

POLICY BRIEF

CONSERVANDO A SAÚDE E CONECTIVIDADE DOS ECOSISTEMAS DE ÁGUA DOCE DA AMAZÔNIA

Andrea C. Encalada, Adalberto L. Val, Simone Athayde, Jhan Carlo Espinoza, Marcia Macedo, Miriam Marmontel, Guido Miranda, Maria Tereza Fernandez Piedade, Tiago da Mota e Silva & Julia Arieira

MENSAGENS-CHAVE

(i) Protegendo a Biodiversidade e os Serviços Essenciais dos Ecossistemas Amazônicos de Água Doce. A Bacia Amazônica desempenha um papel fundamental no ciclo hidrológico, reciclando de 24% a 35% de sua água anualmente e contribuindo significativamente para as chuvas continentais através de “rios aéreos” que transportam 6.400 km³ de água a cada ano. Essa bacia também descarrega uma média de 1.122 megatons (Mt) de sedimentos em suspensão anualmente, cruciais para a fertilidade do solo e para a função e serviços ecossistêmicos do Oceano Atlântico, como a pesca. Além disso, os ecossistemas de água doce da região possuem notável biodiversidade, com aproximadamente 2.700 espécies de peixes, das quais 1.696 são endêmicas¹. Esses ecossistemas são vitais para a subsistência das comunidades amazônicas, onde o consumo diário per capita de peixe pode ultrapassar 500 g, uma das taxas mais altas do mundo.

(ii) Manter a conectividade dos rios é fundamental para sustentar os ecossistemas de água doce da Amazônia. Manter a conectividade multidimensional dentro dos Ecossistemas de Água Doce da Amazônia é crucial para sustentar os processos ecológicos, a reciclagem de água, a diversidade biológica e cultural e a resiliência de toda a bacia. Essa conectividade engloba dimensões longitudinais, laterais, verticais, temporais, bioculturais e sociobioeconômicas. Porém, graves fatores de mudança nas águas amazônicas interrompem essas conexões vitais. Há uma necessidade urgente de gestão abrangente e políticas regionais proativas para proteger os ecossistemas de água doce da Amazônia.

(iii) Os ecossistemas de água doce da Amazônia estão experimentando rápida degradação. Isso está ocorrendo devido a uma confluência de fatores, incluindo poluição da água, derramamentos de petróleo, mineração artesanal e ilegal, construção de barragens, desvios de água, desmatamento, pesca predatória e mudanças climáticas. Esses elementos não apenas interrompem conexões ecológicas vitais dentro dos sistemas de água doce da Amazônia, como também diminuem drasticamente

sua biodiversidade, funcionalidade e capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais.

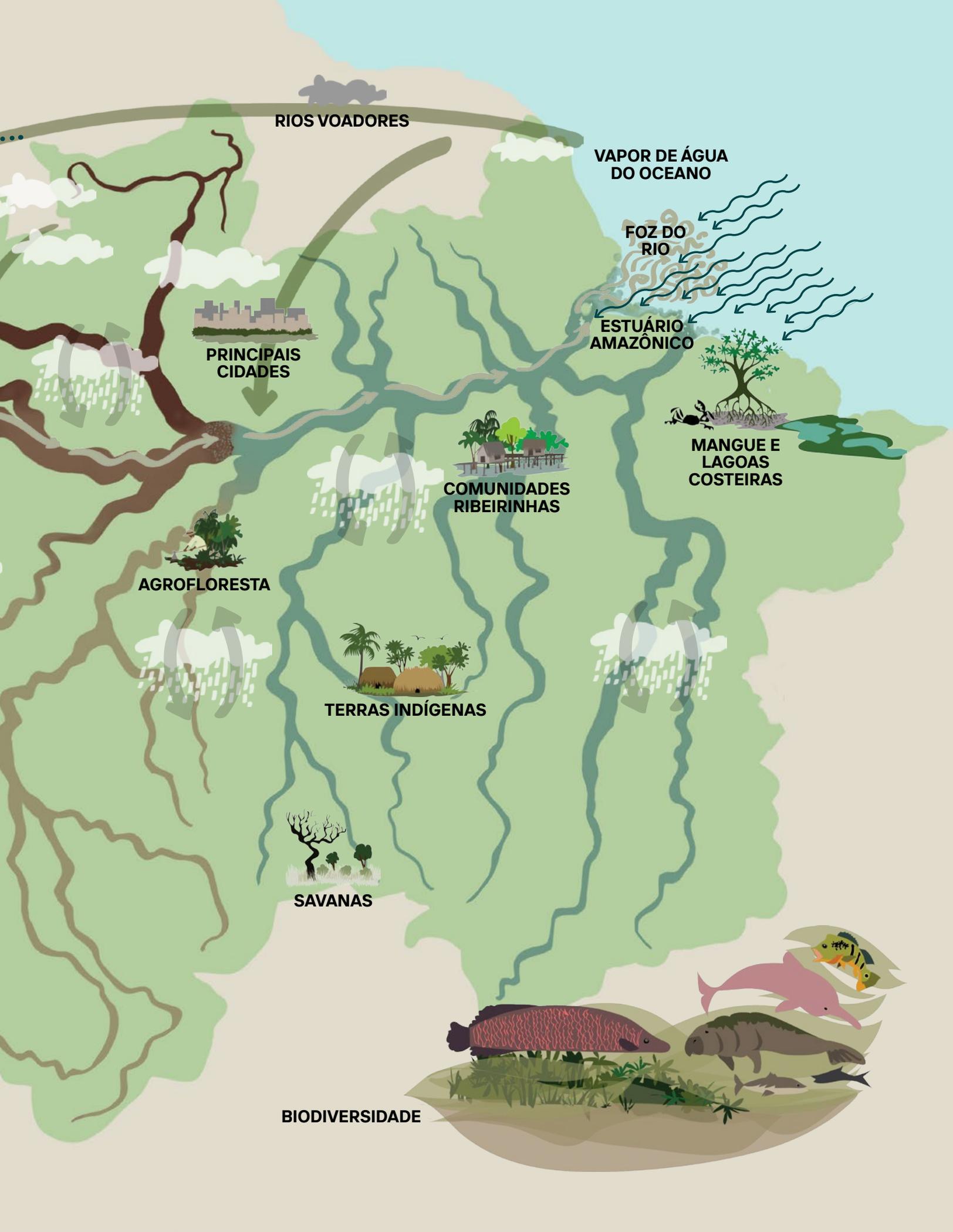
(iv) Priorizando corredores de bacias hidrográficas de fluxo livre em toda a bacia amazônica. Iniciativas de conservação, remediação e restauração devem ser mapeadas e priorizadas em toda a Bacia Amazônica. Isso inclui o desenvolvimento de estratégias de conservação especializadas que garantam a conectividade entre áreas protegidas e novas reservas fluviais em escala de bacia. Essas diretrizes devem dar resposta a uma série de desafios, incluindo o monitoramento das populações de peixes e a garantia da sustentabilidade da pesca. Também são fundamentais os programas de restauração que visam regenerar e reconectar a vegetação ripária e as áreas de planície de inundação de rios, córregos e áreas úmidas. Além disso, a adoção de tecnologias inovadoras é fundamental para o desenvolvimento de soluções de tratamento de água mais eficazes, que são vitais para manter a qualidade da água, garantir fluxos ecológicos e restaurar a saúde dos ecossistemas de água doce.

(v) Buscando o engajamento inclusivo e o manejo baseado na comunidade para uma conservação bem-sucedida. A Bacia Amazônica abriga 48 milhões de pessoas, incluindo uma população indígena de 2,2 milhões. Reconhecer todos os habitantes, incluindo Povos Indígenas e Comunidades Locais (PICLs), como gestores essenciais dos ecossistemas de água doce da Amazônia é crucial. Há evidências convincentes de que a governança inclusiva e o co-manejo não apenas sustentam a saúde do ecossistema, mas também impulsionam as economias locais.

