – UAB).

Mônica Alves de Vasconcelos es Ingeniera Forestal por la Universidad Federal de Amazonas (UFAM) Máster en Ciencias Forestales y Ambientales con un periodo de movilidad en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE). Doctora en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad en la Amazonia – UFAM y en Ingeniería Ambiental – Universidad de Aveiro por el programa de cotutela. Actualmente es investigadora en la Universidad del Estado de Amazonas (UEA).

Pablo De La Cruz es Sociólogo de la Universidad Nacional de Colombia y Doctor en Ecología y Desarrollo Sostenible por El Colegio de la Frontera Sur de Mexico.

Pierre Alvaro Florentín Díaz es Licenciado en Medicina de Emergencia por la Universidad Centro Médico Bautista, Licenciado en Lengua Guaraní por la Universidad Nacional de Asunción, Magíster en Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático por la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción y Doctor en Educación por la Universidad Nacional del Este.

¿Por qué mi río se ha secado?





Gobernanza local, cambio climático y manejo de recursos naturales en la Amazonía

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-978-65-84811-40-9_010

RESUMEN

El fortalecimiento de iniciativas de manejo de recursos naturales de base comunitaria es fundamental para enfrentar los efectos del cambio climático y las presiones de formas de explotación depredadoras sobre los ecosistemas, así como para fomentar las capacidades adaptativas de las comunidades. La capacidad adaptativa depende directamente del sistema de gobernanza adoptado. La Amazonía alberga una gran diversidad de ecosistemas y pueblos tradicionales (por ejemplo, indígenas, extractivistas, quilombolas) y cumple un papel fundamental en la regulación del clima global. Uno de los grandes desafíos actuales es contener y mitigar los impactos del cambio climático y la explotación depredadora de recursos naturales sobre los sistemas naturales y humanos. Estos impactos comprometen los ingresos y la calidad de vida de las familias, así como la garantía de sus derechos básicos y la eficacia de las políticas públicas para la región. Considerar a los pueblos tradicionales, indígenas y quilombolas en la creación conjunta de soluciones para estos problemas es crucial para lograr resultados efectivos. Sostenemos que el fortalecimiento y valorización de la gobernanza local debe ser el punto de partida y la orientación de los proyectos de manejo de recursos naturales para garantizar la superación de los desafíos y permitir el desarrollo de una efectiva economía de la sociobiodiversidad.

Palabras clave: gobernanza, manejo de recursos naturales, cambio climático, pueblos indígenas tradicionales.



Figura resumen: Las comunidades locales están constantemente bajo presiones internas y externas de diversos factores: sociales, económicos, políticos y climáticos. La gobernanza puede fortalecer las capacidades de las comunidades para hacer frente a estas presiones externas. De esta manera, los efectos de las presiones climáticas sobre los proyectos de manejo sostenible de recursos naturales de la región pueden mitigarse debido a cambios en la gobernanza.

Introducción

El Bioma Amazónico es un vasto y complejo sistema socioecológico que alberga la mayor diversidad biológica del planeta, desempeñando un papel fundamental en la regulación climática global y en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la sociedad humana (Antonelli *et al.* 2018). La región alberga una amplia gama de pueblos, incluidas comunidades indígenas, quilombolas, pequeños agricultores, extractivistas y pescadores artesanales, cada uno con su propia cultura y prácticas de manejo de la naturaleza (Lima & Pozzobon 2005).

La biodiversidad y los servicios ecosistémicos representan la base de la conservación cultural amazónica y están entrelazados con actividades tradicionales como la pesca, la caza y la extracción de productos forestales (Sunderlin *et al.* 2005). La gobernanza sobre el territorio amazónico y sus recursos naturales es compleja y requiere conciliar enfoques sostenibles para la conservación de la biodiversidad, la reducción de la pobreza, la seguridad social de las comunidades y el crecimiento económico. Esta gobernanza es esencialmente importante para las comunidades, ya que proporciona su resiliencia frente a perturbaciones como el cambio climático y la degradación ambiental causada por la deforestación y otras formas depredadoras de uso de los recursos naturales (de Andrade *et al.* 2022).

Estimaciones del Sexto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) indican que la región amazónica será fuertemente afectada por el cambio climático en curso, principalmente en términos de aumento de temperatura y disminución de la humedad del suelo (IPCC 2023). Estos impactos tienen un alto potencial de tener importantes consecuencias para las cadenas productivas amazónicas (Evangelista-Vale *et al.* 2021). Aunque se implementen políticas de mitigación y adaptación, el efecto invernadero seguirá causando una cascada de impactos climáticos durante mucho tiempo, con grandes repercusiones en los ecosistemas y las comunidades tradicionales amazónicas (Pörtner *et al.* 2022). Estos impactos pueden ser exacerbados por la degradación forestal (por ejemplo, incendios forestales y tala de árboles), lo que deja a los bosques más vulnerables (Matricadi *et al.* 2020).

Los impactos climáticos pueden variar en intensidad en las diferentes regiones de la Amazonía (Estevo *et al.* 2022), afectando las prácticas agrícolas, la gestión forestal maderera y la extracción no maderera (Bergamo *et al.* 2022). Muchas de estas prácticas, además de representar los modos de vida de las comunidades locales, son formas de generación de ingresos y contribuyen a la conservación de grandes extensiones de bosques nativos (Silva *et al.* 2021),

desempeñando un papel importante como sumideros de carbono (Smith *et al.* 2023). Por esta razón, se han adoptado diversas estrategias de manejo de recursos naturales basadas en la comunidad con el fin de promover formas de producción sostenibles y el dominio territorial (Bergamo *et al.* 2022; Medina *et al.* 2022).

El fortalecimiento de la gobernanza a nivel local, liderado por organizaciones de base, es necesario para superar los desafíos impuestos por el cambio climático y viabilizar proyectos de manejo sostenible de recursos naturales en la Amazonía (de Andrade *et al.* 2022). Diversos estudios han demostrado que el fortalecimiento de la gobernanza local sobre el uso de los recursos naturales es eficaz para la conservación de la biodiversidad y la economía de las comunidades que habitan en los bosques (Ostrom 2005; Brondizio *et al.* 2019; Campos-Silva *et al.* 2020; Athayde *et al.* 2021). El manejo comunitario de los recursos naturales ha sido particularmente exitoso en la Amazonía, promoviendo importantes beneficios ecológicos, como la conservación de una amplia variedad de grupos taxonómicos y la recuperación de poblaciones de especies sobreexplotadas (Castello *et al.* 2009; Campos-Silva *et al.* 2018). Este nivel de gobernanza también debe estar alineado con otros niveles administrativos, institucionales y jurídicos, así como a escalas regional, nacional e internacional (Cordeiro-Beduschi *et al.* 2022).

Las formas de gobernanza comunitaria se manifiestan a través de instituciones formales, como asociaciones, cooperativas y sindicatos, debidamente reguladas por estatutos y reglamentos, o incluso de manera informal, como redes de parentesco y afinidad, que miden las relaciones de intercambio dentro de un grupo (Ostrom 1990; 2005; Meinzen-Dick & Mwangui 2008). Estas formas de gobernanza operan como instancias de representación para buscar derechos y políticas públicas y, son espacios para crear reglas de relación con el Estado (por ejemplo, legislación, impuestos, entre otros) y con el mercado, es decir, representan espacios de formación para la gestión de bienes colectivos y la negociación de productos (Campos-Silva *et al.* 2020).

En esta propuesta, reunimos algunos elementos sobre la importancia del fortalecimiento de la gobernanza local en las comunidades amazónicas como una forma de superar los desafíos durante la implementación de proyectos de manejo sostenible de recursos naturales. Además, evaluamos cómo la gobernanza local puede utilizarse para abordar los efectos del cambio climático en las actividades agroextractivas de las comunidades amazónicas. Por último, presentamos recomendaciones sobre la importancia de este tema, destacando los principales desafíos y posibles soluciones para los tomadores de decisiones,

como los agentes estatales, entidades privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG), etc.

Impactos del cambio climático en la Amazonía: en sentido amplio

El cambio climático es uno de los principales desafíos ecológicos y sociales en la actualidad (Dietz *et al.* 2020). La comprensión de estos desafíos es fundamental para orientar políticas de reducción de riesgos ambientales, abordar la inseguridad alimentaria, así como sus impactos en la economía a nivel global, regional y local (Ericksen *et al.* 2011; Mondal *et al.* 2023). La seguridad alimentaria de la población mundial puede verse directamente afectada por el cambio climático debido a las pérdidas en la productividad agrícola y extractiva asociadas a las variaciones extremas en la precipitación y las temperaturas (Asseng *et al.* 2015; Hasegawa *et al.* 2018).

En la Amazonía, esta situación no es diferente. La región alberga la mitad de las selvas húmedas restantes en el planeta, las cuales están sometidas a una intensa presión debido a la deforestación, la extracción de minerales, la ganadería y la agricultura. Estos cambios intensos incluyen una reducción significativa en la precipitación, así como un aumento en la temperatura y la frecuencia de eventos extremos de sequías e inundaciones (Erfanian *et al.* 2017; Matricardi *et al.* 2020; Assis *et al.* 2022; Marengo *et al.* 2022; Smith *et al.* 2023), lo cual afecta directamente la productividad de la agricultura y la extracción a pequeña escala, así como la composición y diversidad de especies en estos ecosistemas. Estudios recientes indican que tanto la estructura como la composición de la flora arbórea de la Amazonía han experimentado adaptaciones al clima más seco y cálido (Brienen *et al.* 2015; Esquivel-Muelbert *et al.* 2019).

Sin embargo, las adaptaciones de las comunidades biológicas no están logrando seguir el rápido ritmo de los cambios climáticos, lo que está llevando a eventos de mortalidad de especies arbóreas a gran escala (Esquivel-Muelbert *et al.* 2020) y a una consiguiente reducción en la productividad forestal (Brienen *et al.* 2015). Estos efectos varían entre las regiones amazónicas, siendo más intensos en la porción sur y oriental del bioma (Marengo *et al.* 2022). Estas regiones experimentan un clima más estacional en comparación con la porción occidental y central, y presentan las tasas de mortalidad más altas del bioma, donde los efectos del cambio climático ya han alcanzado un "punto de no retorno" regional (Lovejoy & Nobre 2019). La degradación y la deforestación asociadas con los

cambios climáticos han modificado la condición de estos bosques, pasando de ser sumideros de carbono a fuentes de emisiones de carbono (Reis *et al.* 2022).

Además, las comunidades humanas locales que dependen de los recursos forestales y acuáticos se ven seriamente amenazadas por estos cambios climáticos. Por ejemplo, el aumento esperado de sequías severas y la consiguiente reducción en el volumen de agua de los ríos amazónicos pueden hacer que la actividad pesquera sea económicamente inviable, debido a la precarización del transporte y las dificultades de exportación de la producción de comunidades remotas o aisladas. Estos cambios pueden llevar a la degradación de las condiciones de vida y al éxodo de estas comunidades hacia los centros urbanos (Silva *et al.* 2021).

Desafíos para el manejo sostenible de los recursos naturales en la Amazonía frente a los cambios climáticos globales

En la actualidad, los impactos asociados con los cambios climáticos y la explotación depredadora del bioma amazónico están alterando la dinámica de los ecosistemas e impactando directamente en las cadenas de producción de las comunidades tradicionales. Esta tendencia puede reducir espacialmente la idoneidad climática de las poblaciones de plantas y afectar la producción de cultivos básicos como la yuca, el maíz y el plátano (Beltrán-Tolosa *et al.* 2020). Cultivos como el trigo, por ejemplo, son muy sensibles a los efectos de los cambios climáticos, con una disminución de hasta el 6% en la producción mundial de este producto básico por cada aumento de 1°C en la temperatura (Asseng *et al.* 2015). Estos efectos también pueden extrapolarse a los productos forestales no madereros que forman la principal fuente de recursos de las comunidades tradicionales amazónicas (Igawa *et al.* 2022).

Estimaciones futuras evidencian que las comunidades de las 56 Reservas Extractivas (RESEX) ubicadas en la Amazonía brasileña se verán afectadas por los cambios climáticos hasta el año 2050 (Evangelista-Vale *et al.* 2021). Once de las dieciocho especies comerciales evaluadas pueden experimentar una reducción en sus áreas de idoneidad ambiental (área adecuada para la presencia de la especie de acuerdo con su tolerancia a las condiciones ambientales) y nueve de ellas pueden desaparecer de algunas de estas reservas. Por ejemplo, especies como la castaña de Brasil (*Bertholletia excelsa*), el caucho (*Hevea brasiliensis*), el buriti (*Mauritia flexuosa*), el açai (Euterpe oleracea), el açai-soltero (*Euterpe*

precatória) y la copaiba (*Copaifera multijuga*) han experimentado una reducción en sus áreas de idoneidad ambiental en las RESEX de donde son extraídas. *B. excelsa*, extraída en 50 reservas, podría dejar de existir en nueve de estas áreas, lo que afectaría a 996 familias extractivistas. Ambas especies de açaí (*E. precatória* y *E. oleracea*), extraídas en 45 reservas, podrían extinguirse localmente en dos RESEX, lo que afectaría a 288 familias extractivistas (Evangelista-Vale *et al.* 2021).

En cuanto al escenario agrícola, a pesar de que la Amazonía tiene el 17% de las áreas con suelos aptos para el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*), el aumento de la temperatura y la reducción de la precipitación pueden hacer inviable este potencial productivo, especialmente en áreas con actividades económicas consolidadas (Igawa *et al.* 2022). Esta reducción en las áreas de producción puede provocar una disminución del 4,2% en la producción nacional de cacao y afectar los ingresos de casi 9 mil familias. De manera similar, Pastana *et al.* (2021), al evaluar el efecto del fenómeno El Niño de 2015/2016 en la producción anual de castañas (*B. excelsa*) en la Reserva Extractiva del Río Cajari (Amapá), encontraron una fuerte relación entre la reducción de la precipitación y el aumento de la temperatura con la disminución en la producción de castañas. Los autores informaron que la reducción de la producción y la consiguiente escasez de castañas de Brasil en un mercado fuerte y con precios altos provocaron invasiones y conflictos en las unidades extractivas. Así, se evidencian las consecuencias negativas de los cambios climáticos en los sistemas socioecológicos, lo que indica la necesidad de crear estrategias adaptativas a estos cambios y desarrollar la resiliencia de estos sistemas (Scarano 2017).

Soluciones para mitigar los efectos del cambio climático: gobernanza local y manejo sostenible de recursos naturales

Los cambios climáticos que ocurren en la Amazonía tienen un impacto sustancial en los sistemas socioecológicos, afectando los medios de vida de comunidades que dependen en gran medida de los recursos naturales (Estevo *et al.* 2022). Las formas de gobernanza local llevadas a cabo por comunidades tradicionales, indígenas, quilombolas y agricultores familiares pueden desempeñar un papel fundamental en el manejo sostenible de los recursos naturales y en la adaptación al cambio climático. Estas formas de gobernanza promueven y pueden ampliar i) la percepción sobre el cambio climático y ii) las prácticas de conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

A través de la gobernanza local, por ejemplo, se pueden establecer sistemas de monitoreo y control de las actividades extractivas para garantizar que se realicen de manera responsable y sostenible, sin perjudicar la biodiversidad y los ecosistemas locales. Las formas de gobernanza local también pueden actuar como mediadoras entre las comunidades, los organismos gubernamentales y privados, defendiendo los derechos de las comunidades y promoviendo políticas públicas que fomenten la sostenibilidad y la conservación ambiental. Por lo tanto, es importante que estas organizaciones tengan voz activa en las decisiones que afectan a sus miembros y trabajen en colaboración con otras instituciones para promover la adaptación de los métodos de producción a las condiciones impuestas por el cambio climático, buscando el desarrollo sostenible.

Las comunidades son conscientes de los efectos del cambio climático, los impactos de la deforestación y los grandes proyectos extractivos. Esta percepción es importante para definir estrategias conjuntas de mitigación de estos efectos. Un estudio reciente indicó que la mayoría (72% de los encuestados) de las poblaciones tradicionales amazónicas están experimentando cambios en el clima, especialmente la reducción de las lluvias (62% de los encuestados). Además, una parte significativa de los encuestados (30.8%) relaciona estos cambios con los impulsores de la deforestación, la construcción de represas, la degradación del suelo y el medio ambiente (por ejemplo, la contaminación y la sedimentación) (Funatsu *et al.* 2019). Esto es preocupante, ya que las alteraciones causadas por el calentamiento global no tienen el mismo grado de reversibilidad que los cambios causados por el uso del suelo, los cuales impactan la precipitación y la temperatura de un lugar determinado.

Las adaptaciones en el sistema productivo para lidiar mejor con exposiciones y sensibilidades problemáticas (sociales, ambientales, climáticas) son manifestaciones de la capacidad adaptativa de las organizaciones comunitarias. Estas adaptaciones pueden darse a diferentes niveles. Por ejemplo, en un sistema agrícola afectado por la sequía, una adaptación simple podría ser el uso de variedades de cultivo más resistentes a la escasez de agua, mientras que una adaptación más significativa sería cambiar de la agricultura a la ganadería, y una adaptación aún más sustancial sería abandonar por completo la agricultura (Smit & Wandel 2006).

Otras adaptaciones implican la necesidad de ajustar las prácticas agrícolas al calendario climático, aunque en algunos lugares la planificación de las cosechas está más vinculada al precio de mercado, cambio de cultivos, ajuste de las fechas de siembra, implementación de invernaderos y uso de riego, lo cual se ha vuelto más frecuente en la Amazonía (Funatsu *et al.* 2019). Sin embargo, se debe

considerar el alto costo de los sistemas de riego en comparación con los precios de la tierra (Costa *et al.* 2019), así como los impactos en las reservas de agua. Para minimizar el riesgo climático, una medida adaptativa sería seleccionar los cultivos en función del inicio de la temporada de lluvias, aunque se requiere un sistema de pronóstico que aún no está disponible (Costa *et al.* 2019). El estudio de Igawa *et al.* (2022) sobre la inadecuación de la producción de cacao en áreas de la Amazonía en escenarios de cambio climático destaca que será necesario implementar el proceso de transición y diversificación con la siembra de otro cultivo más resistente a la sequía y al calor en una gran área.

A partir de los estudios presentados, podemos identificar dos posibles soluciones para que las cadenas productivas se vean menos afectadas por el cambio climático: el uso de cultivos y/o especies más resistentes a altas temperaturas y baja precipitación, y la diversificación de la producción. Además de utilizar especies más resistentes y la mejora genética (un proceso que puede seleccionar un espécimen más adaptado a las nuevas condiciones climáticas), la selección de orígenes y progenies (materiales con una mayor diversidad genética provenientes de diferentes matrices y localidades) puede ofrecer una mayor capacidad adaptativa del cultivo a condiciones adversas y garantizar la producción. Los sistemas agroforestales, que combinan árboles y cultivos agrícolas de manera simultánea, podrían ser una alternativa para la restauración de áreas degradadas con un retorno económico a corto, mediano y largo plazo (Brandão *et al.* 2022). En la Amazonía, este sistema ha logrado una mayor productividad que los monocultivos. Por ejemplo, los sistemas agroforestales proporcionan un entorno más sombreado y protegen el cacao de los extremos climáticos (Nietner *et al.* 2018).