(vi) Garantir a conectividade dos ecossistemas de água doce por meio de colaboração e apoio transnacionais. Cada país amazônico deve desenvolver e implementar políticas públicas nacionais para os ecossistemas de água doce, reconhecendo rios, riachos, mata ciliar e áreas úmidas não apenas como recursos, mas como ecossistemas únicos que fornecem serviços essenciais. Além disso, é crucial estabelecer acordos transnacionais entre os países amazônicos para preservar os corredores naturais de bacias hidrográficas de fluxo livre.

RESUMO GRÁFICO





RECOMENDAÇÕES

(i) Interromper a construção de novas barragens e implementar fontes alternativas de energia renovável.

Adotar uma moratória sobre a construção de novas barragens e considerar aquelas obsoletas e ineficientes para remoção. Otimizar os esquemas hidrelétricos existentes e realizar avaliações ambientais estratégicas com outras fontes de energia renovável, como solar, eólica, hidrocínética e aplicação de biomassa.

(ii) Expandir o tratamento de água e o controle da poluição. Investir urgentemente em infraestrutura de tratamento de água, reforçar políticas de controle da poluição, reflorestar e regenerar a vegetação ripária, que serve como sistema de filtragem natural. Fortalecer os esforços de monitoramento para restabelecer a conectividade dos cursos d'água.

(iii) Investir em ciência, tecnologia, inovação e educação sobre a água. Investir urgentemente em ciência, tecnologia e inovação para aprimorar o mapeamento e o monitoramento de recursos e ecossistemas, fornecendo dados cruciais para apoiar a pesquisa interdisciplinar e a governança local no enfrentamento de agentes estressores e no desenvolvimento de soluções para os ecossistemas de água doce da Amazônia.

(iv) Alinhar as estratégias de redução do desmatamento e da degradação com a política climática. Integrar as políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas

no planejamento do desenvolvimento regional, alinhando-as às estratégias de proteção e redução do desmatamento, incluindo o desmatamento de matas ciliares e planícies de inundação, e de redução da degradação das florestas amazônicas e de outros ecossistemas de água doce.

(v) Fortalecer Povos Indígenas e comunidades locais na gestão de Ecossistemas de Água Doce. Fortalecer a liderança dos Povos Indígenas e comunidades locais nas iniciativas de cogestão e conservação de ecossistemas de água doce, respeitando a diversidade cultural e integrando o conhecimento Indígena em estruturas de governança, processos de tomada de decisão e inovação científica.

(vi) Estabelecer novas abordagens de conservação. Discutir e promover novos modelos de conservação projetados especificamente para ecossistemas de água doce, como, por exemplo, criação de Reservas Comunitárias Fluviais. O sucesso desse modelo depende de parcerias colaborativas baseadas na comunidade.

(vii) Fortalecer a governança transnacional e a coordenação para a proteção dos rios. Desenvolver e fortalecer os acordos de governança transnacional existentes que permitam corredores protegidos de bacias hidrográficas de fluxo livre. Os governos nacionais devem unificar as políticas para manter e restaurar a conectividade dos ecossistemas, reconhecendo a importância da conservação baseada na comunidade.

A. A BACIA AMAZÔNICA: A MAIOR E MAIS DIVERSA REDE DE ECOSSISTEMAS DE ÁGUA DOCE DO PLANETA

Características, funções e biodiversidade dos ecossistemas de água doce da Amazônia

Cobrindo 7,3 milhões de km² em oito países, a bacia amazônica é rica em biodiversidade moldada por milhões de anos de mudanças em rios e planícies de inundação^{2,3,4}. Em seu estuário, o rio Amazonas tem uma descarga de 220.000 m³ por segundo⁵. Sua complexa rede hidrológica inclui cerca de

15.000 sub-bacias e vários ecossistemas de água doce, como lagos tectônicos, pântanos cobertos por árvores e de plantas herbáceas, campos úmidos andinos de água doce, manguezais, lagos de meandro, áreas úmidas ripárias e extensas planícies alagáveis^{6,7,8}.

Aproximadamente 30% da região amazônica é composta por áreas úmidas, que incluem vários ecossistemas na interface terra-água, distinguindo-se por fatores como frequência e duração das inundações^{9,10}, variabilidade sazonal das chuvas^{11,12,13}, profundidade da água, química da água, vegetação

e fauna associada¹⁴. As planícies de inundação dos grandes rios cobrem cerca de 750.000 km², ou 11% da Bacia Amazônica¹⁵. Essas planícies são cruciais para a ciclagem de nutrientes e a manutenção da biodiversidade, com rios sedimentares andinos criando as férteis várzeas de água branca, e rios que drenam através dos antigos escudos da bacia formando os igapós^{9,10}, mais pobres em nutrientes. No estuário, a descarga do rio cria ambientes únicos onde as águas fluviais e marinhas se misturam, fornecendo nutrientes e sedimentos abundantes para o oceano e servindo como berçários, criadouros e áreas para o crescimento e desenvolvimento de espécies de peixes de água doce, estuarinas e marinhas¹⁶. Consequentemente, áreas úmidas costeiras, como manguezais no Amapá, Pará e Maranhão, demandam ações urgentes de proteção da biodiversidade^{14,16}.

A conectividade entre esses sistemas fluviais e áreas úmidas é essencial para a integridade ecológica e resiliência da Amazônia, pois regula os pulsos hidrológicos, assegura a distribuição das chuvas e a dispersão de sementes, e garante a pesca e a alimentação⁸. Em última análise, a essência da Amazônia depende da interconexão de seus cursos d'água, facilitando a troca de água, nutrientes, sedimentos e biodiversidade¹⁷.

Conexões Multidimensionais da Amazônia

Podemos identificar distintas dimensões da conectividade da água dentro da bacia. Para os propósitos deste *policy brief*, consideramos seis dimensões da conectividade através da bacia, levando em consideração aspectos ecológicos, sazonais e socioeconômicos:

1. Dimensão Longitudinal: *ligando os Andes com o resto da Amazônia e com o Oceano Atlântico.* A transição Andes-Amazônia-Atlântico é uma zona crucial de conexão hidrológica¹⁸ (**Figura 1**). A região aos pés dos Andes experimenta altas taxas de precipitação

pluviométrica (até 6.000 e 7.000 mm.ano⁻¹) devido às interações entre a circulação atmosférica regional e os contrastes de temperatura e umidade^{19,20,21,22}. Essas chuvas resultam em erosão, fornecendo quase toda a carga de sedimentos em suspensão observada na Bacia Amazônica. Estima-se que o rio Amazonas transporte entre 550 e 1500 Mt.ano⁻¹ de carga de sedimentos para o Oceano Atlântico²³, sendo 90% do total originário dos Andes²⁴. Além disso, muitas espécies dependem desta zona de transição para os seus ciclos de vida, incluindo longas viagens migratórias relacionadas com a reprodução de peixes que sustentam a pesca em toda a bacia²⁵.



FIGURA 1. Vulcão Sangay, localizado nos Andes equatorianos, e o Rio Upano, um tributário da bacia do Rio Marañoon. Um exemplo das conexões hidrológicas longitudinais, laterais, verticais e temporais fundamentais entre os Andes e as planícies Amazônicas (Foto: Jorge Juan Anhalzer).