Sin embargo, la capacidad adaptativa depende de diferentes tipos de capitales, como el capital cultural (cómo las personas perciben su mundo y actúan en él), el capital humano (las habilidades y conocimientos de las personas para desarrollar y multiplicar los beneficios derivados de sus recursos) y el capital social (refleja los vínculos entre individuos y organizaciones que les permiten trabajar juntos o ayudarse mutuamente) (Freduah *et al.* 2019). Estos capitales en conjunto permiten una mayor aplicación de habilidades y conocimientos de actores locales y externos para responder a los impactos del cambio climático y fomentar más alianzas y colaboraciones en respuesta a dichos impactos. La capacidad adaptativa puede ser influenciada por la gobernanza, ya que en los sistemas socioecológicos es decisiva y una mala gobernanza puede ser otro factor estresante además de los efectos del propio cambio climático (Freduah *et al.* 2019).

Gobernanza local realizada por comunidades

Varios autores y organizaciones de la sociedad civil a nivel mundial definen la importancia de prestar atención a la gobernanza local por parte de las comunidades en el contexto de la implementación de proyectos de conservación y generación de ingresos, así como promover la inclusión de estas organizaciones en la construcción de proyectos y la toma de decisiones (Brondizio *et al.* 2021; Abramovay *et al.* 2021). Estos autores y organizaciones se basan en experiencias consolidadas y en una variedad de modelos teóricos y conceptuales para respaldar estos argumentos. Entre estos debates se encuentra el desarrollo de la teoría de los recursos comunes en las décadas de 1970 y 1990, que ha contribuido significativamente al reconocimiento de la gobernanza local de las comunidades tanto en el ámbito académico como en las estrategias globales de conservación de la naturaleza (Ostrom, 1990).

En términos generales, esta teoría propone que las comunidades que manejan de manera sostenible los recursos naturales de los que dependen suelen tener características específicas de gobernanza, que incluyen aspectos culturales, ecológicos y económicos, por ejemplo. Se establecieron ocho principios de gobernanza (Principios de Diseño) basados en estudios de caso con grupos humanos de todo el mundo y experimentos de laboratorio sobre el comportamiento humano (Ostrom 1990, Ostrom 2005, Cox *et al.* 2015). Estos principios sirven como criterios para evaluar en qué medida se están cumpliendo los principios de gobernanza local de los recursos comunes por parte de las organizaciones de base (Recuadro 1). Los estudios que utilizan estos principios demuestran que la organización de las comunidades y su capacidad para emprender acciones colectivas son variables que influyen en el éxito de las iniciativas comunitarias de gestión de recursos naturales en todo el mundo (Pagdee *et al.* 2016).

Más recientemente, al analizar proyectos de sostenibilidad que involucran comunidades y generación de ingresos en la Amazonía, estos principios se mantienen. Por ejemplo, Medina *et al.* (2022) identificaron más de 100 iniciativas innovadoras y sostenibles en comunidades de la Amazonía brasileña. Los autores destacan la importancia de involucrar a científicos y responsables políticos en la toma de decisiones, adoptando enfoques *bottom-up*.

Por lo tanto, promover y fortalecer la gobernanza local de las comunidades ayuda a lograr una distribución más justa de los beneficios entre los actores involucrados en los proyectos de gestión de recursos naturales. Además, este fortalecimiento brinda seguridad a las comunidades y la posibilidad de cambiar los enfoques paternalistas, integracionistas y colonialistas que han ocurrido en

el pasado y que han llevado a resultados fallidos, permitiendo así la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos (Campos-Silva *et al.* 2021).

Recuadro 1
Principios de gobernanza (Ostrom 1990, 2005, 2009, modificado por Cox *et al.* 2010)

Principio 1: a) ¿Existen límites claros entre quién puede ser usuario de los recursos y quién no? b) ¿Es fácil separar el sistema de recursos de los sistemas circundantes?

Principio 2: a) ¿Son las normas de apropiación y provisión de recursos adecuadas a las condiciones locales (heterogeneidad espacial y temporal, cultura local)? b) ¿Existe congruencia entre las normas de apropiación y provisión, es decir, hay proporcionalidad entre los costes que los usuarios tienen que soportar para cuidar el recurso y los beneficios que reciben al participar en la acción colectiva?

Principio 3: ¿Pueden los individuos afectados por las normas de explotación participar en el cambio de las mismas?

Principio 4: a) ¿Existen personas encargadas de supervisar el uso de los recursos por parte de los usuarios? ¿El supervisor también se beneficia de los recursos? b) ¿Existe un control de las condiciones de los recursos (medioambientales)?

Principio 5: ¿Se imponen sanciones graduadas a los usuarios que desobedecen las normas?

Principio 6: ¿Existe un ámbito de resolución de conflictos entre usuarios o entre usuarios y agentes externos que sea rápido, de bajo coste y local?

Principio 7: ¿Permiten los organismos gubernamentales que los usuarios locales creen sus propias instituciones? ¿Las instituciones locales están reconocidas por los organismos gubernamentales?

Principio 8: ¿Está el sistema de gobernanza local anidado en otros niveles de gobernanza? ¿Tiene conexiones horizontales con otros sistemas comunitarios?

Pasos para fortalecer la gobernanza local comunitaria

Hemos enumerado algunos puntos que pueden ayudar a los tomadores de decisiones, como funcionarios gubernamentales, ONG y entidades privadas, a reconocer, incluir y/o fortalecer la gobernanza local de las comunidades en el

contexto de proyectos de gestión de recursos naturales frente al impacto del cambio climático:

- ◆ Las comunidades involucradas en los proyectos deben tener garantizados los derechos a la tierra y al territorio, entre otros derechos y políticas públicas fundamentales. La falta de seguridad en la tenencia de la tierra y la ausencia de territorio demarcado para la reproducción del modo de vida pueden amenazar a largo plazo la gobernanza local (Pagdee *et al.* 2016; Barreto-Filho *et al.* 2021). Es fundamental observar las condiciones de derechos territoriales en las que se encuentran las comunidades y trabajar para garantizar y mejorar esas condiciones. El Estado, a través de políticas públicas, tiene la responsabilidad principal de abordar estas cuestiones. Las políticas públicas territoriales deben servir como elementos catalizadores de los procesos socioculturales que garanticen la autonomía de los grupos, su derecho a controlar sus propias tierras, recursos, instituciones, su organización social y cultural, y sus propias formas de relacionarse con el Estado. Los Planes de Vida y los Planes de Gestión Territorial y Ambiental elaborados por los pueblos indígenas y las comunidades tradicionales son ejemplos de instrumentos de gestión que promueven la seguridad territorial basada en las prácticas y conocimientos de estos pueblos; la Política Nacional de Gestión Ambiental y Territorial de Tierras Indígenas (en Brasil, Decreto nº 7.747, de 5 de junio de 2012) es un ejemplo de política pública que contribuye a la efectividad de la seguridad territorial y las prácticas productivas sostenibles (Barreto Filho *et al.* 2021).
- ◆ Es necesario reconocer las diferencias entre los supuestos y las formas de producción de conocimiento (ontologías y epistemologías) de los actores externos (partidarios de los proyectos) y las comunidades. A partir de este reconocimiento, es posible establecer diálogos más eficientes entre los saberes en la implementación y ejecución del proyecto, de modo que tanto los técnicos como las comunidades avancen en su comprensión mutua de manera más equitativa, con aprecio y respeto (Bensusan 2019). Esto es importante porque se requiere la valoración del conocimiento local marginado para lograr la innovación tecnológica (Medina *et al.* 2022; Abramovay *et al.* 2021) y abordar los desequilibrios de poder entre diferentes tipos de actores (Campos-Silva *et al.* 2020; Medina *et al.* 2022). Los protocolos “bioculturales comunitarios” y los protocolos de consulta, por ejemplo, son instrumentos elaborados por las comunidades para comunicar a los actores externos, como socios

comerciales y otros, cómo se organizan y trabajan, y cómo deben ser consultados.

- ◆ En muchos casos, hay más posibilidades de éxito en el proyecto cuando las instancias de gobernanza local comparten los valores de “sentido de identidad” del grupo y contribuyen a crear y/o promover valores/objetivos comunes en relación con el proyecto. También es necesario fortalecer o crear espacios para establecer normas dentro del proyecto que contemplen los mecanismos preexistentes de gobernanza local, especialmente las normas de apropiación y provisión de los recursos naturales y financieros con los que trabaja el proyecto, para la toma de decisiones y la resolución de conflictos, de modo que se promueva una distribución de beneficios considerada justa por el grupo. Estos espacios pueden incluir a otros actores, como los organismos de asistencia técnica. Además, es necesario privilegiar los mecanismos de gobernanza local existentes o crear mecanismos que permitan la gestión adaptativa del proyecto (Pagdee *et al.* 2016; Medina *et al.* 2022; Ostrom, 1990; 2005; 2010).
- ◆ Integrar en los proyectos las formas locales de organización con otras iniciativas en diferentes niveles de gobernanza (Pagdee *et al.* 2016; Ostrom 2010; Cordeiro-Beduschi *et al.* 2022). Por ejemplo, crear redes de apoyo institucional y modelos de financiamiento descentralizados y continuos para el proyecto, bien articulados con la gobernanza local (Barreto Filho *et al.* 2021). La construcción y el mantenimiento a largo plazo de un proyecto de manejo de recursos naturales de base comunitaria requieren un esfuerzo colectivo (red de actores) y recursos financieros disponibles. Las formas de gobernanza local comunitaria preexistentes no pueden ni deben sostener por sí solas las inversiones de recursos humanos y financieros para proyectos innovadores. Por lo tanto, es importante contar con un arreglo institucional que facilite el acceso a los recursos (Vidal *et al.* 2021).

Tabla 1 La primera columna enumera los principios de gobernanza (Ostrom, 1990 2005). Las dos columnas siguientes reflejan las características que hemos destacado a lo largo del documento como importantes para fortalecer la gobernanza local. Los colores resaltan las características comunes a los principios de gobernanza. Las características que no tienen colores son aquellas que promueven la acción colectiva. Leyenda: RUC = “Recursos de uso común”.

Principios de diseño institucional (Ostrom 1990)	Valores de las entrevistas Puntos evaluados en la bibliografía	
1) Límites claramente definidos	Identidad grupal, valores y objetivos alineados	
2) Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales	Instancias colectivas para elaborar reglas, toma de decisión y resolución de conflicto	Reglas de apropiación y provisión
3) Arreglos de elección colectiva		Gestión adaptativa
4) Supervisión: vigilan de manera activa las condiciones del RUC		Planificación a largo plazo
5) Sanciones graduadas	Protocolos comunitarios bioculturales: Manejo de los mismos lenguajes	
6) Mecanismos para la resolución de conflictos	Intercambio de experiencias	
7) Reconocimiento mínimo de derechos de organización	Redes de apoyo institucional: Autoridades públicas, iniciativas propias	
8) Entidades anidadas	Acción multinivel	

Conclusión y recomendaciones

El cambio climático plantea grandes desafíos para mantener la sostenibilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales por parte de las comunidades indígenas, tradicionales y quilombolas en la Amazonía. Los principales desafíos incluyen la reducción de la idoneidad de las áreas de producción, la disminución de las áreas adecuadas desde el punto de vista ambiental y la reducción de la producción de recursos utilizables y comercializables por parte de las comunidades amazónicas. Una vez que se perciban estos efectos en los sistemas de producción, especialmente por parte de las comunidades involucradas, se sugieren una serie de soluciones técnicas para mitigar o adaptarse a estos impactos. Por ejemplo, el uso de cultivos más resistentes, la diversificación de la producción, el cambio en el calendario agrícola, el cambio de ubicación de los cultivos y la adaptación de las prácticas de manejo de recursos naturales (peces, madera, productos no madereros).

Argumentamos que estas soluciones técnicas requieren el fortalecimiento de la gobernanza por parte de las comunidades involucradas en los proyectos, para que puedan implementarse, sostenerse a largo plazo y garantizar su éxito. También presentamos cinco puntos estratégicos para el fortalecimiento de la gobernanza local: 1) promover la seguridad territorial y otros derechos fundamentales de las comunidades involucradas; 2) promover valores y objetivos compartidos en relación con el proyecto; 3) establecer normas y acuerdos de funcionamiento claros; 4) promover acciones y soluciones basadas en el diálogo entre conocimientos; 5) relacionar la gobernanza local con otras formas de gobernanza multinivel y multiescalar.

El fortalecimiento de la gobernanza local, junto con las soluciones técnicas proporcionadas por científicos, políticas públicas o el sector privado, proporciona una mayor capacidad de adaptación de las comunidades, incluidas sus formas de gobernanza, ante los desafíos planteados por el cambio climático en sus sistemas de producción (Figura 1). Este fortalecimiento es el pilar de las iniciativas de manejo y conservación basadas en la comunidad a largo plazo. Los proyectos a gran escala que no se relacionan directamente con el nivel local y los sistemas socioecológicos amazónicos están destinados al fracaso debido a la falta de participación social, así como a la insostenibilidad económica y ecológica.

En este sentido, prestar atención a las acciones locales y participativas, alineadas con las perspectivas de las comunidades tradicionales, indígenas y quilombolas, puede fortalecer los proyectos y políticas de mayor alcance a nivel de la región panamazónica. Estas medidas deben garantizar la sostenibilidad de los modos de producción que mantienen los bosques en pie y los ríos llenos de vida. Teniendo en cuenta la situación de emergencia climática actual y las estimaciones futuras para la Amazonía, este tipo de compromiso con las comunidades se convierte en una solución importante para abordar esta crisis. Las comunidades tradicionales deben ser incorporadas necesariamente en este proceso para que los proyectos puedan alcanzar su potencial de recuperación y mantener los ingresos de los miembros de la comunidad, lo que a su vez contribuye a mitigar los cambios climáticos en curso.

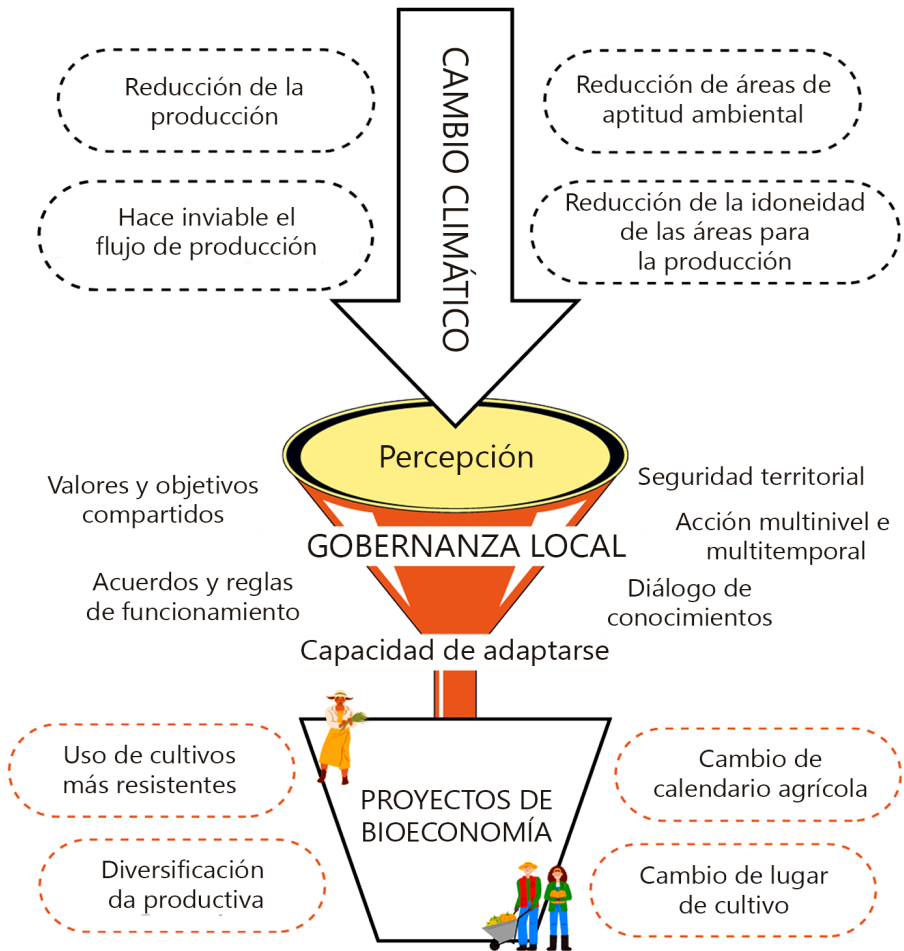


Figura 1 Resumen ilustrativo de cómo la gobernanza local puede superar los desafíos planteados por el cambio climático en los proyectos de manejo sostenible de recursos naturales.

Agradecimientos – A la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo por financiar la participación de los autores en la Escuela São Paulo de Ciencia Avanzada - Amazonía Sustentable e Inclusiva, lo que permitió el encuentro de diferentes investigadores y culminó en la realización de este manuscrito. A los oradores Marlúcia Martins (Museo Goeldi), Paulo Moutinho (IPAM), Lauro Barata (UFOPA), Helder Lima de Queiroz (Instituto Mamirauá) y Gustavo Silveira (OPAN), quienes compartieron sus experiencias durante la elaboración de la idea inicial de esta propuesta. La participación de Fernando Elias, uno de

los autores, recibió apoyo financiero del Programa BJT-FAPESPA (Proceso N° 2021/658588) en la Universidad Federal de Pará. Los autores agradecen a la Fundación de Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) por el apoyo a la "São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA (Processo 2022/06028-3)" y a todos los profesores y colegas que participaron de SPSAS Amazonia y contribuyeron para el desarrollo de este trabajo.