2. Dimensão Lateral: *conectando rios, florestas e áreas úmidas para proporcionar condições para que inúmeras espécies prosperem.* As flutuações sazonais do nível dos rios (**Figura 2**) criam corredores interconectados durante os períodos de águas altas que facilitam a migração de espécies e a dispersão de sementes entre rios e lagos com a planície de inundação. Esses corredores também servem de refúgio durante os períodos de águas baixas ²⁶, permitindo que organismos como peixes e mamíferos aquáticos busquem condições ótimas de sobrevivência ^{27,28,29}. Além disso, as planícies de inundação armazenam e transportam água,

sedimentos e nutrientes durante os períodos de águas altas, sustentando assim os recursos pesqueiros ²⁶. Por fim, a interação evolutiva entre peixes e frutos na Amazônia destaca o papel crítico da conectividade entre rios e planícies de inundação para a dinâmica de recrutamento e diversidade de plantas ^{30,31}.

3. Dimensão Vertical: *englobando interações entre áreas úmidas, rios aéreos e águas subterrâneas.* Aproximadamente 25-50% da precipitação anual total observada nos Andes tropicais origina-se da transpiração de árvores da Amazônia ³².

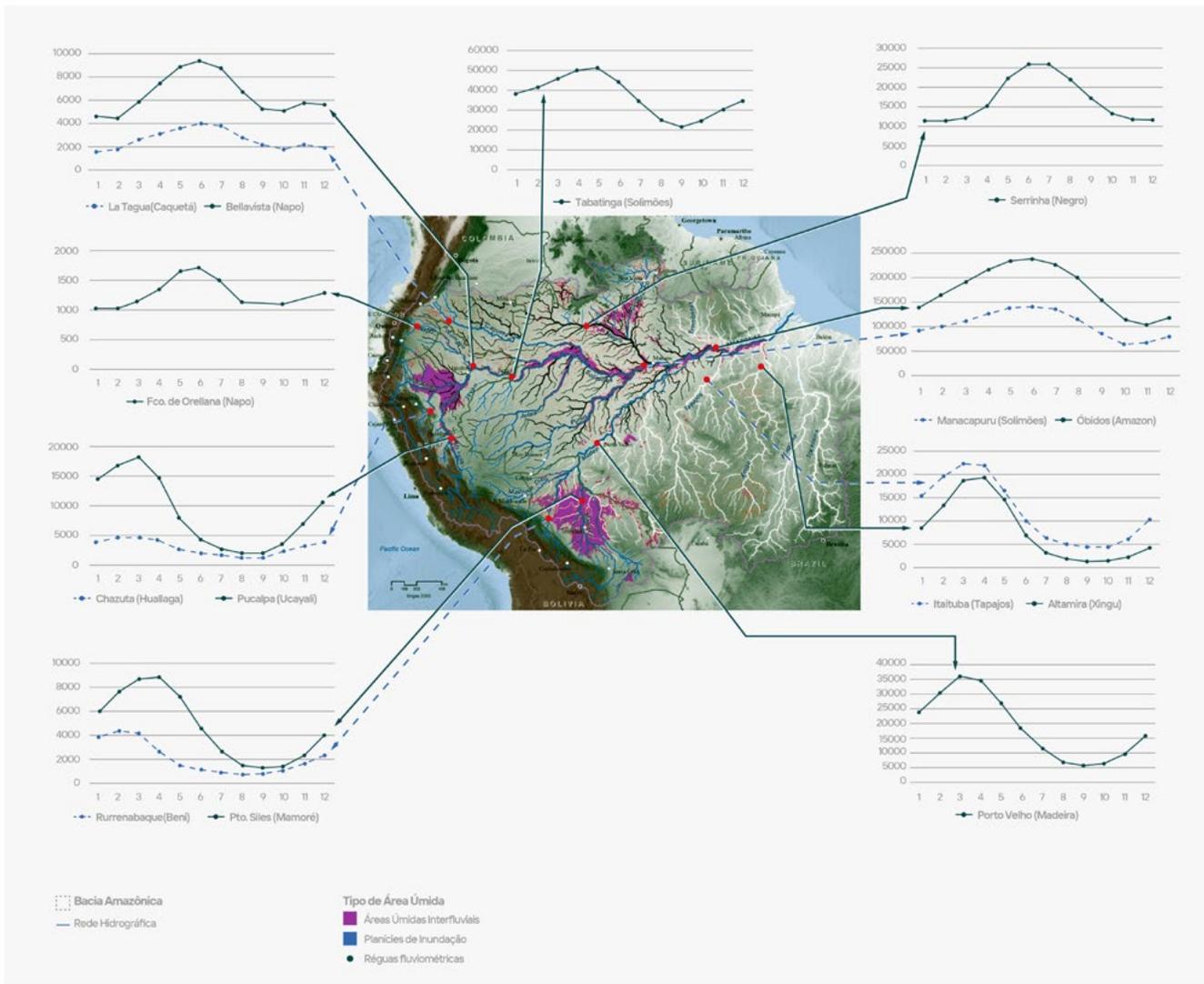


FIGURA 2. Ciclos sazonais das descargas dos rios ($m^3 s^{-1}$). Essas flutuações provocam mudanças sazonais relevantes no nível das águas dos maiores rios amazônicos, levando-os a inundar suas áreas marginais de planície ^{33,34,35}.

Parte da umidade produzida que chega ao leste dos Andes — 10 a 23 bilhões de litros por dia ³⁶ — é transportada para o sul por ventos que fluem em baixas altitudes, conhecidos como “rios aéreos”, chegando até a Argentina e fornecendo água potável para outras grandes bacias hidrográficas do continente, contribuindo assim com a agricultura ⁵. Além disso, as chuvas infiltram-se no solo e contribuem para a formação de grandes aquíferos como o sistema Alter do Chão-Içá, com uma quantidade de recarga estimada em pelo menos 236.400 e 350.000 m³.ano⁻¹ ^{4, 37}.

4. Dimensão Temporal: *ligando as respostas dos rios ao longo do tempo em que eventos passados moldam a função e a diversidade dos rios atuais e futuros.* Na Amazônia, a conectividade temporal está fundamentalmente ligada ao complexo ciclo hidrológico da região (**Figura 2**). As terras baixas da bacia, por exemplo, estão sujeitas a um pulso de inundação anual, marcado por períodos pronunciados de águas baixas e altas, enquanto a região Andino-Amazônica experimenta fluxos variáveis que podem mudar diariamente ³⁸. Esse regime de inundação não apenas molda a morfologia do rio, como também a formação de lagos marginais e canais principais. Além disso, essas flutuações influenciam comportamentos de organismos, como migrações e produção de frutos e sementes, e afeta a subsistência das pessoas por meio de atividades como agricultura de várzea e navegação ³⁹. Sendo assim, o tempo e a previsibilidade do pulso de inundação estão intimamente conectados com outras dimensões da conectividade.

5. Dimensão Biocultural: *incorporando as relações entre as populações humanas e os rios, e as áreas úmidas e sua biodiversidade aquática, que são observadas nas tradições e crenças culturais.* As Populações Indígenas possuem visões de mundo (**BOX 1**), conceitualizações linguísticas, conexões espirituais e conhecimento experiencial dos ecossistemas de água doce amazônicos adquiridos ao longo

de muitos anos ^{40, 41}. Recentemente, os sistemas de Conhecimentos Indígenas e Locais foram combinados com conhecimento científico e tecnologia para proteger e restaurar os ecossistemas de água doce e nascentes por meio de experiências de cogestão e acordos de pesca, incluindo casos em que os Povos Indígenas foram significativamente envolvidos em processos de tomada de decisão ^{30, 42}.

6. Dimensão Bioeconômica, *reconhecendo o fornecimento de alimentos, transporte, água potável e atividades econômicas pelos ecossistemas de água doce.* Os peixes são os principais fornecedores de proteína, de micronutrientes e de renda para famílias rurais e urbanas em toda a Bacia Amazônica ⁴³. A extração total estimada de peixes na bacia amazônica está entre 422.000 e 473.000 toneladas por ano ⁴⁴. Há também uma grande importância dos ecossistemas de água doce para as culturas agroflorestais amazônicas e para produção de recursos de grande importância econômica, como cacau, açaí e muitos outros, que foram domesticados ou semi-domesticados por Povos Indígenas e comunidades locais ⁴⁵. Além disso, o transporte fluvial desempenha um papel crucial no acesso a áreas remotas, permitindo que serviços como a saúde pública atendam às demandas das áreas rurais ⁴⁶. E, por fim, a recreação ao ar livre e o turismo permitem que os visitantes compartilhem essas relações com os recursos da bacia hidrográfica.

Essas diferentes dimensões da conectividade da água estão enfrentando desafios significativos devido à ação humana que promove a fragmentação dos habitats aquáticos, empurrando o bioma rapidamente para um ponto de não retorno. Defendemos fortemente iniciativas de conservação que garantam a livre conectividade dentro da bacia, considerando todas as dimensões, ao mesmo tempo em que garantem equidade e inclusão no planejamento, políticas e práticas de conversação.

BOX 1: INTEGRANDO O CONHECIMENTO TRADICIONAL NA CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS DE ÁGUA DOCE

O conhecimento tradicional fornece percepções inestimáveis sobre a conservação dos ecossistemas de água doce, orientando práticas de manejo sustentável e promovendo o respeito aos serviços que esses ecossistemas oferecem. Essa abordagem decorre da visão de mundo de muitos Povos Indígenas, que percebem os recursos naturais não como posses, mas como entidades habitadas por espíritos ou guardiões, seja em plantas, animais, minerais ou rochas ⁴⁷.

Para o povo Munduruku, por exemplo, interagir com florestas e rios também compreende conectar-se com os espíritos que residem neles. Tais interações exigem a negociação de relações harmoniosas

e trocas respeitadas com todos os seres, possibilitando a articulação de múltiplos mundos coexistentes.

O conhecimento tradicional é crucial para a compreensão de processos ecológicos complexos que, de outra forma, poderiam permanecer inexplicados, sendo transmitidos através de gerações. Um exemplo pertinente é a identificação de uma área de desova na bacia do Beni, derivada de observações de pescadores de machos e fêmeas de Douradas próximas à comunidade Altamirani. Esse conhecimento localizado facilitou a caracterização da área, levando à identificação de pelo menos outras 22 zonas potenciais de desova de Douradas ⁴⁸. Tais percepções são vitais para as decisões de manejo nessas regiões e ressaltam a importância da integração das áreas protegidas com o conhecimento ecológico tradicional.

B. PRINCIPAIS FATORES DE FRAGMENTAÇÃO DOS ECOSISTEMAS DE ÁGUA DOCE

A fragmentação dentro dos ecossistemas de água doce da Amazônia é uma das principais razões por trás da perda de área de água superficial, habitats, biodiversidade e, conseqüentemente, de serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar das populações humanas. Essa fragmentação ocorre devido às atividades humanas que produzem barreiras físicas, que alteram os cursos dos rios, ou barreiras químicas ⁴⁹, que degradam a qualidade da água.

Fragmentação física

A principal ameaça à conectividade dos ecossistemas de água doce é a fragmentação dos rios devido ao desenvolvimento hidrelétrico e à construção de barragens ⁵⁰, que atualmente afeta rios que vão desde a Cordilheira dos Andes até grandes bacias como Marañon, Madeira,

Napo, Tapajós, Tocantins e Ucayali ^{28, 51, 52, 53} (**Figura 3**). As barragens alteram os habitats ribeirinhos, bloqueando os movimentos dos organismos e alterando os padrões hidrológicos, a descarga de sedimentos ^{28, 53, 54, 55}, a temperatura e o balanço de nutrientes ⁵⁶, afetando a biodiversidade, causando declínios nas espécies migratórias ^{28, 57} e mortalidade maciça de árvores ⁵⁸. Além disso, estudos mostram que algumas barragens em áreas de planície na Amazônia podem ter uma contribuição considerável nas emissões de gases de efeito estufa por unidade de eletricidade gerada (mediana = 133 kg CO₂eq MWh⁻¹) ⁵⁹.

A construção de estradas tem impactos semelhantes às barragens,

pois altera os riachos sazonais, interrompendo a conectividade, bloqueando a passagem da vida aquática ⁶⁰ e influenciando a deposição de sedimentos nos sistemas aquáticos ⁶¹. Além disso, a alteração da cobertura do solo relacionada com as estradas contribui para as emissões de CO₂ ⁶².

As **mudanças climáticas** em curso também afetam a conectividade dentro da bacia. Os modelos climáticos preveem um declínio futuro da precipitação, particularmente no sul da bacia, aumentando a vulnerabilidade da região ^{74, 75}. Isso pode fazer com que muitos córregos e rios deixem de fluir por vários meses em certas áreas, o que pode resultar em extinções locais de espécies ⁷⁵. Além disso, à medida que a região fica mais quente, mesmo pequenos aumentos na temperatura da água são suficientes para empurrar muitas espécies de peixes além de seus limites de tolerância térmica ^{77, 78, 79}. Tais mudanças levam a adaptações na fauna e flora aquáticas, mas também podem resultar em maiores taxas de mortalidade entre peixes ⁷⁷ e mamíferos aquáticos ⁸⁰, assim como foi observado durante a seca severa de 2023 (Veja mais no *Policy Brief Secas na Amazônia*).

A fragmentação dos ecossistemas amazônicos de água doce mantém uma sinergia perigosa com a **pesca predatória** ⁸¹. Embora ainda não existam modelos robustos de avaliação dos estoques populacionais de peixes, a pressão pesqueira intensiva em toda a bacia parece estar entre os principais motores do declínio dos estoques de peixes ^{82, 83} e da redução da biodiversidade ⁸⁴. Por exemplo, barragens e sobrepesca combinadas são responsáveis por um esgotamento acentuado do estoque de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*).

Todas essas formas de fragmentação são acompanhadas de impactos socioeconômicos e socioculturais significativos, que afetam comunidades ribeirinhas e urbanas, bem como povos Indígenas. Pesquisas têm demonstrado que mudanças na dieta e na pesca podem afetar a segurança alimentar e os padrões de consumo entre todas as populações amazônicas ⁹⁰, rurais e urbanas, exacerbando a desnutrição ⁸⁹ e causando efeitos psicológicos e espirituais nas Populações Indígenas ⁹⁰.

Barreiras Químicas

A poluição química é uma das principais causas da degradação da água e da diminuição da qualidade da água na Amazônia. Notadamente, muitas cidades amazônicas carecem de estações de tratamento de água, levando ao **lançamento de esgoto doméstico e industrial diretamente nos corpos d'água**, representando riscos significativos de contaminação ^{91, 92}. Esta questão sublinha a necessidade crítica de estratégias abrangentes para gerir e tratar as águas residuais de forma eficaz na região. Além disso, **o descarte inadequado de resíduos sólidos** resulta na lixiviação de líquidos gerados por sua decomposição, que atingem os corpos hídricos e podem ser altamente tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana.

Os derramamentos de petróleo afetam os organismos de várias formas, levando a efeitos negativos, tais como o desenvolvimento prejudicado em plantas aquáticas ⁹³ ou intoxicação em peixes ⁹⁴. ⁹⁵. A exposição a petróleo por seres humanos pode levar a impactos negativos, tais como efeitos na saúde mental, efeitos físicos e fisiológicos, efeitos tóxicos nos sistemas imunológico e endócrino e danos no material genético ⁹⁶.