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- 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.
- ERICKSEN, 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.
- MARENCO, 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 los autores

Fernando Elias es Biólogo graduado por la Universidad Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), magíster en Ecología y Conservación por la UNEMAT y doctor en Ecología por la Universidad Federal de Pará (UFPA). Actualmente realiza su posdoctorado en EMBRAPA Amazonia Oriental con una beca del CNPq. <https://orcid.org/0000-0001-9190-1733>

Hernani Fernandes Magalhães de Oliveira es Biólogo, graduado de la Universidad de Brasíli (UnB) con maestría en Biología Animal por la misma universidad y doctorado en Ecología Molecular por la Universidad de Londres. Actualmente trabaja como investigador en nivel posdoctorado en la Universidade Federal do Paraná. <https://orcid.org/0000-0001-7040-8317>

José Cândido Lopes Ferreira es Filósofo, licenciado por la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), máster en antropología por la misma universidad y doctor en antropología social por la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp). Actualmente trabaja como indigenista en la organización Operação Amazônia Nativa (Opan). <https://orcid.org/0000-0003-2773-041X>

Marcela Aparecida Campos Neves Miranda es Bióloga egresada de la Universidad Federal de Juiz de Fora (UFJF), tiene una maestría y un doctorado en Ecología de la misma institución. Actualmente, realiza una investigación posdoctoral en Ciencias del Sistema Terrestre en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) en Brasil, mientras también se desempeña como becaria visitante en el Departamento de Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de Cornell. <https://orcid.org/0000-0001-6994-8690>

Raquel Rodrigues dos Santos es Bióloga, graduada de la Universidad Federal de São Carlos (UFSCar) con maestría en Ecología y Recursos Naturales por la misma universidad y doctorado en Ciencias (Ecología Aplicada) por la Universidad de São Paulo (USP). Actualmente trabaja como investigadora y consultora para el Instituto Socioambiental (ISA) y el Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). <https://orcid.org/0000-0003-1299-8755>

Silvia Krystal Bedregal Flores es Bióloga, graduada de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) con maestría en Desarrollo Rural Sostenible por el Centro de Postgrado en Ciencias del Desarrollo (CIDES – UMSA). Actualmente se encuentra concluyendo la tesis doctoral en Ciencias del Desarrollo Rural de la misma institución. <https://orcid.org/0000-0001-6280-7131>

Zilza Thayane Matos Guimarães es Ingeniera Forestal, graduada en la Universidad Federal del Oeste de Pará (UFOPA), con maestría y doctorado en Ciencias Forestales Tópicas del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía (INPA). Actualmente es profesora voluntaria en la Universidad Federal de Amazonas (UFAM). <https://orcid.org/0000-0002-3375-009X>



La transdisciplinariedad es esencial para reformular un futuro sostenible para la Amazonia

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-978-65-84811-40-9_011

RESUMEN

La Amazonia, con su naturaleza multidimensional, diversa en organismos, culturas y en sus aspectos biofísicos, tiene un papel fundamental en la regulación del clima y en la prestación de servicios ecosistémicos esenciales para la vida en la Tierra. Su naturaleza compleja lleva a problemas igualmente complejos en la relación hombre-naturaleza, los cuales requieren promover discusiones transdisciplinarias dirigidas a crear soluciones innovadoras, equitativas, justas y sostenibles. En este trabajo, presentamos la opinión de profesionales del mundo académico, empresarial, agencias de financiación, organizaciones no gubernamentales, sociedad civil y gobierno de diversas áreas del conocimiento (ciencias ambientales, sociales, biológicas y de la salud) sobre cómo realizar una ciencia transdisciplinaria e inclusiva con el objetivo de encontrar soluciones para la sostenibilidad y conservación de la Amazonia. Se aplicó un cuestionario semiestructurado con cinco preguntas discursivas complementarias con el fin de sintetizar las múltiples visiones para la aplicación de la ciencia transdisciplinaria en el contexto amazónico. La formación de científicos, la valorización de los conocimientos tradicionales, la ampliación de espacios y tiempos para promover la integración de conocimientos y la co-creación de políticas que involucren a múltiples actores fueron identificados como los principales enfoques de acción así como las principales soluciones para la ciencia transdisciplinaria en el ámbito académico y en la formulación de políticas. La mayoría de los entrevistados ya habían tenido experiencias transdisciplinarias durante su formación, lo que demuestra que existen varias iniciativas específicas para su promoción y aplicación. Sin embargo, destacamos la necesidad de una mayor articulación entre los grandes grupos de investigación y las agencias de financiación, para que esas experiencias puedan conectarse a un proceso transformador a largo plazo, fundamental para la consolidación de las prácticas transdisciplinarias en los diversos sectores de la sociedad.

Palabras clave: Amazonia, transdisciplinariedad, conservación, soluciones sostenibles, inclusión social.

Introducción

La transdisciplinariedad integra diferentes campos del conocimiento para resolver problemas complejos que van más allá de las disciplinas individuales (Nicolescu 2014). Este enfoque es importante para abordar retos globales como el impacto humano sobre el clima (IPCC 2022), la sobreexplotación de los recursos naturales (Pörtner, *et al.* 2021), la desigualdad social (Scherhauser 2021), el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos (Geerts 2008) y la resiliencia socioecológica (Folke *et al.* 2016). Reconociendo que las problemáticas complejas no pueden resolverse a través de una única disciplina o perspectiva, la transdisciplinariedad es necesaria para el debate sobre la sostenibilidad y el desarrollo a múltiples escalas, cuestiones que requieren la integración de diferentes perspectivas para alcanzar objetivos comunes.

La Amazonia es una región de 7 millones de km² que abarca nueve países, con una gran diversidad de flora, fauna, comunidades indígenas y conocimientos ancestrales. Existen millones de especies de plantas y animales, muchas de ellas aún desconocidas para la ciencia, y más de 3.300 comunidades indígenas y tradicionales con gran diversidad cultural y lingüística además de conocimientos ancestrales sobre el uso de los recursos naturales (Raisg 2023). Sin embargo, la región enfrenta problemas como degradación ambiental, deforestación, minería, minería ilegal, acaparamiento de tierras y explotación ilegal de recursos naturales, actividades humanas que han causado impactos negativos en la biodiversidad de la región y en la vida de las comunidades que dependen directamente de ella (Lapola *et al.* 2023). Por otro lado, la Amazonia también presenta un potencial único de soluciones sostenibles para la relación hombre-naturaleza, desempeñando un papel crucial en la prestación de servicios ecosistémicos, como la regulación del clima, el aprovisionamiento de agua, la polinización, el secuestro de carbono, la protección del suelo y la prospección de productos como medicinas, madera, alimentos e ingredientes naturales de alto valor añadido (Costanza *et al.* 1997; Levis *et al.* 2020). Por lo tanto, es importante pensar de forma multidimensional sobre el uso de los recursos de la región y el uso sostenible junto con los derechos de las comunidades y la capacidad de carga del bosque.

La transdisciplinariedad puede ser un enfoque catalizador en la solución de los complejos problemas de la Amazonia mediante la integración de diferentes sistemas de conocimiento y epistemologías que han sido descuidados por la postura colonial de las perspectivas hegemónicas en América Latina (Taylor 2012). Sin embargo, la aplicación de un enfoque transdisciplinario se enfrenta a

muchos desafíos, como las diferencias de idioma, perspectivas y metodologías, la jerarquía disciplinaria y las dificultades para obtener recursos financieros para llevar a cabo investigaciones transdisciplinarias. Además, también se debe abordar la falta de coordinación y la resistencia al cambio. Para superar estos posibles obstáculos, es importante adoptar una perspectiva abierta y de colaboración, fomentar la comunicación y entendimiento mutuo, tener un líder y un proceso de coordinación eficaz y estar abierto a probar nuevos enfoques e ideas (Jahn y Keil 2015).

Teniendo en cuenta la necesidad de la creación de espacios para discutir temas multifacéticos e interconectados, la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP), organizó la Escuela Paulista de Ciencia Avanzada Amazonia Sostenible e Inclusiva (ESPCA Amazônia) con el objetivo de promover el avance de la ciencia y la tecnología en nombre de la Amazonía, con énfasis en la sostenibilidad y la inclusión social. Profesionales de diversas áreas se reunieron en São Pedro, SP, entre los días 21 de noviembre y el 5 de diciembre de 2022 con el objetivo de discutir, colaborar e integrar conocimientos para resolver problemas específicos de la Amazonía. La interacción entre disciplinas y el enfoque holístico fueron ampliamente discutidos en el primer módulo del curso, con el objetivo de comprender fenómenos multifacéticos de la región. Esta discusión buscó nivelar, inspirar y sumergir a los participantes/profesionales en conceptos y discusiones relevantes, por lo cual el objetivo de este estudio es reunir las experiencias y propuestas de los participantes del curso para promover el conocimiento relacionado con la sostenibilidad amazónica. A través de un cuestionario específico, fueron identificados diversos enfoques, se propusieron soluciones y se compartieron experiencias de investigación transdisciplinaria. Las cuestiones planteadas a lo largo del documento pretenden orientar futuras iniciativas en la construcción de una ciencia inclusiva, capaz de integrar conocimientos de diferentes disciplinas académicas y de otros sectores de la sociedad civil en la formulación de políticas públicas para la co-creación de alternativas para la conservación y sostenibilidad de la Amazonia.

Materiales y métodos

Con el fin de realizar una investigación detallada sobre cómo se puede hacer ciencia de forma transdisciplinaria e inclusiva en la Amazonia, se aplicó un cuestionario a profesionales de diferentes especialidades, nacionalidades, géneros, instituciones y ámbitos de actividad que actúan en la Amazonia. Los datos fueron colectados durante la Escuela Paulista de Ciencias Avanzadas Am-

azonia Sostenible e Inclusiva (SPSAS), que tuvo lugar del 21 de noviembre al 5 de diciembre de 2022. Se tuvieron en cuenta un total de 93 participantes, incluyendo investigadores de las Ciencias Biológicas, Agrarias, Sociales y Exactas, así como profesionales de organizaciones no gubernamentales y empresas, los cuales fueron invitados a completar un cuestionario semi-estructurado en formato de encuesta en línea (cuestionario compartido a través de google forms). El objetivo del cuestionario fue obtener una amplia gama de perspectivas sobre el problema central y las posibles soluciones a la interacción entre el contexto humano y natural en la región amazónica. Todos los participantes del SPSAS cumplieron los criterios de inclusión para responder al cuestionario: ser mayores de edad y aceptar voluntariamente el uso de datos anonimizados.

Como parte del programa del SPSAS, todos los participantes asistieron a presentaciones orales de investigadores invitados, seguidas de intensos debates sobre la importancia del enfoque transdisciplinar en la ciencia durante la primera semana del curso. Conscientes de los conceptos debatidos, así como de sus variaciones y especificidades, se invitó a los participantes a responder a nuestro cuestionario, titulado: "Obstáculos y soluciones para la inclusión de la ciencia transdisciplinar en la toma de decisiones sociopolíticas". En la primera parte del mismo, identificamos el perfil de los participantes, incluyendo sexo, edad, nacionalidad, área de actividad, región de actividad, institución y sector de actividad. A continuación, se muestran las siguientes preguntas formuladas:

- (P1) En su opinión, ¿cuáles son los principales obstáculos para promover la ciencia transdisciplinar?
- (P2) ¿Cómo construir una ciencia verdaderamente transdisciplinaria?
- (P3) ¿Cómo incorporar la diversidad cultural y social de la Amazonia en los espacios académicos?
- (P4) ¿Cómo puede conectarse la ciencia con la diversidad cultural y social de la Amazonia en los espacios de formulación de políticas?
- (P5) ¿Ha participado en experimentos científicos transdisciplinarios?

Las preguntas 1, 3 y 4 eran opcionales, con respuestas cerradas, mientras que las preguntas 2 y 5 eran discursivas. El cuestionario completo puede consultarse en el Material complementario (Apéndice I).

Ética del acceso a datos

Los participantes concedieron su consentimiento para el uso de los datos informados, en el que se les garantizaba la confidencialidad y el anonimato de su identidad, así como de sus datos personales y respuestas. Para ello, incluimos

en el cuerpo del cuestionario un punto sobre el permiso y el uso de los datos para el análisis.

Diseño metodológico y análisis de datos

El marco metodológico constaba de cuatro fases principales (Figura 1). En primer lugar, los participantes asistieron a conferencias relacionadas con la "Amazonia sostenible e integradora" para adquirir conocimientos y entablar diálogos integradores - (I) inspiración. Se utilizó un espacio de intercambio y debate para diseñar la estrategia de investigación de este estudio - (II) construcción del cuestionario. El método de muestreo se definió a través de un cuestionario digital semiestructurado, que catalizó la recogida de datos para su posterior análisis y discusión (fases III y IV muestreo y análisis de datos (Figura 1). Los resultados de las preguntas con respuestas cerradas (Q1, Q3, Q4) se analizaron cuantitativamente en lenguaje R (R Core Team 2015). Las preguntas abiertas (P2, P5), así como las respuestas discursivas de P1-P5, se analizaron de forma cualitativa y fueron agrupadas por categorías.

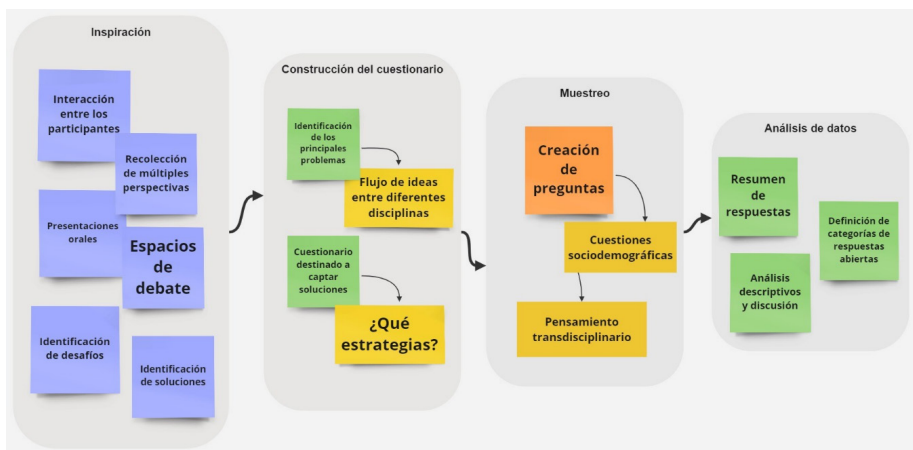


Figura 1 Diseño metodológico. Descripción de los pasos para la inspiración y la reflexión sobre la ciencia transdisciplinar, la construcción del cuestionario, la estrategia de muestreo y análisis de datos.

Limitaciones del estudio

Una limitación evidente del presente estudio fue el abordaje del tema de la transdisciplinariedad en un contexto en el que sólo estaban presentes investigadores. Se tiene conciencia de la necesidad de diversificar la participación de actores, incluyendo indígenas, líderes ambientales, educadores, políticos y artistas en la elaboración de un sistema de generación de conocimiento transdisciplinario

en la Amazonia. Esta reflexión es parte importante de este artículo y, aunque no haya sido contemplada en la ejecución de este trabajo, no se ha dejado a un lado para que pueda arrojar luz sobre futuras acciones. Se ha hecho un esfuerzo por incorporar experiencias profesionales e informes de espacios académicos sobre la relación directa con los pueblos y comunidades tradicionales. Siempre que ha sido posible, se ha insertado cuidadosamente esta visión en nuestras discusiones, teniendo en cuenta la importancia de tratar este tema con la debida sensibilidad.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del cuestionario en línea sobre transdisciplinariedad para una Amazonia sostenible e integradora. Las subsecciones corresponden a las preguntas presentadas a los participantes a través del formulario en línea.

Perfil de los participantes

Se obtuvieron 66 cuestionarios resueltos, que sirvieron de base para los análisis de este trabajo, lo que corresponde a una adhesión del 70,97% de los participantes del SPSAS 2022. De ellos, 35 se declararon mujeres, 29 hombres y dos mujeres del CIS, con un rango de edad de 29 a 64 años (media = 39), 28 a 67 (38) y 31 a 33 años (32), respectivamente (Figura 2A). Los participantes entrevistados son de diferentes nacionalidades, con participación expresiva de brasileños (79,5%), seguidos por bolivianos y colombianos (6,8% cada uno) (Figura 2B). Ninguno de los entrevistados se identificó como miembro de una comunidad tradicional o indígena.

En cuanto al perfil profesional, la mayoría de los entrevistados reportaron trabajar como investigadores en instituciones académicas (53%), el 29% se catalogaron como estudiantes de doctorado y el resto de actividades están relacionadas con organizaciones no gubernamentales (ONGs, 9%) y agencias gubernamentales (6%), ninguno de los participantes declaró trabajar en el sector privado (Figura 2C). Las principales áreas de conocimiento de los participantes fueron las Ciencias Biológicas (39%) y las Humanidades (35%), cuyas especialidades son muy variadas, predominando los Ecólogos y los Antropólogos (Figura 3).

La distribución geográfica de los participantes, tanto su origen como sus áreas de actividad en la Amazonia, se concentraron principalmente en Brasil, en la región amazónica oriental y Ecuador, respectivamente (Figura 4). Sin embargo, el 70% de las instituciones en las que trabajan los investigadores no están instaladas dentro de los límites panamazónicos.

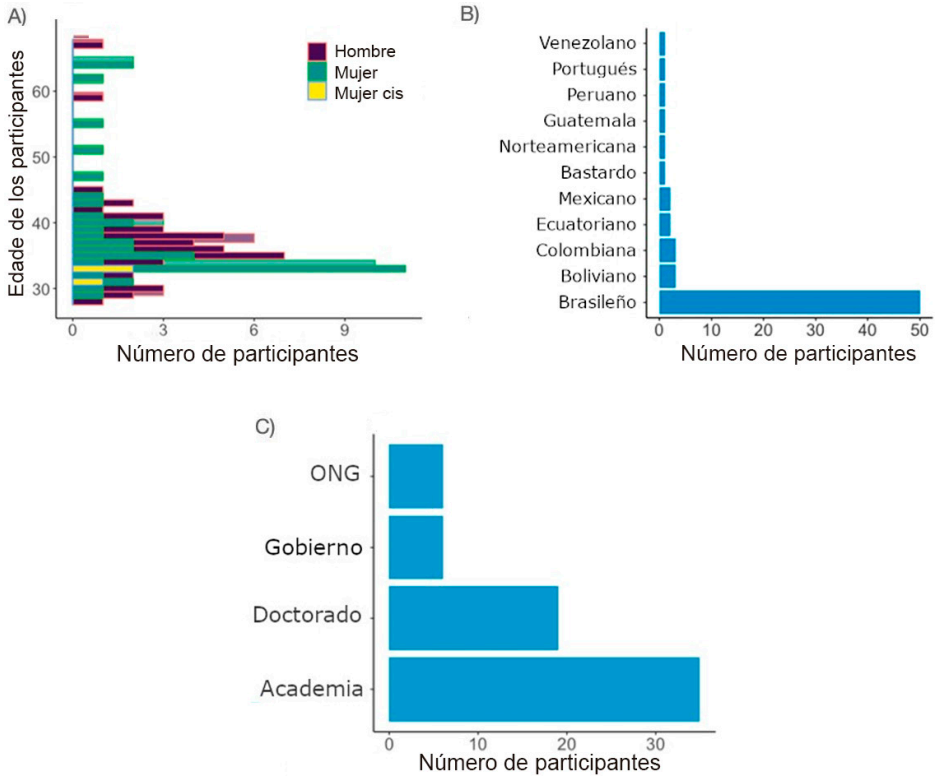


Figura 2 Perfil de los participantes. Respuestas al cuestionario semiestructurado sobre transdisciplinariedad en la conservación de la Amazonia durante la Escuela de Estudios Avanzados sobre Amazonia Inclusiva y Sostenible 2022. A) Distribución por edad de los participantes según género; B) Nacionalidad y C) Sector de actividad de los participantes.

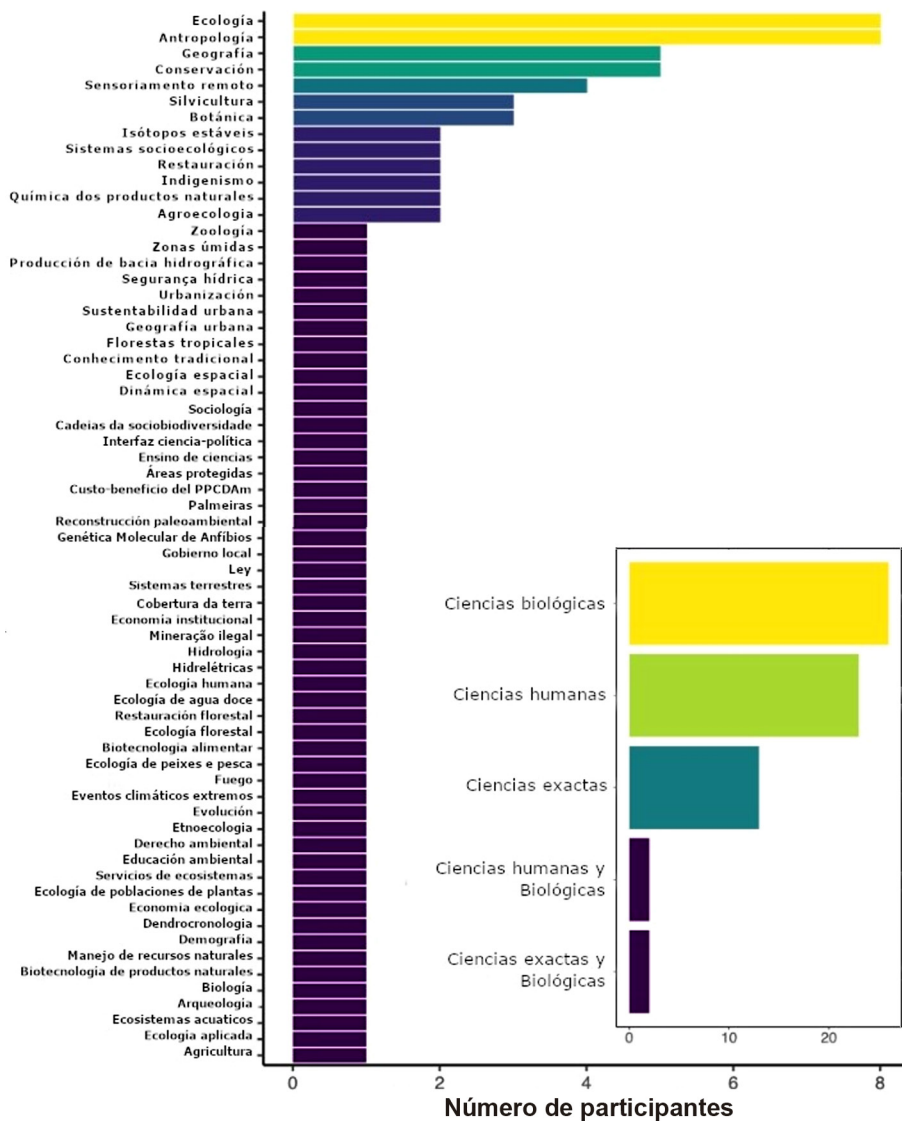


Figure 3 Enfoque académico de los participantes. Respuestas al cuestionario semiestructurado sobre el papel de la transdisciplinariedad en la conservación de la Amazonia durante la Escuela de Estudios Avanzados sobre Amazonia Inclusiva y Sostenible 2022, en áreas de conocimiento (expertise). El gráfico interno muestra las áreas de conocimiento agrupadas según las principales áreas de conocimiento de los participantes entrevistados.

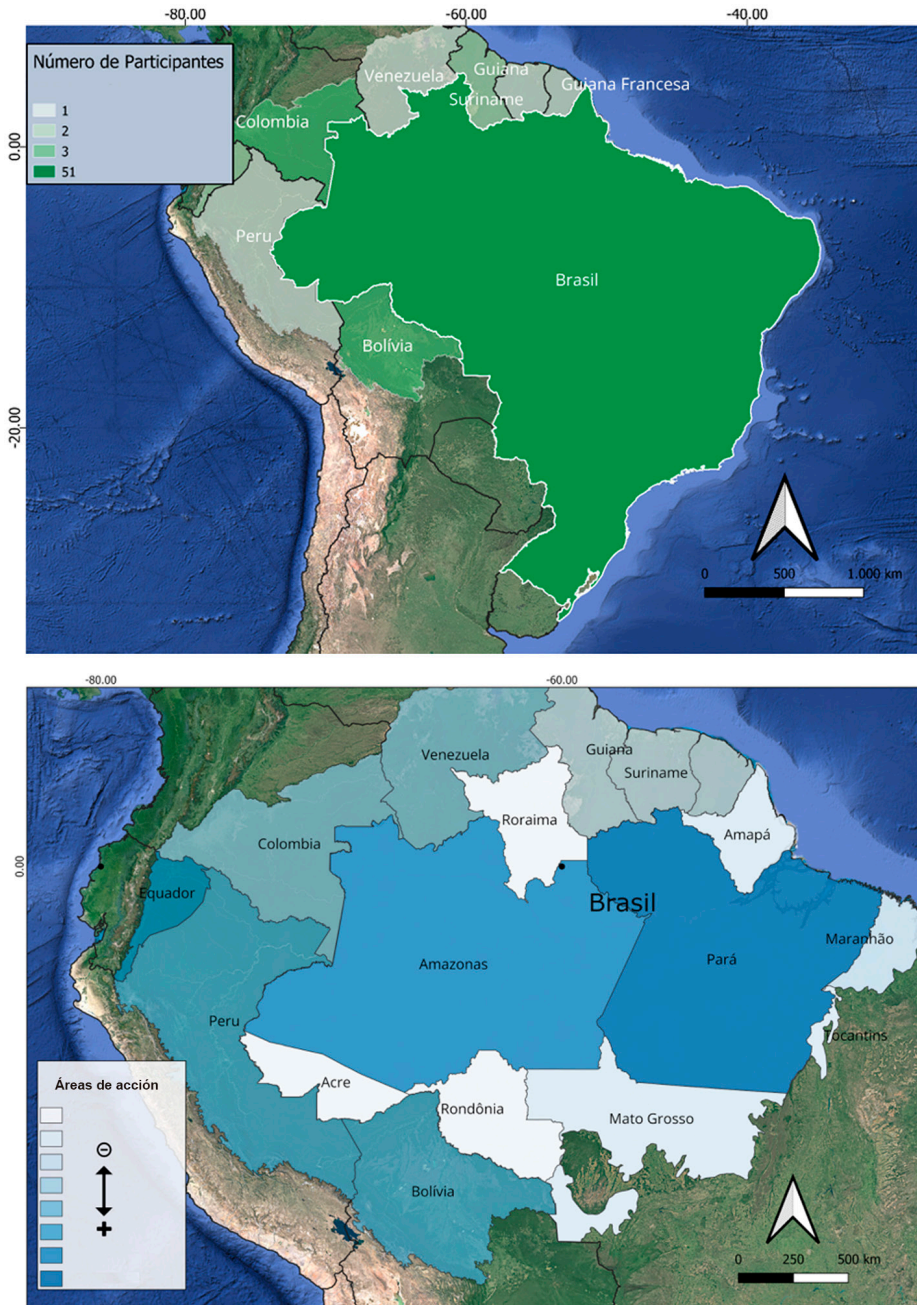


Figura 4 Mapa de la distribución geográfica en la Amazonia. Según la nacionalidad (panel de la izquierda) y área de actividad (panel de la derecha) de los participantes en la Escuela de Estudios Avanzados sobre Amazonia Inclusiva y Sostenible 2022.

Obstáculos y soluciones para incluir la ciencia transdisciplinar en la toma de decisiones sociopolíticas

P1. Principales obstáculos para fomentar la ciencia transdisciplinar

El ranking de importancia para el uso de la ciencia transdisciplinar señaló como principal obstáculo la formación de los científicos, seguido de la devaluación del conocimiento tradicional y la falta de espacios para promover la integración del conocimiento y en segundo lugar un lenguaje no inclusivo (Figura 5), además del ranking mencionado, los participantes describieron otros puntos de suma importancia para el uso de la ciencia transdisciplinaria, que son: metodologías transdisciplinarias que combinen práctica y teoría, reconocimiento de la formación transdisciplinaria en concursos, reestructuración de métodos, programas académicos y herramientas para incluir la ciencia transdisciplinaria, interés gubernamental, falta de recursos e interés de los científicos para incluir otras áreas del conocimiento y otros (Material Suplementario - MSQ1).

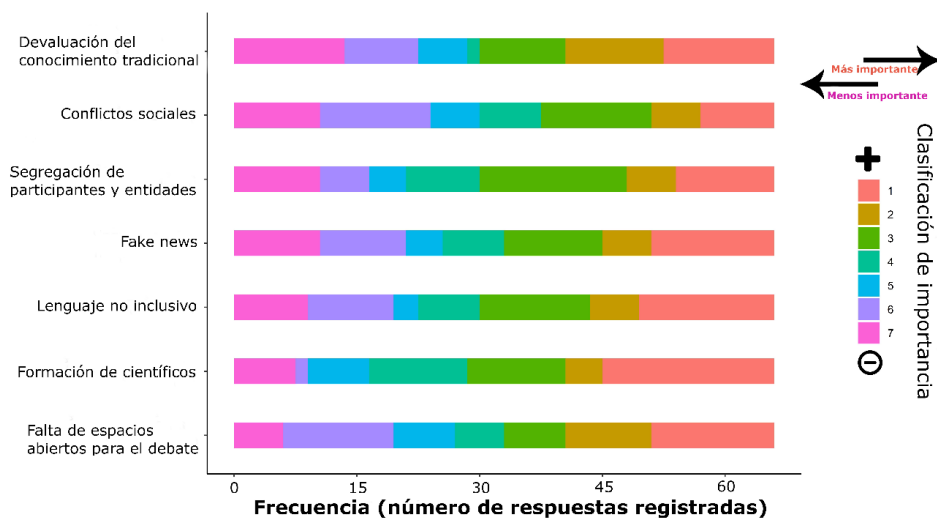


Figura 5 Principales obstáculos a la promoción de la ciencia transdisciplinar enumerados por los participantes en SPSAS 2022. Los segmentos de barras representan la frecuencia de participantes que consideraron los obstáculos más o menos importantes para promover la ciencia transdisciplinaria.

P2. ¿Cómo construir una ciencia verdaderamente transdisciplinar?

Muchas respuestas mencionaron el tiempo como un punto importante para desarrollar la investigación transdisciplinar, que debe ser "suficiente", "más largo", "lleva tiempo" y "los plazos de los proyectos son a veces demasiado cor-

tos para que se produzcan interacciones e intercambios transdisciplinarios". Los participantes también plantearon la necesidad de "espacios abiertos", "horizontales de co-construcción", con "variedad de actores" que promuevan el "diálogo" y la "discusión", tanto entre diferentes actores como entre diferentes áreas de conocimiento. Además, se señaló la necesidad de cambios en la estructura de la educación formal, una mayor aproximación entre la academia y otros sectores, una mayor participación de los marginados en los procesos de investigación científica y en el origen de la realidad amazónica y la valoración del conocimiento no científico. La capacidad de escucha también fue mencionada como una práctica necesaria para la construcción del conocimiento transdisciplinario: "Entrenar la escucha"; "Poner en práctica una política de escucha y atención que promueva un conocimiento co-construido a través de la experiencia".

Se mencionó la importancia de un lenguaje y una comunicación "homogéneos" y "comunes" para que "los diferentes participantes puedan expresarse y ser comprendidos por los demás, así como una educación sobre cómo comportarse y escuchar en diferentes entornos". En este sentido, se sugirió diseñar "talleres de alfabetización en lenguas extranjeras". Se destacaron como necesarias algunas habilidades como "Respetar las opiniones divergentes, acoger lo nuevo y la humildad"; "Hablar con múltiples actores sociales"; "Combatir el egocentrismo, el cartesianismo, el machismo y el colonialismo de los científicos"; "Una buena comunicación" así como prácticas de colaboración e integración: "Integrar a todos los participantes y conocer los problemas de cada lugar"; "Una mayor integración"; "Integrar a diferentes participantes por igual"; "Interacción franca entre diferentes campos del conocimiento así como con conocedores tradicionales."; "Mediante la creación de redes con científicos de otros países". Además, también surgió la necesidad de reunir diferentes unidades de conocimiento y establecer cómo se relacionan y cómo divergen"; "Mediante la creación de un gran número de cadenas de redes científicas transdisciplinarias". Es interesante señalar que sólo tres respuestas afirmaron "no saber", una respuesta dijo que era una "Buena pregunta" y un investigador parece haber entendido que la respuesta debía venir de la persona que había formulado la pregunta.

Las respuestas completas se encuentran en el Material complementario (MSQ2). Brevemente, destacamos los siguientes puntos "desarrollar procesos de investigación en colaboración desde el principio con diferentes expertos (entendidos aquí como aquellos que poseen conocimientos relevantes, independientemente de si son académicos o no); diseñar proyectos de investigación que aborden las preocupaciones planteadas por la sociedad civil o combinen estas preocupaciones con las lagunas de conocimiento científico; combinar métodos

desarrollados conjuntamente con las partes interesadas y los expertos que sean verificables y sólidos; establecer un diálogo entre distintas formas de interpretar el mundo, tratándolas como complementarias y no mutuamente excluyentes, pero reconociendo al mismo tiempo distintas interpretaciones (a veces antagónicas) para los mismos fenómenos objeto de estudio; también debe perseguirse una ciencia verdaderamente transdisciplinar sin romantizar la producción de conocimiento, sino reconociendo las distintas fuentes de incertidumbre que pueden afectar a los distintos sistemas de conocimiento.”

P3. Principales formas de incorporar la diversidad cultural y social de la Amazonia en los espacios académicos

El principal mecanismo en orden de importancia para incorporar la diversidad cultural y social de la Amazonia en los espacios académicos fue la necesidad de aplicar el conocimiento tradicional en la investigación, seguido por la creación de espacios transdisciplinarios en las discusiones y la formación transdisciplinaria de los científicos (Fig 6).

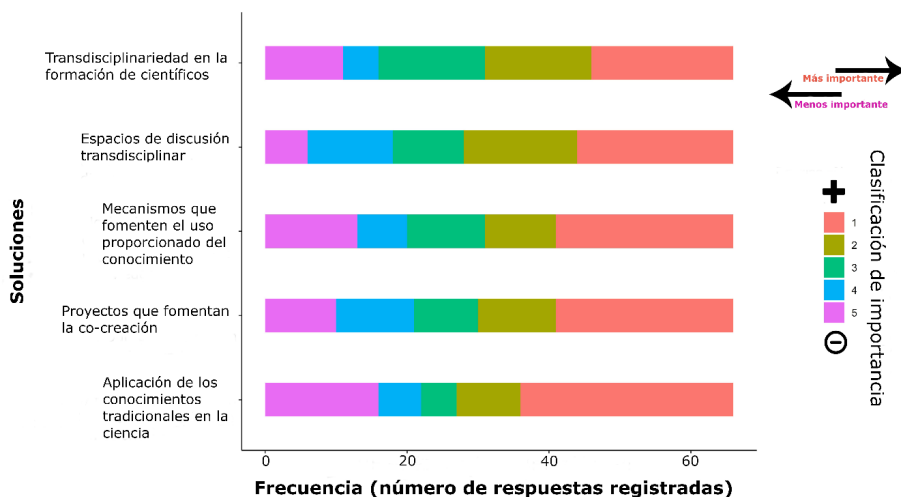


Figura 6 Principales mecanismos enumerados por los participantes en SPSAS 2022 para incorporar prácticas científicas transdisciplinarias e inclusivas en los espacios académicos. Los segmentos de barras representan la frecuencia de participantes que consideraron las soluciones más o menos importantes.

Participants also mentioned other relevant points, such as local knowledge, indigenous language in knowledge production, themes proposed by the community, restructuring curriculum grids and ensuring the participation of representatives of other epistemologies in conventional science discussion spaces (MSQ3).

Además, los participantes citaron otros puntos relevantes, como el conocimiento local, la lengua indígena en la producción de conocimiento, los temas propuestos por la comunidad, la reestructuración de los currículos y la garantía de la participación de representantes de otras epistemologías en los espacios de discusión de la ciencia convencional (MSQ3).

P4. ¿Principales formas de incorporar la diversidad sociocultural de la Amazonia en la formulación de políticas?

La co-creación de políticas que involucren a múltiples participantes fue identificada como el principal mecanismo para la inclusión transdisciplinaria en la Amazonía, seguido de la necesidad de síntesis del conocimiento científico para mejorar el acceso a la información (Figura 7). A partir de los cuestionarios analizados también fue posible enumerar otras formas de incorporar la diversidad sociocultural en las políticas públicas, tales como: coproducción de conocimiento entre tomadores de decisión y participantes locales y mayor conexión entre conceptos científicos y locales; definición de temas de investigación a partir de la escucha de las demandas de los actores; reconocimiento de la ciencia, creación de una red para diplomacia ambiental; postura no jerárquica frente a otras explicaciones de los mismos fenómenos y creación de un currículo transdisciplinario (MSQ4).

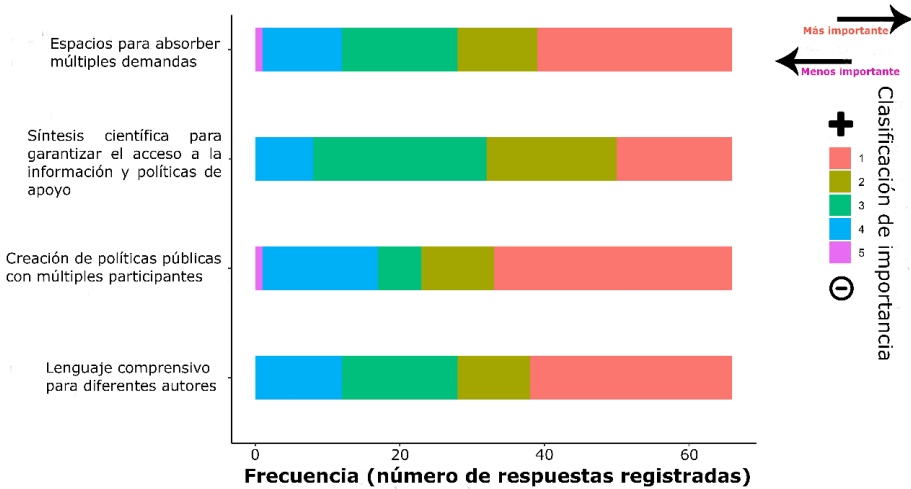


Figura 7 Principales mecanismos enumerados por los participantes del SPSAS 2022 para la inclusión de la ciencia como apoyo en la toma de decisiones en espacios de políticas públicas.

P5. Participación en experiencias científicas transdisciplinares y mecanismos que catalogaron la experiencia exitosa o no.

En total, el 63,6% de los participantes reportó algún tipo de experiencia transdisciplinaria frente al 36,4% que nunca había tenido contacto. La mayoría de las respuestas (92%) fueron positivas sobre las experiencias transdisciplinares, y los principales mecanismos destacados para el éxito de las mismas fueron: escucha, espacio y tiempo para discusiones más amplias, diálogo, lenguaje y comunicación comprensivos, planificación y objetivos comunes, inclusión de diferentes participantes y áreas de conocimiento, métodos participativos, experiencia y actitud (ver detalles de cada mecanismo en el material suplementario, MSQ5).

Sin embargo, también se enumeraron puntos negativos en las experiencias transdisciplinares, tales como: “no hubo retorno para la comunidad”; los proyectos de investigación ejecutados sólo por intereses netamente académicos no prosperaron; la propuesta del proyecto de investigación fue concebida de forma transdisciplinaria, pero la ejecución fue realizada por grupos separados; no se definió previamente lo que es interdisciplinario, dificultades de lenguaje y/o expresión oral (lengua extranjera/común); y, por último, la mayor dificultad es la presentación y defensa de las actividades para los órganos tomadores de decisiones.

Discusión

La “São Paulo School of Science Sustainable and Inclusive Amazon (SPSAS Amazon)” incluyó a investigadores de diversos países y regiones de la Amazonia. En resumen, las cuestiones críticas relacionadas con el desarrollo sostenible de la Amazonia incluyen: (I) la sensibilización de los científicos sobre la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y los conocimientos tradicionales; (II) la consideración de diferentes perspectivas, incluidas las comunidades locales y otros responsables de la toma de decisiones para favorecer la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad; (III) la cocreación de políticas públicas con múltiples actores para conectar la ciencia y la política. En este documento, se demuestra la importancia destacada por los participantes del evento de crear espacios de diálogo con la participación de diversos participantes para representar la diversidad social, cultural y epistemológica en la Amazonia. También se discuten alternativas para superar los desafíos en el desarrollo y aplicación de la transdisciplinariedad en contextos más amplios para promover la conservación de la biodiversidad amazónica.