Além de alterar a morfologia dos rios, a mineração introduz poluentes como o **mercúrio** ⁶⁷, que facilmente se acumula no solo e nas folhas, ou entra na cadeia alimentar e se potencializa, potencialmente causando impactos devastadores na vida silvestre ⁹⁷. Atualmente, todos os países amazônicos têm relatado exposição ambiental e humana ao mercúrio ⁹⁸. O último estudo mostra que mais de um quinto do pescado vendido em 17 cidades de seis estados da região amazônica do Brasil contém níveis perigosos deste metal ⁹⁹. Em humanos, a exposição a longo prazo ao mercúrio inorgânico ou orgânico pode danificar permanentemente o cérebro e os rins, bem como trazer danos aos fetos em desenvolvimento ¹⁰⁰.

C. SOLUÇÕES PARA MANTER E RESTAURAR OS ECOSISTEMAS DE ÁGUA DOCE DA AMAZÔNIA

Ações concretas e a formulação de políticas públicas são propostas aqui para enfrentar a necessidade premente de preservar e melhorar a conectividade das águas doces na Amazônia, abrangendo conexões longitudinais, laterais, verticais, temporais, bioculturais e bioeconômicas.

Ações necessárias são apresentadas a seguir:

1. Interromper a construção de barragens e implementar outras fontes de energia renovável

1a. Cessar a Construção de Barragens:

Barragens pequenas ou grandes não devem ser construídas na Amazônia. Defendemos uma moratória na construção de barragens dentro da bacia.

1b. Adotar Energias Inovadoras, Integradas, Alternativas e Renováveis:

A região possui um potencial significativo para geração de energia renovável, incluindo sistemas fotovoltaicos (PV), usinas hidrelétricas de pequena escala usando turbinas hidrocinéticas e aplicações modernas de biomassa. A energia eólica também pode ser aproveitada em áreas específicas, e a costa atlântica oferece oportunidades para a energia das marés e Conversão de Energia Térmica Oceânica (CETO) (Veja mais no Policy Brief *Nova Infraestrutura para a Amazônia*).

1c. Considere a remoção de barragens para restauração da conectividade:

A adaptação ou remodelação de barragens obsoletas e ineficientes deve ser

considerada para restaurar a conectividade nos ecossistemas aquáticos. Barragens que prejudicam significativamente as economias locais, contribuem com emissões excessivas de CO₂ e metano para a atmosfera e obstruem a migração de peixes devem ser alvo de ações. A adaptação deve envolver a substituição de barreiras em todo o rio por estruturas de desvio de fluxo livre que mantenham processos fluviais naturais. Além disso, para aumentar a eficiência, as barragens com grandes reservatórios já existentes podem se tornar mais eficientes com soluções de energia alternativa, como sistemas fotovoltaicos flutuantes.

2. Ampliar o tratamento de água e o controle da poluição

2a. Investimento Urgente em

Infraestrutura de Tratamento de Água:

Investir em infraestrutura de tratamento de água é crucial para gerenciar efetivamente os efluentes domésticos e industriais das cidades amazônicas e comunidades rurais. Em Manaus, a maior cidade do Amazonas, apenas 21,8% do esgoto é tratado, sendo o restante lançado diretamente nos corpos d'água. Em toda a bacia, muitas cidades não dispõem de instalações de tratamento de esgoto.

2b. Acabar com a mineração ilegal e fortalecer o monitoramento e a fiscalização:

Combater a contaminação por mercúrio da mineração ilegal e artesanal de ouro por meio de uma governança aprimorada, fiscalização rigorosa e proteção de áreas conservadas e terras Indígenas. Esta abordagem deve incluir a proibição ou restrição da utilização de máquinas pesadas em barças de mineração. Além disso, devem ser estabelecidos mecanismos rigorosos de monitoramento, a par de sanções

para as atividades que contribuam para a degradação e poluição das águas doces. O aumento do investimento também é necessário para regular o comércio de mercúrio nos centros de distribuição da Amazônia. Além disso, é preciso garantir a transparência e a responsabilidade legal dentro das cadeias de abastecimento de ouro para conter a sua circulação de origem ilegal nos mercados internacionais.

2c. Promover a Regeneração Natural das

Zonas de Amortecimento Ripárias:

Os esforços devem ser direcionados para a restauração e manutenção de zonas de amortecimento ripárias com espécies vegetais nativas ao longo dos corredores fluviais. Esses corredores ripários retêm sedimentos, favorecem processos sucessionais e servem como sistemas naturais de filtração, mitigando o influxo de poluentes nos corpos d'água e promovendo a biodiversidade e a resiliência ecológica.

3. Investir em Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação sobre a Água Doce

3a. Melhorar o Monitoramento dos

Ecosistemas de Água Doce:

É imperativo monitorar e mapear os principais aspectos que são exclusivos desses ecossistemas: hidrologia, diversidade química, história de vida dos organismos, dinâmica de teia alimentar, processos ecossistêmicos críticos, estoques pesqueiros e a relação entre o uso da água pela agroindústria e o lençol freático, entre outros.

3b. Investir em Tecnologias para Evitar a

Degradação:

Defendemos o investimento em pesquisa transdisciplinar que desenvolva soluções tecnológicas adaptadas para enfrentar desafios únicos na pesca, na produção em planícies de inundação e na conservação em várias escalas (**BOX 2**). Há uma necessidade de iniciativas destinadas a ajudar os mineradores na transição

BOX 2: SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS E BASEADAS NA NATUREZA: COMO EVITAR A DEGRADAÇÃO?

Investimentos em pesquisa e inovação trouxeram tecnologias que preservam os benefícios sociais e econômicos das atividades extrativas tradicionais, ao mesmo tempo que ofereceram alternativas que minimizem a degradação ambiental. Por exemplo, o uso de plantas cianogênicas, como a mandioca brava, tem mostrado potencial para a lixiviação de ouro, representando uma alternativa de mineração menos impactante¹⁰¹. Substituir o mercúrio por plantas locais poderia representar um avanço significativo em direção ao desenvolvimento sustentável na região, especialmente se essas tecnologias forem adaptadas às condições locais.

Além disso, a aquicultura possui um potencial significativo para fornecer proteína tanto local quanto internacionalmente, promovendo assim o desenvolvimento social e econômico. A implementação de sistemas de bioflocos na aquicultura pode reduzir os custos de alimentação, diminuir o uso de água através da redução de troca de água, e substituir farinha e óleo de peixe na alimentação animal, combatendo assim a sobrepesca¹⁰².

Por fim, há casos de sucesso de fontes de energia alternativas na Amazônia que poderiam reduzir a dependência da região de usinas hidrelétricas. Por exemplo, 12 vilarejos nas províncias orientais do Equador, pertencentes à família Mukucham, agora dependem de painéis solares para transporte, abastecimento de escolas e apoio ao ecoturismo¹⁰³.

para métodos de extração sem mercúrio, remediando áreas degradadas pela mineração de mercúrio e explorando alternativas energéticas à energia hidrelétrica, bem como soluções avançadas de tratamento de água.

3c. Facilitar o Intercâmbio de Conhecimentos e Promover a Educação sobre a Água Doce:

Desenvolver políticas públicas que possibilitem o intercâmbio de acadêmicos, pesquisadores e profissionais da região amazônica. Além disso, implementar programas educacionais em escolas públicas para ensinar sobre a água e as características únicas de ecossistemas de água doce, incentivando a colaboração entre estudantes e pesquisadores.

4. Alinhar as Estratégias de Redução do Desmatamento e da Degradação com a Política Climática

4a. Acabar com o Desmatamento e a

Degradação:

São necessárias medidas urgentes para frear significativamente o desmatamento e a degradação das florestas ribeirinhas, das planícies aluviais e de outros ecossistemas de água doce. A restauração florestal sobre pastagens degradadas de terra-firme também é importante para os ecossistemas de água doce. Deve haver uma maior distinção entre as estradas que são importantes para a população local e aquelas que abrem fronteiras na floresta e incentivam a grilagem de terras. Evitar a extração seletiva de madeira e proteger as bordas das florestas com florestas em regeneração pode ajudar a preservar microclimas, reduzir as temperaturas e permitir que os ecossistemas mantenham sua resiliência.