La transdisciplinariedad se ha convertido en una herramienta indispensable en el abordaje de temas complejos como la sostenibilidad socioecológica, especialmente por su capacidad de promover la estrategia, coproducción y la difusión conjunta de conocimientos (Mauser *et al.* 2013; Page *et al.* 2016). En esta perspectiva, se percibe cada vez más la importancia de considerar el conocimiento ecológico local (CEL) para comprender mejor la dinámica de los sistemas ambientales amazónicos. Según las respuestas de los participantes de la Escuela Avanzada, para ello es esencial un enfoque transdisciplinario, que involucre varias disciplinas. Sin embargo, los científicos deberían estar dispuestos a introducir enfoques transdisciplinarios que valoren tanto la ciencia práctica como la teórica, incorporando los conocimientos tradicionales. El CEL se ha desarrollado a lo largo de milenios de convivencia de las comunidades con sus entornos naturales (Berkes 2004).

La investigación transdisciplinaria del desarrollo (TDR), por ejemplo, tiene la posibilidad de trascender los límites de la investigación tradicional al comprometerse y articularse con las causas subyacentes del problema de la sostenibilidad, porque su énfasis está en la coproducción de conocimiento orientado a la solución, visto como un proceso catalizador para la transformación de sistemas (Marshall *et al.* 2018). El énfasis de los enfoques de TDR son informar la acción y la formulación de políticas. Una característica clave es la posibilidad de crear alianzas y la apertura de espacios cognitivos, normativos, sociales y materiales que sean dinámicos, receptivos y duraderos para el ejercicio coordinado de agenciar esta nueva forma de pensar y actuar en política.

En este sentido, es importante fomentar políticas que reconozcan y promuevan los enfoques transdisciplinarios en el contexto contemporáneo, superando las barreras lingüísticas e institucionales que dificultan la promoción y la sostenibilidad de estas iniciativas. Los pueblos indígenas y las comunidades tradicionales de la Amazonia poseen un profundo conocimiento del medio natural, transmitido de generación en generación y arraigado en sus prácticas culturales y de subsistencia (Berkes 2004). Este conocimiento es fundamental para comprender los procesos ecológicos, las dinámicas socioambientales y desarrollar estrategias de conservación y uso sostenible en la región amazónica. Valorar y respetar el CEL es esencial para una gestión justa y eficaz de los ecosistemas amazónicos (Estevo *et al.* 2022). Por lo tanto, el desarrollo de políticas públicas para la conservación y gestión ambiental en la Amazonía requiere la integración de diferentes áreas del conocimiento, no sólo para una comprensión profunda de los fenómenos socio-ecológicos, sino también para aumentar la legitimidad de los hallazgos y recomendaciones (Fearnside 2010).

Por otro lado, la interdisciplinariedad, incluso con un enfoque de apoyo a las soluciones, no garantiza necesariamente una ciencia inclusiva (Persson *et al.* 2018) y, en este sentido, es necesario adoptar principios y premisas transdisciplinarias para que realmente se produzca una transformación social urgente (Popa *et al.* 2015), como también se menciona entre las respuestas obtenidas. Entre los principales paradigmas de la transdisciplinariedad (Nicolescu 2014) se encuentra la creación de un campo que apunte a la construcción de conocimiento con foco en la sustentabilidad, donde exista la posibilidad de estimular el encuentro de saberes, visiones y prácticas distintas, promoviendo abordajes institucionales simétricos y, según nuestros resultados, co-construidos horizontalmente. O incluso que *“al uso creativo de modelos, analogías y percepciones de una variedad de campos y disciplinas. [...] Su objetivo es la comprensión del mundo actual, para lo cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento.”* (Nicolescu 2014). En esta comprensión, implica aspectos señalados por los participantes, en particular el “entrenamiento de la escucha” asociado a una serie de competencias como el “respeto de las opiniones divergentes”, la “acogida de lo nuevo” y la “humildad”, mientras que esta misma comprensión necesita considerar las diferentes terminologías y lenguajes propios de cada disciplina. Ampliar la escucha de los investigadores implica desarrollar y asimilar el concepto de alteridad en la investigación. La alteridad es fundamental para mejorar la ciencia, ya que reconoce la importancia de las diferentes perspectivas y experiencias para comprender plenamente un fenómeno. Valorar la alteridad en la ciencia contribuye a obtener resultados más precisos, fiables y representativos de las diversas comunidades a las que sirve la ciencia (Harding 1998), alineados con las aspiraciones sociales, económicas e institucionales de los grupos marginados (Boisselle 2016).

Los resultados obtenidos también indican la escala temporal para que se produzcan las acciones en estos espacios, y es necesario considerar el tiempo natural para el desarrollo de la investigación transdisciplinar, que debe ser “suficiente”. Esto no significa que los sistemas de conocimiento deban ser transdisciplinarios o que necesitemos una única ciencia transdisciplinaria. La ciencia existe por sí misma, sin embargo, sus resultados al ser aplicados deben insertarse en un enfoque transdisciplinario para que se sumen a otras perspectivas y epistemologías, incorporando diferentes formas de ver, analizar y sentir el mundo. Una “ciencia verdaderamente transdisciplinar” podría hacer que los sistemas de producción de conocimiento tuvieran que renunciar a algunos aspectos importantes inherentes a cada uno de ellos. Utilizamos aquí, sobre todo, la definición: “transdisciplinariedad como disciplina y como forma de ser” (Rigolot 2020). O

como respondió uno de los participantes: “La transdisciplinariedad no debe verse como un fin, sino como un medio para buscar respuestas o soluciones a problemas o cuestiones complejas que atraviesan campos disciplinarios”.

Como parte de las posibles soluciones para catalizar la inclusión de las diversidades sociales y culturales amazónicas en los ambientes de desarrollo del conocimiento, se destacó la aplicación del conocimiento tradicional en el diseño y conducción de la investigación, reconociendo los sistemas de conocimiento tradicional. Esta misma solución fue señalada por muchos como de menor valor, lo que ratifica los desafíos de implementar una ciencia que abarque múltiples visiones y disciplinas. Este enfoque es cada vez más reconocido por investigadores, activistas y comunidades locales no sólo en la Amazonia, sino en toda América Latina. La ciencia occidental se ha impuesto históricamente a las culturas y sociedades locales, ignorando sus historias, conocimientos y formas de vida, lo que ha resultado en la devaluación y marginación del conocimiento local, así como en la explotación de los recursos naturales y humanos de la región para intereses externos (De Lima Grecco y Schuster 2020). La descolonización de la ciencia -como podemos denominar a los puntos mencionados- requiere la transformación de las prácticas y valores que orientan la producción de conocimiento científico a partir del reconocimiento de la diversidad cultural y epistémica de la región, el establecimiento de alianzas basadas en la reciprocidad y la solidaridad, y el trabajo por una educación científica más justa, inclusiva y socialmente responsable (Blackie y Adendorff 2022).

El reconocimiento, la valorización y la inclusión de los conocimientos tradicionales amazónicos no pueden depender exclusivamente de la presencia de participantes hegemónicos de la ciencia en los espacios de discusión, formación e investigación. Debe mantenerse liderada por las instituciones canónicas que financian y definen el conocimiento científico, así como por las decisiones políticas. Es esencial entender el conocimiento tradicional como igualmente válido, adquirido en su forma empírica, método, reflexión y análisis, aunque de forma distinta pero equivalente. Este enfoque puede permitirnos acercarnos al trabajo académico y la participación social, como señala Merçon (2018), siendo siempre conscientes del uso instrumental de la investigación social. Ailton Krenak (2022), por su parte, habla de alianzas afectivas, especialmente al referirse a la experiencia de la Alianza de los Pueblos del Bosque, como un concepto que no busca necesariamente la igualdad de conocimientos, sino quizás equivalencias.

Se puede establecer otro vínculo con la discusión propuesta por Almeida (2013) sobre las conexiones y desconexiones ontológicas en contextos específicos de investigación y conocimiento en la discusión de los encuentros prag-

máticos. La implementación de una ciencia transdisciplinaria también pasa por un acalorado debate sobre la necesidad de una nueva ciencia que requiera un enfoque más integral que vaya más allá de las tradicionales habilidades técnicas o “duras” e incluya habilidades socioemocionales o “blandas” (Holloway y Hill 2021). Las habilidades duras suelen referirse a habilidades técnicas específicas de una disciplina, como la capacidad de realizar análisis estadísticos o diseñar experimentos. Sin embargo, para construir una ciencia más justa, inclusiva y socialmente responsable, también es importante desarrollar habilidades como la empatía, la colaboración, la comunicación clara y la resolución de conflictos, las llamadas habilidades blandas (Schulz 2008). Estas habilidades son fundamentales para trabajar con comunidades y grupos diversos, crear alianzas y asociaciones basadas en la reciprocidad y la solidaridad, y abordar los complejos retos sociales, medioambientales y éticos a los que nos enfrentamos hoy en día (Holloway y Hill 2021). Asociado a múltiples competencias, es necesario asegurar que el conocimiento científico sea aplicable a diversas realidades, transformando resultados complejos en información útil para la vida cotidiana de las personas. Esto concuerda con nuestros hallazgos, que enfatizan la co-creación de políticas involucrando a diferentes actores, junto con el re-análisis y la recontextualización del conocimiento científico, para mejorar el uso de la ciencia en la política impulsada por las políticas.

Aunque consideradas desafiantes, la mayoría de los participantes tuvo experiencias transdisciplinares durante su formación, mostrando varias iniciativas concretas para promover e implementar la transdisciplinariedad. Entre los puntos destacados como necesarios para el éxito de las actividades, además de la creación de espacios transdisciplinares, se destacan el uso de lenguajes accesibles para una mayor integración entre los diferentes grupos de actores y la co-creación de estrategias y políticas públicas para el desarrollo de soluciones sostenibles y socialmente justas para la Amazonia. En este contexto, se discute una mayor articulación entre los grandes grupos de investigación y las agencias financiadoras, para que estas experiencias puedan conectarse a un proceso transformador de largo plazo, fundamental para sedimentar las prácticas transdisciplinares en los grupos de investigación. Se percibe en las respuestas que es más fácil señalar problemas (Q1) que soluciones (Q3 y Q4). Sin embargo, se observaron más apreciaciones positivas que negativas al referirse a las experiencias transdisciplinares vividas por los participantes (P5).

Conclusión

La implementación de la ciencia transdisciplinaria e inclusiva para resolver los problemas socioecológicos de la Amazonia requiere la consideración del valor y de las formas de inclusión de los conocimientos tradicionales, espacios y tiempos adecuados para discusiones más densas y para la realización de investigaciones de esta naturaleza, así como un lenguaje de comunicación homogéneo entre las partes. La planificación y ejecución de investigaciones asociadas a una visión amplia y filosófica del objeto de investigación, aproximándolo a las realidades biofísicas y sociales a través de la co-creación, es crucial para la producción de resultados que adhieran a las políticas públicas y a la toma de decisiones.

Agradecimientos – Agradecemos a la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) por la financiación de la Escuela Paulista de Ciencias Avanzadas Amazonia Sostenible e Inclusiva (SPASAS AMAZON) 2022, y por la beca post-doctoral de P.M.K. (proceso FAPESP #2022/07712-5), al profesor Carlos Joly por su iniciativa y liderazgo en el evento, al equipo científico de organizadores y colaboradores del Hotel Colinas de São Pedro. C.E. agradece también a la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, #E-26/200.610/2022).

Contribuciones de los autores – Todos los autores contribuyeron por igual a la conceptualización, metodología y redacción de las versiones inicial y final del texto.

Conflictos de intereses – Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con la publicación de este manuscrito.

Ética – El presente estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- BERKES, Fikret. Rethinking Community-Based Conservation. *Conservation Biology*, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 621-630, 10 maio 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00077.x>.
- BLACKIE, M. A.; ADENDORFF, H.. A decolonial science education: How do we move forward? In **Decolonising Knowledge and Knowers**. [S.l.]: Routledge, 2022 p. 103-120.
- BOISSELLE, Laila N.. Decolonizing Science and Science Education in a Postcolonial Space (Trinidad, a Developing Caribbean Nation, Illustrates). *Sage Open*, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 215824401663525, 1 jan. 2016. SAGE Publications. <http://dx.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, Mariana de Oliveira; JUNQUEIRA, André Braga; REYES-GARCÍA, Victoria; CAMPOS-SILVA, João Vítor. Understanding Multidirectional Climate Change Impacts on Local Livelihoods through the Lens of Local Ecological Knowledge: a study in western Amazonia. **Society & Natural Resources**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 232-249, 13 dez. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/08941920.2022.2153294>.
- GRECCO, Gabriela de Lima; SCHUSTER, Sven. Decolonizing Global History? A Latin American Perspective. **Journal Of World History**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 425-446, 2020. Project MUSE. <http://dx.doi.org/10.1353/jwh.2020.0024>
- FOLKE, Carl; BIGGS, Reinette; NORSTRÖM, Albert V.; REYERS, Belinda; ROCKSTRÖM, Johan. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. **Ecology And Society**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 41, 2016. Resilience Alliance, Inc.. <http://dx.doi.org/10.5751/es-08748-210341>
- GEERTZ, C. **Local knowledge: Further essays in interpretive anthropology**. Basic books, 2008.
- HARDING, Sandra. Gender, Development, and Post-Enlightenment Philosophies of Science. **Hypatia**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 146-167, 1998. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1527-2001.1998.tb01375.x>
- VILLÁN-VALLEJO, Ainhoa; ZITOUNI, Abir; GARCÍA-LLAMAS, Paula; FERNÁNDEZ-RAGA, María; SUÁREZ-CORONA, Adriana; BAELO, Roberto. Soft Skills and STEM Education: vision of the European university eureka-pro. **Bhm Berg- Und Hüttenmännische Monatshefte**, [S.L.], v. 167, n. 10, p. 485-488, 13 set. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00501-022-01275-7>
- IPCC. Climate Change 2022 – **Mitigation of Climate Change: Summary for Policymakers**. WORKING GROUP III CONTRIBUTION TO THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6). 2022.
- JAHN, Thomas; KEIL, Florian. An actor-specific guideline for quality assurance in transdisciplinary research. **Futures**, [S.L.], v. 65, p. 195-208, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.015>
- KRENAK, Ailton. **Futuro ancestral**. Companhia das Letras. 2022.
- LAPOLA, David M.; PINHO, Patricia; BARLOW, Jos; ARAGÃO, Luiz E. O. C.; BERENGUER, 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>
- LEVIS, Carolina; FLORES, Bernardo M.; MAZZOCHINI, Guilherme G.; MANHÃES, Adriana P.; CAMPOS-SILVA, João Vítor; AMORIM, Pablo Borges de; PERONI, Nivaldo; HIROTA, Marina; CLEMENT, Charles R.. Help restore Brazil's governance of globally important ecosystem services. **Nature Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 172-173, 3 fev. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-019-1093-x>
- MARSHALL, Fiona; DOLLEY, Jonathan; PRIYA, Ritu. Transdisciplinary research as transformative space making for sustainability: enhancing pro-poor transformative agency in periurban contexts. **Ecology And Society**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 23, 2018. Resilience Alliance, Inc.. <http://dx.doi.org/10.5751/es-10249-230308>
- MAUSER, Wolfram; KLEPPER, Gernot; RICE, Martin; SCHMALZBAUER, Bettina Susanne; HACKMANN, Heide; LEEMANS, Rik; MOORE, Howard. Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability. **Current Opinion In Environmental Sustainability**, [S.L.], v. 5, n. 3-4, p. 420-431, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001>
- NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 2014.
- NANCARROW, S. A.; BOOTH, Andrew; ARISS, Steven; SMITH, Tony; ENDERBY, Pam; ROOTS, Alison. Ten principles of good interdisciplinary team work. **Human Resources For Health**, [S.L.], v. 11, n.

1, p. 19, 10 maio 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1478-4491-11-19>

PAGE, Glenn G; WISE, Russell M; LINDENFELD, Laura; MOUG, Peter; HODGSON, Anthony; WYBORN, Carina; FAZEY, Ioan. Co-designing transformation research: lessons learned from research on deliberate practices for transformation. **Current Opinion In Environmental Sustainability**, [S.L.], v. 20, p. 86-92, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2016.09.001>

PERSSON, Johannes; HORNBERG, Alf; OLSSON, Lennart; THORÉN, Henrik. Toward an alternative dialogue between the social and natural sciences. **Ecology And Society**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 14, 2018. Resilience Alliance, Inc.. <http://dx.doi.org/10.5751/es-10498-230414>

POPA, Florin; GUILLERMIN, Mathieu; DEDEURWAERDERE, Tom. A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research: from complex systems theory to reflexive science. **Futures**, [S.L.], v. 65, p. 45-56, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2014.02.002>

PÖRTNER, Hans-Otto; SCHOLES, Robert J.; AGARD, John; ARCHER, Emma; BAI, Xuemei; BARNES, David; BURROWS, Michael; CHAN, Lena; CHEUNG, Wai Lung (William); DIAMOND, Sarah. IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change. **IPCC**, [S.L.], p. 1, 24 jun. 2021. Zenodo. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.4782538>

Raisg. Disponível em: <https://infoamazonia.org/en/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

RIGOLOTT, Cyrille. Transdisciplinarity as a discipline and a way of being: complementarities and creative tensions. **Humanities And Social Sciences Communications**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 100, 22 set. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1057/s41599-020-00598-5>

SCHERHAUFER, Patrick. Better research through more participation? The future of integrated climate change assessments. **Futures**, [S.L.], v. 125, p. 102661, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2020.102661>

Schulz, B. **The importance of soft skills**: Education beyond academic knowledge. 2008.

TAYLOR, Lucy. Decolonizing International Relations: perspectives from latin america. **International Studies Review**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 386-400, set. 2012. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2486.2012.01125.x>

Anexo I

MATERIAL SUPLEMENTARIO

RESPUESTAS

Esta sección presenta detalladamente las respuestas de los participantes, sintetizando ideas más amplias sin perder la originalidad de las respuestas individuales.

MSQ1. Principales obstáculos para promover la ciencia transdisciplinaria:

- i - Aplicación de métodos transdisciplinarios en la práctica, no solo en la teoría;
- ii - Falta de reconocimiento de antecedentes transdisciplinarios en competencias;
- iii - Falta de estructuras académicas, programas y currículos, así como herramientas y métodos, para desarrollar la ciencia transdisciplinaria;
- iv - Interés gubernamental;
- v - Precisión con datos e investigación;
- vi - Liderazgo;
- vii - Falta de alineación de roles y responsabilidades entre socios académicos y no académicos;
- viii - Falta de estímulo por parte de agencias de financiamiento, y criterios de evaluación para investigadores y cursos de pregrado y posgrado que no valoran la transdisciplinariedad;
- ix - Falta de estudios empíricos, ya que la mayoría de los proyectos no comienzan debido a la demanda social sino al interés académico;
- x - Falta de interés entre los científicos en incluir otros sistemas de conocimiento;
- xi - Formación transdisciplinaria;
- xii - Falta de una red de conexiones entre diferentes expertises e instituciones;
- xiii - Perspectivas coloniales;
- xiv - Historia;
- xv - Mantenimiento de bases y sistemas tradicionales entre profesores universitarios;
- xvi - Colonialismo académico en países en desarrollo a diversas escalas y niveles, incluido el regionalismo dentro de América Latina y otros países;
- xvii - Falta de financiamiento para la investigación transdisciplinaria y subvenciones semilla para co-crear preguntas y propuestas relevantes.

MSQ2. Cómo construir verdaderamente la ciencia transdisciplinaria

Detalles de las sugerencias mencionadas por los participantes de SPSAS 2022 en el campo abierto:

Espacios/Escenarios:

Fomentar un entorno seguro para que cada persona comparta su conocimiento.

Valorar este conocimiento y crear espacios profesionales para que el investigador trabaje.

Es importante encontrar escenarios que requieran investigación transdisciplinaria. Los problemas integrales surgen de enfoques integrales, donde las disciplinas coinciden en tiempo y espacio para resolverlos.

Trabajar fuera de la oficina, dialogar con la sociedad y participar en espacios políticos.

Cambios en la estructura formal de la educación:

Modificar todo el sistema educativo; Integrar el enfoque transdisciplinario en varios planes de estudio escolares, desde la escuela secundaria hasta la educación de posgrado; Educación más participativa y simplificada; Educación transdisciplinaria inclusiva en todos los niveles y disciplinas científicas.

Mayor alineación entre la academia y otros sectores:

La ciencia transdisciplinaria debería comenzar dentro del espacio académico, al principio de cualquier programa de pregrado, para establecer una base sólida y un camino único. Los proyectos de extensión deben ser más valorados dentro de la universidad para inculcar el mismo placer de ejecución en un científico que en un proyecto de investigación. La conexión entre la comunidad y la academia debe ser fuerte para la ciencia transdisciplinaria.

Acercar la academia a otros sectores, pueblos y comunidades es un paso extremadamente importante.

(...) la búsqueda de soluciones que involucren a la academia debe ir de la mano con los sectores afectados.

Los científicos deben recibir formación para entender profundamente cómo se construyen diferentes conocimientos y ciencias y cómo son útiles para resolver problemas concretos. Formar adecuadamente a los científicos y promover la integración de múltiples actores en el desarrollo de políticas.

Un ejemplo de esto son los títulos de "Notório Saber" para maestros y maestras tradicionales otorgados por algunas universidades en Brasil, que permiten a estas personas conocedoras navegar por la universidad en posiciones reconocidas y a veces con recursos para actividades de investigación y enseñanza.

Desde el nivel de pregrado, se debería introducir a los estudiantes en cursos y conferencias para aprender sobre esto, pero más importante aún, para que aprendan a trabajar con otras personas. Siempre incluir líderes comunitarios y docentes en proyectos.

Las agencias de financiamiento y la academia deberían exigir que la investigación sea más accesible (desde la fase inicial de colaboración hasta la etapa final con resultados) para las comunidades locales, incluyendo áreas urbanas y rurales, con una comunicación y lenguaje apropiados.

Mayores niveles de participación de personas marginadas en procesos de investigación científica y en el origen de la realidad amazónica:

Inclusión de partes subrepresentadas; Involucramiento de actores locales como investigadores.

Garantizar la inclusión y presencia de pueblos históricamente excluidos en la toma de decisiones y la formación de conocimiento.

Necesitamos más personas de la Amazonía mostrando la realidad amazónica.

Asegurar la participación de representantes de otros sistemas de conocimiento en espacios relacionados con la Amazonía.

Valorar el conocimiento tradicional e incluir a las poblaciones tradicionales en los debates científicos.

Inclusión social, considerando todas las clases sociales y no solo grupos distintos. La tendencia es siempre pensar en términos de grupos en lugar de cómo está "organizada" la sociedad, especialmente en Brasil.

La transdisciplinariedad es un problema político, y la política no puede llevarse a cabo sin un cuerpo. El cuerpo que busco para ello es híbrido, humano y no humano.

Valuing non-scientific knowledge:

Reconociendo otras cosmovisiones como fuentes de sabiduría.

No excluyendo el conocimiento tradicional; Utilizando estrategias adaptadas a la realidad de cada población; Involucrando y valorando diferentes formas de conocimiento.

Considerándolo como el campo de lo nuevo, de las contingencias. La transdisciplinariedad debe suscitar preguntas epistemológicas y ontológicas, ya que no solo está asociada al camino en la construcción del conocimiento, sino también con las agencias de quienes lo construyen. Para esto, es crucial reconocer las múltiples alteridades en las construcciones del mundo.

Hacer que el proceso de consulta, diálogo y difusión con las comunidades locales involucradas sea un principio ético de investigación, valorando el conocimiento tradicional y la memoria colectiva y asumiendo la contribución social a través de la producción de resultados concretos y aplicables como un compromiso.

Asegurar que los Pueblos Indígenas y las Comunidades Locales (PICL) tengan sus servicios básicos y derechos respetados para que puedan participar más fácilmente en la ciencia. De hecho, situar a los PICL en posiciones estables de poder académico para que puedan crear programas de investigación y estudio.

Métodos y enfoques:

Conducir ciencia aplicada basada en necesidades socioecosistémicas.

Crear y aprobar proyectos transdisciplinarios.

La interdisciplinariedad surge de la práctica de la investigación. Requiere un grupo de profesionales con diferentes antecedentes dispuestos a salir de sus zonas de confort.

Alinear los objetivos de investigación con la solución de problemas según la percepción de diferentes partes interesadas.

Incluir el arte, ser creativo, pensar en soluciones (de acción) más allá de las comprensiones disciplinarias de preguntas específicas y dudas que se abordarán.

Cambiar la orientación de la ciencia desde simplemente datos hacia una ciencia transformadora. Implementar metodologías que incluyan aspectos estéticos y diversos lenguajes.

Los pueblos indígenas y tradicionales deben participar en el diseño de investigaciones y políticas públicas. Los temas de estos instrumentos deberían ser determinados por estas personas.

Comenzar teniendo una visión compartida de lo que se desea y los objetivos; realizar talleres para identificar valores compartidos por los miembros del proyecto; realizar talleres para identificar sesgos y epistemologías subyacentes que cada persona utiliza; construir un vocabulario compartido; empezar con el problema.

1. Identificar un grupo de trabajo que pueda incorporar una perspectiva integradora para la pregunta de investigación; 2. Co-crear desde la idea hasta el desarrollo de productos propuestos; 3. Escuchar y dialogar entre diferentes miembros

del equipo del proyecto. 4. Identificar las capacidades y limitaciones de cada miembro del equipo; 5. Mantener reuniones/sesiones frecuentes; 6. Evaluaciones y retroalimentación sobre actividades entre los miembros del equipo.

El colonialismo académico, el racismo y la desigualdad socioeconómica moneizan el pensamiento científico y obstaculizan la investigación transdisciplinaria. Sin abordar estos problemas, solo podemos imaginar lo que sería la transdisciplinariedad desde una perspectiva eurocentrista y no inclusiva.

Creo que es un desafío porque requiere algunos cambios sistémicos, incluida la evaluación de la producción de los científicos y, por supuesto, la formación transdisciplinaria también.

MSQ3. Principales formas de incorporar la diversidad cultural y social de la Amazonía en espacios académicos

Además de los puntos mencionados, se plantearon los siguientes aspectos:

i - Conocimiento local de sistemas culturales;

ii - Desarrollar políticas para valorar e incorporar idiomas indígenas y dialectos locales en los procesos de producción de conocimiento;

iii - Desafiar y criticar nuestras propias formas de ver el mundo y los sistemas de conocimiento;

iv - Apoyar la educación inter/multicultural y promover el diálogo de conocimientos;

v - Temas de investigación indicados y discutidos con los pueblos tradicionales, actuando como investigadores y analistas de datos, participando en todas las etapas de la producción de conocimiento;

vi - Colocar a los Circuitos Internacionales Privados Alquilados (CIPLA) en posiciones de poder, como FAPESP y la Academia Brasileña de Ciencias;

vii - Valorar por igual el conocimiento científico, tradicional e indígena;

viii - Asegurar que todos los actores tengan acceso a la información;

ix - Potenciar y valorar las estructuras de cursos de extensión universitaria con enfoque transdisciplinario, fomentando financiamientos más grandes y proyectos más extensos que respeten un cronograma y proceso consolidado para resolver problemas socioambientales complejos;

x - Asegurar la participación de representantes de otras epistemologías en espacios de discusión científica convencional;

xi - Establecer relaciones interpersonales basadas en la confianza;

xii - Prevenir el colonialismo, el racismo estructural y las desigualdades socioeconómicas en las agendas e instituciones de investigación, ampliando el acceso a recursos financieros para minorías

MSQ4. Cuáles son las principales formas de incorporar la diversidad cultural y social de la Amazonía en la toma de decisiones políticas?

- i – Facilitar la co-producción de conocimiento entre los tomadores de decisiones y los actores locales, creando puentes entre conceptos, perspectivas y conocimientos locales y científicos para informar políticas que puedan integrar objetivos y problemas comunes;
- ii – Definir temas de investigación basados en escuchar las demandas de los actores y reflexionar conjuntamente sobre las causas de los problemas presentados;
- iii – Reconocimiento por parte de los tomadores de decisiones de la ciencia como una herramienta de planificación;
- iv – Crear una red de paradiplomacia ambiental (varios actores con diferentes experiencias) para abordar temas ambientales;
- v – El proceso de consulta, diálogo y difusión con organizaciones/asociaciones comunitarias como un principio ético de investigación;
- vi – Identificar los sistemas de gobernanza de bienes comunes a nivel local y las políticas públicas que se construyen desde abajo hacia arriba;
- vii – Pensar en la co-creación como una forma de garantizar la implementación;
- viii – Un enfoque no jerárquico hacia otras explicaciones de los mismos fenómenos; la capacidad de colaborar para nuevas formas de pensar y resolver “problemas urgentes”;
- ix – Crear un plan de estudios transdisciplinario para conectar y valorar el conocimiento y las necesidades de los pueblos tradicionales y ancestrales;
- x – Escuchar las demandas y entender las realidades en el terreno.

MSQ5. Participation in transdisciplinary science experiences and mechanisms that made the experience successful or unsuccessful.

Detalles de los mecanismos mencionados como positivos en experiencias anteriores por participantes en SPSAS 2022:

Escucha: “escucha amplia”, “escuchar las demandas de cada miembro”, “escuchar las opiniones de personas de diferentes áreas sobre el mismo tema”, “escuchar a los pueblos tradicionales para prácticas innovadoras con adhesión”, “escucha respetuosa e intercambio de ideas”.

Espacio/Tiempo: “tiempo para el diálogo”, “espacios para escuchar demandas”, “discusión e intercambio de enfoques en un entorno horizontal, flexible y proactivo fueron los insumos más importantes”.

Diálogo: “diálogo sobre actividades”, “diálogo y la necesidad de intercambiar ideas sobre un tema común”.

Lenguaje/Comunicación: "Adopción de idiomas locales en reuniones, glosarios de conceptos de proyectos"; "aprender otro idioma en ciencia/crear un vocabulario compartido"; "detectar lenguajes estéticos, códigos sociales y dinámicas sobre los cuales proyectar propuestas metodológicas que parten de la convencionalidad científica de la ciencia de datos"; "facilitar la apropiación por parte de actores locales".

Planificación/Objetivos Comunes: "tener un objetivo claro para el trabajo"; "roles y responsabilidades claramente definidos"; "co-creación con representantes de otros sistemas de producción de conocimiento en todas las etapas del enfoque".

Inclusión de Diferentes Actores y Áreas de Conocimiento: "Es muy importante estar atento a los enfoques de cada disciplina e incluirlos como fundamentales en la definición de estrategias, planes de acción o, en resumen, soluciones"; "inclusión en grupos de discusión de muchos miembros de diferentes culturas y diferentes pueblos tradicionales de varias partes del planeta"; "mejores relaciones entre áreas"; valoración "de todo conocimiento, y todos se sintieron igualmente parte del grupo"; participación de "antropólogos, filósofos, artistas, personas transgénero, niños"; "reconocimiento de las capacidades y aspiraciones de las comunidades tradicionales"; participación basada en "igualdad de género, raza, ubicación de la actividad, tema de la actividad, nivel de educación, etc. (diversidad de actores)".

Método: aplicación de métodos participativos; validación local de la metodología de campo; trabajo de campo en la comunidad, respetando los horarios y reglas de los interlocutores; consideración de diversas formas de conocimiento, información, datos y evidencia.

Experiencia: investigadores con experiencia previa trabajando con pueblos tradicionales y comunidades locales; participantes genuinamente preparados para negociar y no imponer puntos de vista; "experiencia internacional y nacional en otras universidades, investigando diferentes ecologías, entornos y culturas".

Actitudes: acción conjunta, buena voluntad, paciencia, "ser humilde es un buen punto de partida", respetar nuevas perspectivas, salir de la zona de confort, respeto por diferentes percepciones, sentido de la realidad (avanzar con lo posible), tolerancia, respeto, comunicación constante, contribuir a la autonomía. La confianza mutua se basa en la sinceridad de propósitos y expectativas, liderazgo compartido (y rotativo), estrategia de comunicación clara, confianza y desarrollo de habilidades interpersonales entre los participantes, así como apertura e inclusión de diversas perspectivas.

Otros: buena gobernanza de las comunidades; simetría epistemológica y ontológica entre las ciencias, conocimiento ambiental (Enrique Leff); Freirismo.

Además, aunque no se les pidió a los participantes que describieran sus experiencias en investigación transdisciplinaria, muchos optaron por hacerlo. Una respuesta afirmó que su experiencia fue “muy relevante y poderosa”. Los participantes compartieron las siguientes experiencias en ciencia transdisciplinaria:

- ◆ Proyecto de Arqueología Comunitaria para el Patrimonio Etnoeducativo “Por un Museo Fuerte Vivo: Arqueología Pública con los Quilombolas de Fort Príncipe da Beira en Tiempos de Pandemia”, una experiencia que ganó la 10ª edición del mayor premio en el campo otorgado por IPHAN – el Premio Luiz de Castro Faria - en la categoría de artículo científico.
- ◆ Proyecto Agroecológico: llevado a cabo por un equipo diverso (académicos, agricultores con formación en agroecología, residentes locales e indígenas), donde el diálogo se produjo de manera horizontal y la mayor parte del trabajo se realizó en el campo en lugar de en aulas.
- ◆ Gestión Participativa y Sostenible del Pirarucú: específicamente, un curso para aprender a contar pirarucús, donde pescadores novatos aprendieron a organizar sus percepciones sobre el comportamiento de los peces para encuestas de población. Técnicos y pescadores experimentados compartieron sus conocimientos sobre los pirarucús, generando conversaciones con los estudiantes. El curso incluyó elementos de teorías ecológicas y conocimientos tradicionales de los pescadores sobre los pirarucús. La coordinación conjunta de la actividad permitió múltiples perspectivas sobre los peces y los lagos, considerando ambas formas de conocimiento como válidas sin jerarquía. Los pescadores experimentados también guiaron a los estudiantes en recuentos prácticos de peces en lagos, brindando orientación empírica en el proceso colectivo de construcción de conocimiento.
- ◆ Pedagogía de Alternancia: un modelo reconocido por el Ministerio de Educación en Brasil para la educación en áreas rurales, priorizando currículos modulares adaptados a la realidad rural y al conocimiento tradicional de estas comunidades.
- ◆ Pedagogía Estética: una propuesta que busca identificar elementos convergentes para trabajar desde una perspectiva Autopoiética y Transdisciplinaria, incorporando conceptos artísticos en todas las asignaturas del currículo de la escuela primaria, permitiendo el surgimiento de una Pedagogía de lo Sensible.
- ◆ Cartografías/Mapeo Social con Pueblos y Comunidades Tradicionales: En esta experiencia de investigación, los aspectos positivos mencionados incluyeron la sistematización, valorización y difusión del conocimiento tradicional en el patrón occidental, materializando, registrando y traduciendo el conocimiento oral y empírico a un lenguaje cartográfico universal. Sin embargo, el desafío y la dificultad de esta experiencia fueron el tiempo limitado para superponer y profundizar los registros de estas

cartografías de conocimiento tradicional con la información científica ya establecida (análisis ecológicos, datos sobre conflictos socioambientales, áreas sensibles - puntos críticos, áreas de mayor biodiversidad, datos demográficos y socioeconómicos)

- ◆ El desarrollo colaborativo de un libro con antropólogos, biólogos y jóvenes investigadores locales de la Reserva Extractiva Terra do Meio (RESEX) en Altamira, PA. El libro se centra en los resultados de la investigación relacionados con la gestión de cocales, fauna silvestre, campos agrícolas, regeneración forestal y la vida cotidiana de las comunidades ribereñas, entre otros temas. La investigación se llevó a cabo entre 2016 y 2020, y el proceso de escritura comenzó en junio de 2021, pero aún no se ha completado. Esta experiencia requirió una cantidad significativa de tiempo para el diálogo, múltiples revisiones de los textos basadas en sugerencias de todos los participantes y la necesidad de que cada persona adaptara sus expectativas personales con respecto al resultado del trabajo. La comunicación efectiva no violenta y la mediación fueron necesarias en varias etapas.
- ◆ Un curso de formación profesional para Agentes Agroforestales Indígenas en Acre, que tiene como objetivo proporcionar formación intercultural a nivel de educación secundaria.

Cuestionario

Réplica do questionário digital enviado aos participantes da SPSAS 2022, intitulada "Consulta sobre ciencia transdisciplinaria", titulado "Consulta sobre ciencia transdisciplinaria".

Ciencia transdisciplinaria: conectando diferentes visiones del mundo

Este cuestionario tiene como objetivo capturar la percepción de los participantes de SPSAS 2022 con respecto a sus experiencias actuales y futuras en la aplicación de la ciencia transdisciplinaria sostenible e inclusiva en la Amazonía. Las respuestas serán analizadas y discutidas para crear un manuscrito orientativo para prácticas transdisciplinarias.

Aquí, utilizamos el término "**ciencia transdisciplinaria**" como una disciplina que incluye a actores no académicos en el proceso de producción de conocimiento y como una forma de ser en términos de disposiciones personales y expresión de los investigadores en múltiples espacios.

Preguntas

Información General del Participante

- ◆ Correo electrónico
- ◆ Género
- ◆ Edad
- ◆ Nacionalidad
- ◆ ¿Te identificas como miembro de una comunidad indígena/tradicional?
En caso afirmativo, por favor especifica.
- ◆ ¿En qué región de la Amazonía trabajas?
- ◆ Área de especialización
- ◆ Institución
- ◆ Cargo/Sector (Estudiante de doctorado, Investigador académico, Sector privado, Investigador de ONG, Investigador gubernamental).

Specific/Open Questions

Q1. Enumera, en orden de importancia, los principales desafíos para promover la ciencia transdisciplinaria (1 = más importante). Si hay otros puntos relevantes, por favor descríbelos.

(Lenguaje no inclusivo, Conflictos sociales, Noticias falsas, Segregación de actores, Falta de formación transdisciplinaria para científicos, Subvaloración del conocimiento local, Falta de espacios que promuevan la integración del conocimiento, entre otros.)

Q2. ¿Cómo construir una ciencia verdaderamente transdisciplinaria?

Q3. ¿Cómo incorporar la diversidad cultural y social de la Amazonía en los espacios académicos? Enumera en orden de importancia (1 = más importante). Si hay otros puntos relevantes, por favor descríbelos.

(Valorar el conocimiento tradicional en el desarrollo de la investigación, Incluir/ crear la transdisciplinariedad en el plan de estudios, Espacios de discusión más inclusivos con actores de grupos subrepresentados, Proyectos de extensión co-creados con comunidades, Crear mecanismos para conciliar diferentes formas de conocimiento, entre otros.)

Q4. ¿Cómo puede la ciencia conectar con la diversidad cultural y social de la Amazonía en los espacios de toma de decisiones políticas? Enumera en orden de importancia (1 = más importante). Si hay otros puntos relevantes, por favor descríbelos.

(Cocreación de políticas públicas con actores de diferentes esferas, Síntesis científica para mejorar el acceso y uso de la información, Lenguaje accesible y comprensible para diferentes actores, Implementación de espacios para escuchar las demandas de diferentes actores.)

Q5. ¿Has participado alguna vez en experiencias científicas transdisciplinarias (sí o no)?