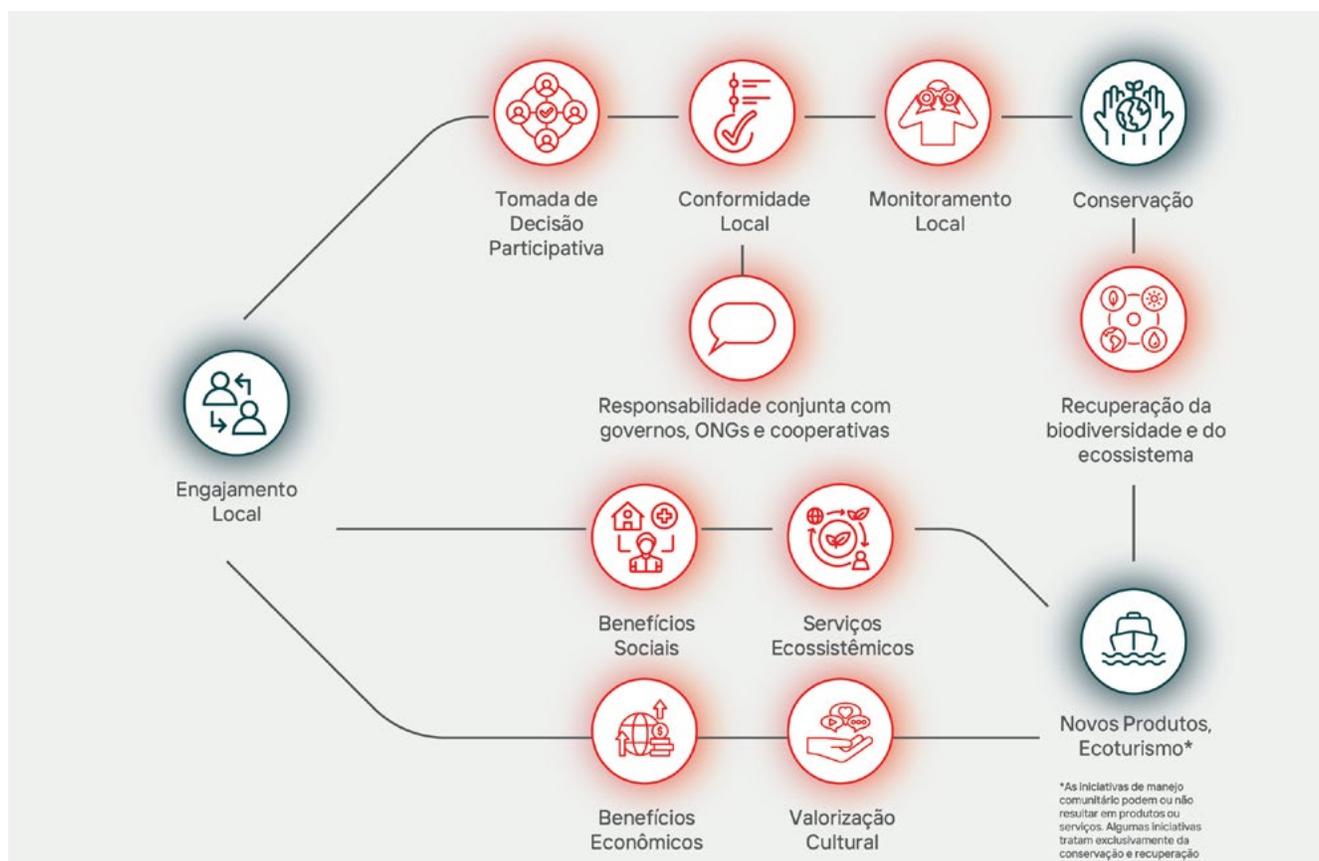


FIGURA 4. Manejo comunitário para a conservação e para resiliência bioeconômica e biocultural dos ecossistemas de água doce. Como funciona? ¹⁰⁴

4b. Incentivar e Apoiar os Esforços de Manejo Local para Enfrentar as Mudanças Climáticas:

Estratégias locais que promovam a manutenção de rios de fluxo livre (**figura 4**) podem aumentar a resiliência dos ecossistemas aquáticos às mudanças climáticas e a eventos climáticos extremos, como secas severas e inundações.

5. Capacitar Populações Indígenas e Comunidades Locais no Manejo dos Ecossistemas de Água Doce

5a. Incentivar, Capacitar e Apoiar a

Conservação Comunitária:

Os Povos Indígenas e as comunidades locais, urbanas e rurais, devem ser protagonistas da conservação dos ecossistemas de água doce, particularmente através da designação de corredores de bacias hidrográficas protegidos.

5b. Integrar Saberes Indígenas e Locais:

O conhecimento tradicional das comunidades locais e Indígenas sobre o manejo e uso dos ecossistemas de água doce deve ser integrado às estratégias de conservação, pois aumenta sua efetividade e promove a preservação cultural.

5c. Implementar Políticas Públicas Locais e Regionais para o Manejo Sustentável da Pesca.

Permitir o intercâmbio de práticas e estratégias regionais bem sucedidas na gestão da pesca, a fim de evitar o esgotamento dos estoques de peixes, respeitando a capacidade de suporte do ecossistema e os padrões dos peixes migratórios (**BOX 3**). Isto deve ser acompanhado de um esforço reforçado e na escala de bacia de monitoramento dos estoques populacionais de peixe.

BOX 3: RESERVAS COMUNITÁRIAS FLUVIAIS: UM MODELO PARA A CONSERVAÇÃO TRANSNACIONAL DE RIOS

Embora críticos para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, os sistemas fluviais não possuem a mesma atenção para conservação comumente concedida aos ambientes terrestres. Reconhecer os rios como entidades de conservação é essencial para abordar essas disparidades. O conceito de **Reservas Comunitárias Fluviais** propõe um modelo inovador que integra a proteção dos ecossistemas fluviais com o empoderamento das comunidades locais que dependem deles.

No Sudeste Asiático, o sucesso das **Reservas Comunitárias de Peixes de Água Doce** exemplifica essa abordagem ¹⁰⁵. O envolvimento local no manejo, que combina práticas tradicionais com técnicas modernas de conservação, levou a benefícios ecológicos significativos. Por exemplo, na Tailândia, zonas

de exclusão ao redor de áreas críticas de desova rejuvenesceram com sucesso as populações de peixes, fortalecendo a pesca sustentável e melhorando a saúde geral dos rios.

Aplicar esse modelo na Amazônia seria um passo para estabelecer uma estrutura transnacional de conservação de ecossistemas fluviais vitais para a biodiversidade e para as comunidades locais. Implementar **Reservas Comunitárias Fluviais** em toda a bacia amazônica, especialmente em rios transfronteiriços, poderia melhorar a conectividade ecológica e a integridade dos recursos. Essa iniciativa exigiria esforços colaborativos entre os países para sincronizar estratégias de conservação com as dinâmicas socioeconômicas das Populações Indígenas e locais, apoiadas por um suporte legal e financeiro robusto. Além disso, fomentar acordos institucionais e práticas de manejo adaptativa seria crucial para a sustentabilidade dessas reservas.