Q5.1. Si respondiste sí a la pregunta anterior, identifica algunos mecanismos que hayan hecho que la experiencia sea exitosa o no exitosa.

Autorización

Si se requiere una publicación formal, ¿autorizas el uso de los datos proporcionados de forma anónima (sí o no)?

Sobre los autores

Aldilene da Silva Lima es Bióloga, graduada por la Universidad Federal de Maranhão-UFMA, con maestría en Ciencia Animal y doctorado en Biotecnología-UFMA. Postdoctorado en la UFMA en Química de Productos Naturales. Actualmente es investigadora postdoctoral en la Universidad Estatal de Maranhão asociada al Programa de Postgrado en Agroecología. Aldilene da Silva Lima <https://orcid.org/0000-0002-5704-9222>

Angie Vanessa Caicedo Paz. Bióloga egresada de la Universidad del Cauca. Magister en Ciencias de la Alimentación y Nutrición Humana de la Universidad de Antioquia. Estudiante de doctorado en biotecnología de la Universidad de Antioquia. Actualmente es investigadora en el grupo GIANH de la Universidad de Antioquia <https://orcid.org/0000-0002-0681-1109>

Carine Emer es Bióloga, graduada de la Universidad Vale do Rio dos Sinos, con maestría en Ecología del Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas-INPA, doctorado de la Universidad de Bristol, en el Reino Unido, y posdoctorados en la Universidad del Estado de São Paulo (UNESP-Rio Claro), Estación Biológica de Doñana, en España, y la Universidad Federal de Pernambuco. Actualmente es becaria FAPERJ e investigadora asociada al Instituto de Investigaciones del Jardín Botánico de Río de Janeiro. <https://orcid.org/0000-0002-1258-2816>

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário es Medica Veterinaria, graduada de la Universidad Estatal de Maranhão, con maestría en Ciencia Animal y doctorado en Biodiversidad y Biotecnología en la UEMA. Postdoctorado en la Universidad Federal de Maranhão UFMA en Química de Productos Naturales Aplicados a la Salud Animal. Actualmente es investigadora postdoctoral en la UEMA asociada al Programa de Postgrado en Defensa Sanitaria Animal. <https://orcid.org/0000-0002-7682-8141>.

Januária Pereira Mello es Antropóloga, graduada en la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP). Especialista en Educación para la Diversidad y la Ciudadanía por la Universidad Federal de Goiás (UFG) y Máster en Ciencias por la UFFRJ/PPGPDS (Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro). Estudiante de doctorado en el Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Sociedad/NEPAM - UNICAMP y servidor público federal por más de diez años trabajando en la regularización de tierras de los Territorios Quilombolas (INCRA). <https://orcid.org/0000-0002-6790-6304>

João Vitor Campos-Silva es Biólogo, egresado de la Universidad Estadual de Londrina UEL, maestro en Ecología del Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas INPA y doctor de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte UFRN. Actualmente es investigador permanente del INPA, Universidad Federal de Amazonas UFAM y Universidad Federal de Alagoas UFAL. También es presidente del Instituto Juruá. <https://orcid.org/0000-0003-4998-7216>

Pedro Medrado Krainovic es Ingeniero Forestal, graduado de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (UFRRJ) con una maestría y doctorado en Ciencias de los Bosques Tropicales del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía INPA. Actualmente, es investigador postdoctoral en la Universidad de São Paulo (USP). <https://orcid.org/0000-0001-6363-8560>



Nuevos relatos para la Amazonía

Nicolás Cuvi¹

¹ Departamento de Antropología, Historia y Humanidades, FLACSO Ecuador.
La Pradera e7-174 y Almagro, Quito-Ecuador – ncuvi@flacso.edu.ec

doi.org/10.55333/rima-978-65-84811-40-9_012



Me sentí obligado a hacerme con toda la seriedad del mundo la siguiente pregunta: ¿Cuál es el mito que tú vives?

(Jung 1952, 6).

El nombre “Amazonía” comenzó a forjarse desde la divulgación de la crónica del viaje en 1541-1542 de Gaspar de Carvajal (2007). Ese religioso español contó sobre un pueblo formado por mujeres que vivían en más de 70 aldeas. Las describió como muy blancas y altas, de pelo largo, trenzado y enmarañado, con arcos y flechas, feroces peleadoras. En adelante, esa región suramericana fue asociada con el mito griego de las Amazonas, una sociedad de mujeres diestras en la guerra y la cacería, feroces combatientes. En 1544 el veneciano Sebastiano Caboto ya las incluyó en su mapamundi; ahí dibujó soldados con armaduras, escudos y espadas, en franca contienda con esas mujeres (Figura 1).



Figura 1 Detalle de: Sébastien Cabot, *Mapamundi*, 1544. Biblioteca Nacional de Francia. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb40593927f>

Luego aparecieron relatos afines, en los que lo humano y lo no humano de la Amazonía eran ilustrados como conflictivos, al menos ante la cosmovisión europea. Esa emergencia de narrativas que aludían a un territorio que requería ser batallado, sometido, domesticado, no es meramente anecdótica; se trata de historias de larga duración, que forman parte de un proceso inacabado, la colonialidad, que constantemente reflota o teje nuevas capas de colonialismo para la construcción de otredades y el ejercicio del poder (Cuvi 2018). En este texto quiero ilustrar esas narrativas y algunos discursos que las desafían. Del mito de las Amazonas pasaré a otros mitos para reflexionar, entre otras cosas, sobre las inconmensurables aproximaciones que pueden existir en la vasta Amazonía, con sus humanos y no-humanos. Tal gama de relatos incluye los de este libro, uno de los resultados de la Escuela São Paulo de Ciencia Avanzada: AMAZONIA Sustentable e Inclusiva (en adelante “la Escuela”). En este y otros registros se aprecian las tensiones y posibles soluciones ante las desventuras y lo aparentemente inevitable, junto con los escapes realizados por antiguos y modernos héroes y heroínas.

Un relato que viene a mi mente cuando pienso en la Amazonía pasada y actual es el mito griego del laberinto de Creta. Ese lugar fue construido por el hábil Dédalo para contener a un Minotauro voraz, espécimen mitad humano, mitad no humano, al que se le debían entregar, como sacrificio, varios jóvenes cada año. El ateniense Teseo, héroe de la historia, se unió a un grupo sacrificado, decidido a matar al Minotauro con su habilidad luchadora, pero no sabía cómo escapar del laberinto. Ahí apareció Ariadna, hija del rey Minos de Creta. Asesorada por Dédalo, entregó un ovillo a Teseo cuya punta él ató a la entrada del laberinto (Figura 2). Tras matar al Minotauro, el héroe evadió el presagio de la tragedia.

En ese mito encuentro varias similitudes con el pasado y presente del bioma amazónico. Veo a esa selva como un laberinto habitado por varios minotauros, los extractivismos,¹ consuetudinarios del Antropoceno y sus aceleraciones (McNeill & Engelke 2014; Steffen *et al.* 2015). Ahí está el gobernante de Creta, decidido a mantener a esos monstruos y el orden artificial. También Dédalo, inventor del sistema, a quien parece incomodarle su creación y quisiera verla derrotada. Están Ariadna y su hilo: conocimiento, razón, afectos y astucia para prevalecer ante el trágico augurio. Hay heroínas y héroes que, como Teseo, cuentan con habilidades y la voluntad de aniquilar a las bestias devoradoras, aunque a veces se reconvier-

1. En idioma español, la palabra “extractivismo” alude a las actividades de extracción a gran escala, sobre todo de materias y energía. En idioma portugués, *extrativismo* alude al uso sustentable de los recursos por parte de las comunidades. En este artículo uso la acepción en español.

ten en una Hidra de Lerna, entidad mítica a la que, al cortar su cabeza, le resurgían dos nuevas.

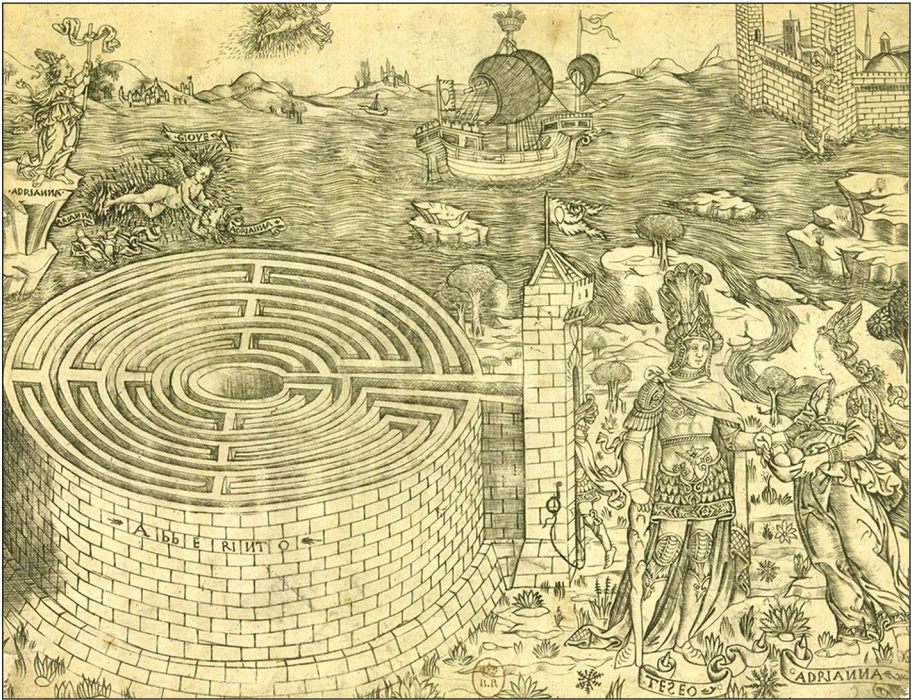


Figura 2 Baccio Baldini, *El laberinto de Creta y la historia de Teseo y Ariadna*, 1460-1475. Biblioteca Nacional de Francia. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb40346597v>

Varios mitos amazónicos también me hacen reflexionar sobre la complejidad de ese bioma suramericano tropical. Uno de ellos, de los indígenas bororo, llamado "los guacamayos y su nido", contiene elementos similares al del laberinto de Creta (Lévi-Strauss 1964, 43-45). Cuenta sobre un joven héroe a quien su padre quería matar, pero que es salvado varias veces por la sapiencia de su abuela, quien le aconseja apoyarse en seres como aves o le entrega un bastón mágico, elementos que lo libran de la muerte. Su camino es tortuoso, sufrido, mediado por muerte, traición, venganza. Como Ariadna con su ovillo, la abuela del héroe bororo lo salva con una mezcla de afectos y razón, ideas y deseos.

Otro relato amazónico pertinente es el de los Mellizos en su versión Napo runa, que ilustra la complejidad e inconmensurabilidad de lo simbólico y lo material en las cosmovisiones locales. Embarazada, la madre de los Mellizos se dirigió a la cueva de los jaguares con el propósito de morir devorada. La madre jaguar la escondió para salvarla, pero sus hijos jaguares la encontraron, la mataron y saca-

ron de su vientre a los dos bebés. En vez de engullirlos, la madre jaguar decidió criarlos. Mientras tanto, esos jaguares siguieron comiendo personas, por lo que los humanos querían aniquilarlos. Un día, los Mellizos tendieron una trampa a sus hermanos-jaguares y los mataron, dando una solución aparentemente paradójica: ayudar a los humanos y traicionar a la madre jaguar que los salvó. El jaguar es de ese modo depredador y presa, "admirado, imitado y respetado, así como aborrecido, cazado y temido" (Uzendoski & Calapucha-Tapuy 2012). Aunque les temen, los humanos buscan conectarse con ellos porque dan sabiduría y enseñan a vivir en la selva; en otras leyendas amazónicas esos felinos enseñan el uso del fuego a los humanos, que terminan robándolo, como Prometeo (Turner 2017).

Para un estudioso de los mitos desde una perspectiva psicológica, el austríaco Carl Jung (1952), las mitologías de todos los pueblos y épocas integran, entre otras cosas, lo que llamó el "inconsciente colectivo". Él sugirió que tenemos ideas comunes, algunas que nos acompañan hace mucho. Se entiende que somos capaces, además, de crear nuevos inconscientes colectivos, que conviven con los ancestrales. ¿Cuáles son esos mitos con los que vivimos, o intentamos crear, alrededor del bioma amazónico? Me interesa destacar dos relatos que estuvieron muy presentes en la Escuela y en este libro: el del Conocimiento y el de la Vida. Son dos *topos*, lugares semióticos y materiales que existen o podrían existir como utopías o distopías.

Relatos del conocimiento y de la vida

Los diez artículos de este libro, así como las conferencias de la Escuela, contienen explicaciones y posicionamientos, científicos y políticos, sobre procesos que están ocurriendo en la Amazonía. Algunos aluden a casos puntuales, distinguen procesos biogeofísicos localizados, o integran cosmovisiones diversas. Analizan e interpelan tensiones alrededor de la contaminación, deforestación, infraestructuras, exclusión social y otras manifestaciones de violencia genocida y ecocida, y señalan -con base empírica y desde reflexiones teóricas- acciones para orientar rumbos inclusivos, pacíficos, sustentables. Apuntan a los ganadores y perdedores de las diversas actividades. Situados en un lugar de arranque que es aquí y ahora, señalan las distopías y aluden hacia utopías posibles.

En la Escuela fue explícito que, para lograr escalar la utopía de las transiciones hacia la sustentabilidad fuerte, las acciones deben ocurrir bajo un componente ético, el de una ética ambiental (Brennan & Yeuk-Sze 2002-2021). Desde un posicionamiento ontológico que reflexione sobre las relaciones entre humanos, y de nosotros con lo no humano, en una perspectiva horizontal y renovada, parece

posible resignificar y reconducir aspectos de economía, política, normativas, financiamiento, educación. Ello requiere integrar epistemologías contemporáneas, que incluyen los giros epistémico, afectivo y ontológico, ecologismo, decolonialidad, feminismo. Interdisciplinas como la Historia ambiental o los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad, vienen debatiendo y rastreando, desde hace décadas, la confluencia entre humanos y no-humanos, con sus respectivas agencias. También van en esa línea el budismo (propuesta filosófica existente desde hace siglos), o los más recientes romanticismo o ética de la Tierra de Aldo Leopold (2005). En América están el pachamamismo, o el *sumak kawsay*, con sus virtudes y problemas conceptuales y prácticos (Bretón, Cortez & García 2014).

Es sugerente la sociología de las asociaciones de Bruno Latour (2008), que alude a reensamblar lo social. Asimismo, emergida desde los estudios amazónicos y la antropología ontológica, la idea del “perspectivismo” explica que tanto humanos como no-humanos experimentamos y comprendemos el mundo de maneras singulares, y que cada perspectiva es válida y coherente, aunque difieran (Viveiros de Castro 2013). Esas y otras propuestas discurren hacia una hibridez y complementariedad, sin dejar a nadie ni nada atrás, incorporando y entendiendo la agencia de todos los actores. Contrastan con la asunción de que hay una realidad objetiva y universal; desafían los modelos unívocos, a veces hegemónicos. Desde la apertura a múltiples perspectivas, se pueden articular “algoritmos de sustentabilidad”, conjuntos de operaciones sistemáticas que conducen a sistemas socioecológicos de mayor virtuosidad y resiliencia (Cuvi 2022).

Parte de los objetivos de la Escuela fue tener “una visión multi e interdisciplinaria, basada en la ciencia, la cual valore el conocimiento indígena y tradicional”. La conjunción entre tecnociencia moderna y saberes locales, algunos ancestrales, bajo el marco amplio de lo que viene siendo llamado como “conocimiento” (Barahona & Raj 2022, Daston 2017), es parte de la ética ambiental. Todos los trabajos translucen esa deriva. Siguen una senda que ha recibido nombres como Ciencia posnormal (Funtowitz & de Marchi 2000), o diálogo de saberes. Recogen miradas de actores que no han sido suficientemente relevados, en parte porque sus saberes no se movilizan mediante dispositivos como publicaciones científicas o congresos académicos. La invitación a construir sabiduría de modo horizontal para llegar a soluciones es parte central de lo que llamo el relato del Conocimiento, que va más allá de la tecnociencia.

Entre la tribu de los modernos, la tecnociencia se ha venido imponiendo como un poderoso relato desde el siglo XVIII. Ese conjunto de normas y formas de apreciar el mundo ha minado el poder de varias instituciones. Aun así, no ha sido aceptada por todas las personas; en la actualidad hay negacionismos por varias

razones, entre ellas que ha sido insuficiente ante las crisis socioambientales y que no responde adecuadamente a todas las preguntas, a veces tan solo a partes de ellas. El relato del Conocimiento va más allá: acepta que la tecnociencia moderna funciona mejor aparejada con otros saberes, formando un sistema anidado con propiedades singulares. Ese Conocimiento es como el hilo de Ariadna, o el bastón mágico de la abuela bororo; incluye muchas perspectivas.

Hubo y hay conocedores magistrales, descendientes de habitantes milenarios, que manejaron suelos, construyeron caminos y ciudades, navegaron ríos, domesticaron plantas. Su legado es sobre todo tácito, vivo en las prácticas, no siempre disponible en el mundo académico. Históricamente la tecnociencia se apropió de esos saberes, aunque no siempre los reconoció. Exploradores de la Amazonía como Louis Agassiz, Henry Walter Bates, Alfred Russel Wallace, William Henry Edwards o Richard Spruce, dependieron de esas personas y de su conocimiento práctico para construir tecnociencia (Pereira Antunes, Massarani & Castro Moreira 2019).

En la primera sección de este libro, cuatro artículos aluden al Conocimiento sobre los impactos macro de actividades en la región amazónica. Los analizan y proponen formas de evitarlos o cambiarlos, con estrategias de organización y gobernanza, usando los saberes tecnocientíficos y los saberes locales y ancestrales. En el primer texto se sostiene que los impactos económicos, ecológicos y sociales de las grandes hidroeléctricas han sido subestimados, que la narrativa de la “energía limpia” es cuestionable, y que para proveer de energía eléctrica a las comunidades aisladas sería necesario planificar otras infraestructuras (Faria de Resende et al 2023). Tales conclusiones surgen del conocimiento de las tecnologías, la economía política, y la experiencia de las comunidades.

En el segundo artículo, Lima et al. (2023) abordan el sistémico problema de la deforestación, dando a conocer estrategias que han sido eficientes para disminuirla. En tierras públicas y privadas -sostienen-, hace falta unir conocimiento con incentivos, comando y control. Proponen un modelo teórico basado en lo que se sabe, desde varias perspectivas, sobre la complejidad de los procesos de deforestación. Este trabajo es seguido por un artículo que analiza la preocupante contaminación por mercurio en las comunidades indígenas, en particular en el territorio Munduruku. No es un problema nuevo, afirman sus autores, pero sí mayor cada día, agravado porque las políticas, compromisos nacionales e internacionales, no son cumplidos (Cantuária et al. 2023). En el título de ese texto consta la palabra “realidad”; si bien la “realidad” es multidimensional, casi nunca unívoca, en asuntos como la cantidad de mercurio en las personas, la biodiversidad y los suelos, los datos son indiscutibles, más aún cuando se observan junto con las estadísticas de

enfermedades neurológicas, cardiovasculares, digestivas, reproductivas. No menos grave es lo expuesto por Ochoa *et al.* (2023) en su artículo sobre los pesticidas; tal como el mercurio, los contaminantes asociados con la producción agrícola afectan a las personas y al ambiente en una perspectiva multidimensional. Los autores muestran un valiosísimo caso alrededor del arbusto de guaraná. El modelo agroecológico, basado en técnicas tradicionales, usando material genético del bosque, sin mayor control artificial de plagas y extraordinarios resultados, es contrastado con las producciones que requieren de variedades de laboratorio y muchos pesticidas. Desde el Conocimiento, esos cuatro artículos sobre impactos proponen desde suprimir las mega hidroeléctricas, hasta alcanzar la deforestación cero y erradicar las fuentes de contaminación. En todos los casos, la educación, comunicación, inclusión, prevención, monitoreo, son presentados como cruciales, trabajando con las comunidades, enseñando y aprendiendo.

El bloque de artículos dedicados a la gobernanza local también incorpora el relato del Conocimiento. En el primero de ellos se explican los problemas que suscitan las sequías, en particular en el sur, asunto que ha movilizado mucha investigación por sus impactos en la movilidad, acceso a alimentos y medicinas, precios, cultivos, incendios, pesca, cacería (Pessôa *et al.* 2023). Lo más importante que este trabajo revela, desde mi perspectiva, es que la adaptación a ese recurrente y cada vez más intenso fenómeno puede darse desde el diálogo de saberes locales y tecnociencia, al integrar conocimientos sobre el calendario ecológico agrícola, las *chakras*, los sistemas de información y alerta temprana, y otros. Sus autores señalan que “la identificación del fenómeno de sequía es bastante plural en la Amazonía”, dando cuenta de la inconmensurabilidad que debe abarcar el Conocimiento.

El segundo artículo de esa sección analiza un asunto más amplio: la relación entre manejo de recursos, cambio climático, y gobernanza local (Guimarães *et al.* 2023). Se reafirma el valor de los saberes locales, algunos ancestrales, ante desafíos que incluyen las sequías, el aumento de la temperatura, las afectaciones a la biodiversidad y a las especies forestales de importancia económica, entre otros. También aluden a la recuperación del calendario agrícola tradicional como medida de adaptación.

El tercer conjunto de artículos trata la inclusión de la diversidad cultural en diferentes escalas. Dedicado a analizar la inclusión de estudiantes indígenas en las universidades, el texto de Cavalcanti Lembi *et al.* (2023) está íntimamente ligado con relato del Conocimiento, pues la academia debe ser nodal para los procesos de integración. A partir del caso del Estado de Amazonas, en Brasil, se preguntan cómo mejorar el acceso y la permanencia de indígenas, evitar su discriminación y

promoverlos a puestos de representación en las instituciones universitarias. No se me ocurre un ensayo más adecuado de ciencia posnormal, de diálogo de saberes tecnocientíficos e indígenas. Algo similar sucede con el artículo sobre diversidad urbana, enfocado en la mesorregión de la isla de Marajó, Estado de Pará (Silva do Carmo *et al.* 2023). Dado que las ciudades son espacios dinámicos donde ocurren encuentros multiculturales, los autores se preguntan sobre los indicadores de sustentabilidad urbana más adecuados. Sin ingenuidad, de forma punzante, registran las singularidades de esa región, y cómo desde el conocimiento local y su consideración se podría realizar un desarrollo urbano más pertinente para sus pobladores.

El bloque sobre gobernanza termina con un artículo sobre los derechos territoriales indígenas y afrodescendientes en tres países. Buitrón Cañadas *et al.* (2023) se basan en que conservar la bioculturalidad de la Amazonía es importante, y que ello requiere garantizar ciertas condiciones a los pueblos indígenas y afrodescendientes, entre ellas sus territorios. Analizan tres casos: el de los apolima-arara en Brasil, el de los waorani en Ecuador, y el de los saamaka en Surinam. Presentan líneas del tiempo, detallan los procesos, conflictos, logros, necesidades. Mencionan la falta de actividades concretas para garantizar que la bioculturalidad sea, en efecto, conservada, y proponen innovaciones en cuatro dimensiones de los procesos: autonomía, autogobierno y participación política; aplicación de la ley, monitoreo y sanción; conservación y promoción del conocimiento tradicional; y soberanía económica sustentable basada en la comunidad.

Finalmente, la cuarta sección incluye un artículo sobre la transdisciplinariedad. Se la menciona no solo como categoría “posible”, sino “imprescindible”, para un futuro sustentable en la Amazonía (Krainovic *et al.* 2023). Sus autores hicieron decenas de entrevistas para reflexionar sobre las estrategias que ponen en práctica esa ciencia transdisciplinar. Los resultados inducen a trabajar más con las comunidades, tanto en la incorporación de sus conocimientos como en la formulación de políticas. En resumen: se requieren enfoques que no solo vayan de arriba hacia abajo, o desde la academia hacia las comunidades, sino que sean co-creados, de manera horizontal e iterativa.

La mirada inter/multi/trans/polidisciplinaria está en el centro del relato del Conocimiento. Entre otras cosas, predispone a superar la idea de “pureza”, tanto en la tecnociencia como en los saberes locales. Entiende que desde ese desdoblamiento epistemológico se puede terminar con narrativas como la que llevó a nombrar la cuenca como “Amazonas”, desde ojos coloniales, para construir relatos de complementariedades, no de otredades. En una línea similar, hace un par de años, el Panel Científico por la Amazonía publicó un informe de síntesis en el

que, además de combinar tecnociencia, conocimientos locales y ancestrales, hizo recomendaciones de política (Nobre *et al.* 2021).

El segundo relato al que quiero aludir, muy presente en la Escuela, es el relato de la Vida. Tiene antecedentes desde hace siglos, pero cobró renovada fuerza con la segunda ola del ambientalismo, desde las décadas de 1960 y 1970 (Guha 2000). Su núcleo narrativo es que la destrucción de la bioculturalidad es problemática, y que es necesario resignificar el espacio amazónico desde lo semiótico y lo material. Invita, por ejemplo, a dejar atrás la idea de que esas selvas están vacías, que son tierras “baldías”, sin gente (Cuvi, Guiteras-Mombiola & Lehm 2021). También lleva a enterrar que son espacios cuya explotación es indispensable y necesaria, destinados a convertir su patrimonio natural en capital financiero, a la mayor velocidad posible. Esa visión ha sido desplegada desde hace siglos para promover el “progreso”, “desarrollo”, o “modernidad”, desde la mítica historia sobre la ciudad de El Dorado hasta carteles del Estado brasileño que hace 50 años aludían a la Amazonía como un lugar para “facturar” (Figura 3), o en mensajes sobre la necesidad ineludible de los extractivismos y las zonas de sacrificio para alcanzar el desarrollo en el siglo XXI.

El relato de la Vida ve como problemáticas las tendencias de erosión, contaminación, declinación y extinción de la diversidad cultural, biológica y agrodiversidad. Se sustenta en el Conocimiento, por ejemplo en afirmaciones del reciente informe del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático, que alude a que tenemos una alta confianza en que la Amazonía, “uno de los mayores depósitos de biodiversidad y carbono del mundo, es muy vulnerable a la sequía”, y que podría convertirse, por la enorme muerte de árboles, en un emisor de carbono, en vez de un sumidero (Castellanos *et al.* 2022, traducción propia). También se basa en el Panel Científico por la Amazonía, que da cuenta de los posibles puntos de inflexión (*tipping points*), pasos hacia tierras desconocidas, laberintos en los que no estamos seguros de contar con un hilo de Ariadna, en los que el Conocimiento se podría encontrar en *terra incognita*. Según ese informe, basado en evidencia empírica, hay cuatro posibles configuraciones de ecosistemas a las que podrían cambiar los bosques amazónicos. Entre ellas, “el estado degradado de dosel abierto y el estado de bosque secundario de dosel cerrado son los más probables de suceder en zonas amplias, especialmente a lo largo del “arco de deforestación” (Hirota *et al.* 2021, traducción propia). Esos escenarios preocupan, en tanto alertan de transiciones hacia una distopía de deforestación, sequía, malestar social.



Figura 3 Anuncio del Banco da Amazônia en 1972, en la revista *Realidade*. Tomado de: <https://revistacenarium.com.br/cheega-de-lendas-vamos-faturar-anuncio-de-1972-ventia-a-amazonia-ao-capital-predatorio/>

El relato de la Vida sostiene que el crecimiento económico, si bien genera bienestar para algunas poblaciones, acarrea legados negativos a muchas otras personas y para la naturaleza. Cuestiona que el Producto Interno Bruto (PIB), sea la suprema autoridad entre los indicadores de bienestar. Pide ir más allá del número de palas mecánicas, bulldozers, minas, megaobras, biomasa exportada o hectáreas incorporadas cada año a la frontera agrícola. Afirma que el soplo del progreso, ese mito prometeico, ha dejado estelas devastadoras que amenazan el equilibrio inestable de la Tierra (Steffen *et al.* 2015). También que la creciente transgresión de los límites biogeofísicos planetarios, y de los límites locales, es la verdadera “tragedia” contemporánea (Gligo *et al.* 2020). Termina con las históricas ideas de prodigalidad y abundancia, decisivas en las mentalidades y acciones de las repúblicas americanas desde su creación (McCook 2018); ya no hay recursos inagotables o interminables para facturar.

Los relatos de la Vida y del Conocimiento suscitan resistencias en forma de negacionismos del cambio climático y del cambio global, en *lobbies* que sostienen la necesidad de exprimir hasta la última gota del patrimonio natural (maderas,

petróleo, minerales, fibras, fertilidad, agua), para convertirlo en capital financiero. Esos contrarrelatos son aupados por viejas ideologías de todo tipo, que carecen de interés en terminar con los etnocidios y ecocidios para construir transiciones hacia la sustentabilidad fuerte y la cultura del Ecoceno.

Transiciones hacia la sustentabilidad fuerte

Diversas mentalidades, intenciones, deseos, países, pueblos indígenas y afrodescendientes, campesinos, urbanitas, millones de actores no-humanos, confluyen en el espacio amazónico. En ocasiones conviven pacíficamente, en otras chocan con fuerza destructiva. La conservación de la biodiversidad o la restauración ecológica, con sus beneficios para las comunidades, contrastan con la deforestación, minería, contaminación. Personalmente, observo esos procesos como oposiciones entre pulsiones de vida y de muerte (Freud 1922, 253), entre antropocentrismo y biocentrismo, entre enfoques de economía convencional y de economía ecológica, entre intenciones extractivistas y resistencias. La pregunta es si conseguiremos un diálogo entre intenciones, algunas tan reñidas que se han eliminado mutuamente para acabar en una suma-cero, en un camino hacia ninguna parte.

Es innegable que hay Minotauros-Hidras-Jaguares que es necesario eliminar para construir transiciones hacia la sustentabilidad fuerte. En este libro se señalan formas de hacerlo, prácticas y teóricas, basadas en diversos relatos. No obstante, al querer aplicar esas tácticas y estrategias, o escalarlas cuando están presentes, podemos acabar abrumados por los avances lentos, o por los retrocesos, sintiéndonos incapaces de escapar del vaticinio de nuestra tragedia hacia un destino fatal.

Requerimos de mucha creatividad. Entre las formas de resistencia a las capas de colonialismo se han planteado muchas salidas. Algunas son más insólitas, pero por lo mismo pueden ayudar a resignificar la inconmensurabilidad de los procesos posibles. Regreso al pueblo Napo runa, que durante siglos huyó de los conquistadores, en forma de soldados, religiosos y funcionarios, a quienes retrataron como caníbales que se apropiaban de sus cuerpos (Alvarado 2010). Después de muchas huidas, escaparon de la conquista total sumergiéndose en una laguna creada mediante actos mágicos. Huyeron para resistir desde una realidad alternativa: "Desde el punto de vista de los nativos, los antepasados sólo fueron "conquistados" y colonizados en un campo de la realidad, el de la realidad ordinaria. La superioridad ritual de los antepasados en el campo de la realidad alternativa les permitió sobrevivir y seguir ayudando a sus descendientes que habitaban la región" (Uzendoski 2020, traducción propia).

Esa laguna, un plano simbólico, proveyó de un lugar desde el cual ejercer otras resistencias y transiciones. ¿Qué es esa laguna en la Amazonía actual? La veo como un lugar multidimensional, político, económico, social, jurídico, afectivo, desde el que se apoya a las comunidades locales amazónicas, dándoles espacio en las ciudades para participar en procesos políticos, diseminar sus historias, exigir derechos, comerciar sus productos mediante cadenas justas de valor. La laguna es un hiperespacio desde el cual emergen y donde convergen procesos de educación, comunicación y divulgación. Ahí se canalizan financiamientos, locales o internacionales, para ejecutar proyectos de restauración y otras iniciativas que regeneren y enfríen el planeta, que transforman la vida de las personas, con participación local, atendiendo a los ritmos de la naturaleza. No es una utopía: en el territorio Napo runa investigamos cómo se combinaron visiones y prácticas comunitarias con fondos estatales y tecnociencia de matriz europea para diversificar los medios de vida. Ahí se realiza ecoturismo comunitario, manejo forestal sustentable, promoción de la *chakra* amazónica, agregación de valor a los productos maderables y no maderables, hay una carpintería comunitaria, un vivero forestal, se producen jabones artesanales, esencias y plantas medicinales, y hay revalorización del conocimiento ancestral junto con conocimientos modernos (Ariza-Montobbio and Cuvi 2020). La laguna es el lugar del empoderamiento de las comunidades, donde medran con libertad palabras como bioeconomía, sustentabilidad fuerte, bioculturalidad, para forjar nuevas sociedades.

Las transiciones a la sustentabilidad fuerte, que es una demanda de los artículos de este libro, requieren pensar fuera de la caja. Está sucediendo en más espacios, como en un libro de ucronías o historias contrafácticas recién publicado (Yáñez 2023). Ahí, colegas adscritos a universidades nos preguntamos cómo habría sido la Amazonía ecuatoriana y el Ecuador si no se explotaba petróleo desde la década de 1970. ¿Solo un sueño? En absoluto. El 20 de agosto de 2023, pocos días antes de enviar este artículo a publicación, se realizó un referendo en Ecuador. La pregunta fue: ¿Está usted de acuerdo en que el gobierno ecuatoriano mantenga el crudo del ITT, conocido como bloque 43, indefinidamente en el subsuelo? El 60% de la población votó por detener, para siempre, las operaciones petroleras en un sector del Parque Nacional Yasuní. Se derrotó a un Minotauro, aunque enseguida resurgió como una Hidra de Lerna con dos cabezas nuevas: artificios legales y políticos para desestimar el resultado.

Las transiciones hacia la sustentabilidad fuerte requieren transformar la materialidad, derrotar a las bestias míticas y contemporáneas que continúan devorando sin límites a las personas, fertilidad, agua, biomasa, sangre de animales, savia de plantas, para alimentar a las selvas de cemento cercanas o lejanas, para

sostener modos de vida insostenibles. Es una tarea complicada, más si se observa la disposición a liquidar las resistencias sin respeto de la vida, como ocurre con los crecientes asesinatos a líderes ecologistas en América Latina, sobre todo en Brasil, país que ocupó en 2019 el tercer lugar mundial en ambientalistas y defensores de la tierra asesinados, siendo el Estado de Pará el más peligroso para esas personas (Santos 2019). Los extractivismos llegan a esos extremos, o nos engañan haciendo la labor de Penélope: conceden audiencia para un cambio, fingen hacerlo, pero a escondidas deshacen todo. La cultura hegemónica, altamente entrópica engulle, coopta, tergiversa significados. Le sucedió a la palabra sustentabilidad, tan disputada que se ha vuelto necesario aludir a una sustentabilidad “débil”, otra “fuerte” y, más recientemente, una “híper o super fuerte”. La ética ambiental no puede ser ingenua: muchas personas quieren –o dicen querer– ser amigables con el ambiente, pero son obscenamente hipócritas o naïfs ecológicos.² Son menos quienes entienden las transformaciones necesarias y desde allí están dispuestos a resignificar los relatos.

En las historias míticas que introduce al inicio de este texto, Ariadna, la abuela borojó, la madre jaguar, son femeninas. La historia colonial ha sido patriarcal y una transición pacífica no puede transitar por esa misma vía, sean hombres o mujeres quienes ejerzan la gobernanza. También me gusta pensar que las soluciones en esos mitos son ejercidas por humanos, enfrentando y transformado con su Conocimiento el aparente destino.

¿Huiremos o resistiremos? ¿Encontraremos afectos salvadores, astucia para acabar con los Minotauros-Hidras-Jaguares, escapar de los peores augurios? Dependerá de lo que hagamos visible o invisible, y de que sepamos abrazar la inconmensurabilidad, que requiere más que incluir la diversidad. Comencé explicando que la palabra Amazonía se significó, desde hace cinco siglos, como un espacio asociado con conflictos. Hoy agrupa vidas e intenciones fractales que emergen y convergen en un lugar. Es percibida de muchas formas, con variados mitos, relatos, metáforas, *topos*: hogar de millones de personas, pulmón de la Tierra, reservorio de agua, regulador climático, sumidero de carbono, infierno verde, selva despiadada, fuente de riquezas, paraíso perdido, paraíso verde... Cuando me hice,

2. Personas que se convencen fácilmente de cualquier información tergiversada, o manipulan la evidencia socioambiental para ajustarla a sus modos de vida. Se dicen preocupadas por la naturaleza y parecen estarlo, pero rechazan analizar en detalle sus ideas y prácticas para evitar ponerlas en entredicho. Son profundamente ingenuas y carecen de maldad, a diferencia de las negacionistas, aunque resultan igual de peligrosas para la cultura socioambiental (Cuvi 2022).

siguiendo a Jung, la pregunta sobre cuál mito o relato he construido y vivo en relación con ese bioma, visualicé a la Amazonía como la selva que mantiene unido y sostiene al mundo, una suerte de Atlas contemporáneo.

El relato del crecimiento económico como única vía ha sido responsable de exacerbados impactos, antes y durante la Gran Aceleración del Antropoceno. Parece que solo podrá ser contestado con su *alter ego*, una Gran Ralentización, que involucra la revolución agroecológica y la restauración de la naturaleza como puntos de partida para nuevos sistemas sociales, económicos, políticos, de toda escala. La Amazonía tiene condiciones ambientales habilitantes para ello, población y Conocimiento. Requerimos trabajar más en esos y otros significados para liberarla de sus peores atavismos y trágicos presagios.

Agradecimientos – Este artículo fue escrito entre julio y agosto de 2023, entre Quito y Sierra Alisos. Agradezco las observaciones sobre su contenido de Paz Guarderas, de la Universidad Politécnica Salesiana. El autor agradece a la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por apoyar la “São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZON (Process 2022/06028-3)”. El texto fue desarrollado gracias a la invitación de Carlos Alfredo Joly y su equipo para participar en la Escuela, en noviembre de 2022, y bajo el proyecto Humanidades Ambientales, IP 1093, de FLACSO Ecuador.

Conflicto de intereses – El autor declara que no tiene conflicto de intereses en relación con la publicación del este manuscrito.

Ética – Este estudio no involucra seres humanos y/o ensayos clínicos que deban ser aprobados por el Comité de Ética Institucional.

Referencias

- 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/10.1590/1809-4422asoc20180315r2vu2020l4ao>.
- 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-río-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. Tecnocracia 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 el autor

Nicolás Cuvi es Biólogo, graduado en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtuvo un Máster en Comunicación Científica en la Universitat Pompeu Fabra, y un Máster y Doctorado en Historia de la Ciencia en la Universidad Autónoma de Barcelona. Es profesor titular principal en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO sede Ecuador), donde coordina el la Maestría y el Doctorado en Historia de los Andes. Ha colaborado como en los informes del Panel Científico para la Amazonía (2021) y del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (2022). <https://orcid.org/0000-0002-3206-5672>