6. Estabelecer Novos Modelos de Conservação

6a. Mudar o Paradigma de Conservação da

Amazônia:

É necessário ampliar o foco da conservação centrado nas florestas de *terra-firme* para incluir estratégias especificamente adaptadas para a conservação dos ecossistemas de água doce na Amazônia. Isso requer um modelo de proteção no nível da bacia, desde nascentes até áreas de planície. A fragmentação da conectividade ocorre fortemente no médio rio Amazonas, no rio Tapajós, no rio Xingu e em outros importantes cursos d'água da bacia. Para esses rios, é essencial manter Corredores de Conectividade de Água Doce Ininterruptos, especialmente para espécies que realizam migrações de longa distância, como peixes e tartarugas (migrações > 500 km) ²⁸.

6b. Desenvolver um Modelo de Conservação

Baseado nas Bacias de Drenagem para toda a Bacia Amazônica:

Esta estrutura deve estabelecer corredores de ecossistemas de água doce protegidos,, de conectividade longitudinal e lateral, conservando assim uma variedade de ecossistemas aquáticos produtivos e sua biodiversidade. Toda uma estratégia de gestão de bacias hidrográficas poderia utilizar um modelo de zoneamento de uso múltiplo ¹⁰⁶, integrando vários ecossistemas de água doce dentro e fora de áreas protegidas.

6c. Estabelecimento de Reservas Comunitárias

Fluviais:

Este novo modelo de conservação deve apoiar os Povos Indígenas e as comunidades locais no co-manejo dos recursos de forma sustentável. Por isso, defendemos o conceito de Reservas Comunitárias Fluviais, que integram esforços de conservação com o manejo sustentável dos recursos ligados a esses ecossistemas (**BOX 3**).

7. Estabelecer uma Governança Transnacional para a Conservação dos Rios

7a. Acordos Transnacionais de Governança:

O desenvolvimento de acordos transnacionais para a governança regional é essencial para proteger os rios de fluxo livre ao longo das fronteiras nacionais. São necessários esforços de colaboração transfronteiriça para regular e controlar as atividades de mineração, implementar alternativas de energia renovável e projetos de infraestrutura apropriados com impactos minimizados e garantir os direitos dos Povos Indígenas ao território.

7b. Estruturas de Governança Colaborativa:

O estabelecimento de estruturas de governança colaborativa envolvendo instituições científicas, agências de gestão pública, comunidades locais e o setor privado são vitais para garantir o manejo sustentável dos recursos de água doce. Exemplos de parcerias colaborativas na Amazônia incluem o processo de planejamento participativo da BR-163 e o desenvolvimento do comanejo de planícies fluviais na região do Baixo Amazonas ¹⁰⁷. A OTCA (Organização do Tratado de Cooperação Amazônica) é um órgão de governança adequado para esse fim.

7c. Garantir os Direitos Indígenas.

Além disso, tais estruturas de governança devem incluir salvaguardas ambientais, sociais e de governança em consonância com os mais altos padrões de direitos Indígenas, incluindo seu direito ao Consentimento Livre e Informado Prévio (CLIP), conforme exigido pela Convenção 169 da OIT, pela Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas e pela Res. 39/12 do Conselho de Direitos Humanos da ONU.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos àqueles que contribuíram para este Policy Brief. Isso inclui as opiniões dos especialistas Carlos Nobre, Marielos Peña-Claros, Fernando H. Roca Alcazar, Scott Saleska, Susan Trumbore, Leandro Castello, Alex Flecker, Wolfgang J. Junk, Mariana Montoya, e dos colaboradores da Consulta Pública, Charlie Espinosa (Amazon Aid), Karina Dias-Silva (Universidade Federal do Pará), Viviane C. Firmino (Universidade Federal do Pará), Ayan Fleischmann (Instituto Mamirauá), Sebastian Heilpern (Cornell University), Leandro Juen (Universidade Federal do Pará), Lilian Painter (WCS – Bolívia), Peter van der Sleen (Universidade de Wageningen), Esteban Terneus (EcoCiencia), Matt Terry (Instituto dos Rios do Equador), Freddy Santiago Zeneto-Ruiz (Herbário Nacional da Bolívia) e Ana Maria Gonzalez Velosa, Sandra Berman, Marcela Portocarrero Aya e Amy K. Juelsgaard do Banco Mundial. Agradecemos a Jorge Juan Anhalzer, por nos conceder sua fotografia para este documento, e também à Secretaria Técnico-Científica da SPA, particularmente a Daniel Bernstein, pela edição e à Alejandra Peters, que traduziu este Policy Brief do inglês para o espanhol.

REFERÊNCIAS

- [1] Dagosta, F., de Pinna, M. (2019). The Fishes of the Amazon: Distribution and Biogeographical Patterns, with a Comprehensive List of Species. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 431(1):1. <https://doi.org/10.1206/0003-0090.431.1.1>.
- [2] Cracraft, J. et al. 2020. The Origin and Evolution of Amazonian Species Diversity. In: Rull, V., Carnaval, A. (eds) *Neotropical Diversification: Patterns and Processes. Fascinating Life Sciences*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31167-4_10.

- [3] Laranjeiras, T. O., Naka, L. N., Leite, G. A., & Cohn-Haft, M. (2021). Effects of a major Amazonian river confluence on the distribution of floodplain forest avifauna. *Journal of Biogeography*, 48, 847–860. <https://doi.org/10.1111/jbi.14042>.
- [4] Val P, Figueiredo J, Melo G, Flantua SGA, Quesada CA, Fan Y, Albert JS, Guayasamin JM., Hoorn C 2021. Chapter 1: Geological History and Geodiversity of the Amazon. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, Roca Alcazar FH, Bustamante M, Mena C, Peña-Claros M, Poveda G, Rodriguez JP, Saleska S, Trumbore S, Val AL, Villa Nova L, Abramovay R, Alencar A, Rodríguez Alza C, Armenteras D, Artaxo P, Athayde S, Barretto Filho HT, Barlow J, Berenguer E, Bortolotto F, Costa FA, Costa MH, Cuvi N, Fearnside PM, Ferreira J, Flores BM, Frieri S, Gatti LV, Guayasamin JM, Hecht S, Hirota M, Hoorn C, Josse C, Lapola DM, Larrea C, Larrea-Alcazar DM, Lehm Ardaya Z, Malhi Y, Marengo JA, Melack J, Moraes R M, Moutinho P, Murmis MR, Neves EG, Paez B, Painter L, Ramos A, Rosero-Peña MC, Schmink M, Sist P, ter Steege H, Val P, van der Voort H, Varese M, Zapata-Ríos G (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. Available from <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports/>.
- [5] Costa MH, Borma LS, Espinoza JC, Macedo M, Marenjá JA, Marra DM, Ometto JP, Gatti LV. 2021. Chapter 5: The physical hydroclimate system of the Amazon. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, Roca Alcazar FH, Bustamante M, Mena C, Peña-Claros M, Poveda G, Rodriguez JP, Saleska S, Trumbore S, Val AL, Villa Nova L, Abramovay R, Alencar A, Rodríguez Alza C, Armenteras D, Artaxo P, Athayde S, Barretto Filho HT, Barlow J, Berenguer E, Bortolotto F, Costa FA, Costa MH, Cuvi N, Fearnside PM, Ferreira J, Flores BM, Frieri S, Gatti LV, Guayasamin JM, Hecht S, Hirota M, Hoorn C, Josse C, Lapola DM, Larrea C, Larrea-Alcazar

- DM, Lehm Ardaya Z, Malhi Y, Marjago JA, Melack J, Moraes R M, Moutinho P, Murmis MR, Neves EG, Paez B, Painter L, Ramos A, Rosero-Peña MC, Schmink M, Sist P, ter Steege H, Val P, van der Voort H, Varese M, Zapata-Ríos G (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. Available from <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports/>.
- [6] Venticinque, E., Forsberg, B., Barthem, R., Petry, P., Hess, L., Mercado, A., Cañas, C., Montoya, M., Durigan, C., and Goulding, M.: An explicit GIS-based river basin framework for aquatic ecosystem conservation in the Amazon, *Earth Syst. Sci. Data*, 8, 651–661, <https://doi.org/10.5194/essd-8-651-2016>, 2016.
- [7] Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P., Lacerda LD, Bozelli RL, Esteves FFA, Nunes da Cunha C, Maltchik L, Schongart J, Schaeffer-Novelli Y, Agostinha AA. 2014. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*. 24: 5-22.
- [8] Moraes R M, Correa SB, Doria CRC, Duponchelle F, Miranda G, Montoya M, Phillips OL, Salinas N, Silman M, Ulloa Ulloa C, Zapata-Ríos G, Arieira J, ter Steege H. 2021. Chapter 4: Biodiversity and Ecological Functioning in the Amazon. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, Roca Alcazar FH, Bustamante M, Mena C, Peña-Claros M, Poveda G, Rodriguez JP, Saleska S, Trumbore S, Val AL, Villa Nova L, Abramovay R, Alencar A, Rodríguez Alza C, Armenteras D, Artaxo P, Athayde S, Barretto Filho HT, Barlow J, Berenguer E, Bortolotto F, Costa FA, Costa MH, Cui N, Fearnside PM, Ferreira J, Flores BM, Frieler S, Gatti LV, Guayasamin JM, Hecht S, Hirota M, Hoorn C, Josse C, Lapola DM, Larrea C, LarreaAlcazar DM, Lehm Ardaya Z, Malhi Y, Marengo JA, Melack J, Moraes R M, Moutinho P, Murmis MR, Neves EG, Paez B, Painter L, Ramos A, Rosero-Peña MC, Schmink M, Sist P, ter Steege H, Val P, van der Voort H, Varese M, Zapata-Ríos G (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. Available from <https://www.theamazonwewant.org/spa-reports/>. DOI: 10.55161/IKRT9380.
- [9] Junk, W.J. 1980. Áreas inundáveis - Um desafio para Limnologia. *Acta Amaz.* 10 (4).
- [10] Melack, J.M.; Coe, M. 2021. Amazon floodplain hydrology and implications for aquatic conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Volume 31, Issue 5 p. 1029-1040. <https://doi.org/10.1002/aqc.3558>.
- [11] Figueroa SN and Nobre CA. 1990. Precipitation distribution over central and western tropical South America. *Climanálise* 5: 36–45.
- [12] Espinoza JC, Guyot JL, Ronchail J, et al. 2009. Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (19742004). *J Hydrol* 375: 297–311.
- [13] Espinoza JC, Chavez S, Ronchail J, et al. 2015. Rainfall hotspots over the southern tropical Andes: Spatial distribution, rainfall intensity, and relations with large-scale atmospheric circulation. *Water Resour Res* 51: 3459–75.
- [14] Junk, W. J.; Piedade, M.T.F; Schongart, J.; Cohn-Haft, M.; Adeney, M; Wittmann, F. 2011. A classification of major naturally occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands* (Wilmington, N.C.), v. 31, p. 623-640.
- [15] Wittmann, F., & Junk, W. J. 2016. The Amazon River basin. *The Wetland book II: Distribution, description and conservation*, 1-16.
- [16] Mourão, K.R., Sousa Filho, P.W.M.; Alves, P. J., Frédou, F.L. 2014. Priority areas for the conservation of the fish fauna of the Amazon Estuary in Brazil: A multicriteria approach. *Ocean & Coastal Management*, Volume 100, 116-127. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.08.007>.

- [17] Junk, W.J. 2013. *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Springer: Berlin.
- [18] Encalada, A. C., A. S. Flecker, N. L. Poff, E. Suárez, G. A. Herrera-R, B. Ríos-Touma, S. Jumani, E. I. Larson, and E. P. Anderson. 2019. A global perspective on tropical montane rivers. *Science* 365:1124.
- [19] Giovannettone, J. P., and A. P. Barros, 2009: Probing Regional Orographic Controls of Precipitation and Cloudiness in the Central Andes Using Satellite Data. *J. Hydrometeor.*, 10, 167–182, <https://doi.org/10.1175/2008JHM973.1>.
- [20] Poveda, G; Jaramillo, L.; Vallejo, L.F. 2013. Seasonal precipitation patterns along pathways of South American low-level jets and aerial rivers. *Water Resources Research* Volume 50, Issue 1 p. 98-118. <https://doi.org/10.1002/2013WR014087>.
- [21] Espinoza, J.C; Chavez, S.; Ronchail, J.; Junquas, C.; Takahashi, K; Lavado, W. 2015. Rainfall hotspots over the southern tropical Andes: Spatial distribution, rainfall intensity, and relations with large-scale atmospheric circulation. *Water Resources Research*, Vol. 51, Issue 5, p. 3459-3475. <https://doi.org/10.1002/2014WR016273>.
- [22] Chavez, S.P; Takahashi, K. 2017. Orographic rainfall hot spots in the Andes-Amazon transition according to the TRMM precipitation radar and in situ data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 122, Issue 11, p. 5870-5882. <https://doi.org/10.1002/2016JD026282>.
- [23] Wittmann H.; von Blanckenburg, F; Maurice L; Guyot, J.; Filizola, N.; Kubik, P.W. 2011. Sediment production and delivery in the Amazon River basin quantified by in situ-produced cosmogenic nuclides and recent river loads. *GSA Bulletin*; 123 (5-6): 934–950.
- [24] Meade, R.H., Dunne, T., Richey, J.E., Santos, U., and Salati, E., 1985, Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon River of Brazil: *Science*, v. 228, p. 488–490, doi: 10.1126/science.228.4698.488.
- [25] Baigún, C. R. M.; Valbo-Jørgensen, J. (dirs.) 2023. *La situación y tendencia de las pesquerías continentales artesanales de América Latina y el Caribe*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura N.º 677. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3839es>.
- [26] Junk, W.F. 2001. The flood pulse concept of large rivers: learning from the tropics, *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 27:7, 3950-3953, DOI: 10.1080/03680770.1998.11901733.
- [27] Martin, A. R.; V. M. F. da Silva. 2004. River dolphins and flooded forest: seasonal habitat use and sexual segregation of botos (*Inia geoffrensis*) in an extreme cetacean environment. *Journal of Zoology*, 263, 295–305. <https://doi.org/10.1017/S095283690400528X>.
- [28] Caldas, B.; Thieme, M. L. Shahbol, N.; Coelho, M. E.; Grill, G.; Van Damme, P. A.; Aranha, R.; Cañas, C.; Fagundes, C. K.; Franco-Leon, N.; Herrera-Collazos, E. E.; Jézéquel, C. E.; Montoya, M.; Mosquera-Guerra, F.; Oliveira-da-Costa, M.; Paschoalini, M.; Petry, P.; Oberdorff, T.; Trujillo, F.; Tedesco, P. A.; Ribeiro, M. C. L. B. 2022. Identifying the current and future status of freshwater connectivity corridors in the Amazon Basin. *Conservation Science and Practice*, 5(1), e12853. <https://doi.org/10.1111/csp2.12853>.
- [29] Val, A.L; Almeida-Val, V. M. F. 2012. *Fish of the Amazon and their Environment: Physiological and Biochemical Aspect*. Berlin: Springer, 2012.
- [30] Correa, A., Ochoa-Tocachi, B. F., Birkel, C., Ochoa-Sánchez, A., Zogheib, C., Tovar, C., & Buytaert, W. 2020. A concerted research effort to advance the hydrological understanding of tropical páramos. *Hydrological Processes*,

- 34(24), 4609–4627. <https://doi.org/10.1002/hyp.13904>.
- [31] Araújo-Lima, C.A.R.M. and Goulding, M. (1998) So fruitful a fish. Ecology, Conservation, and Aquaculture of the Amazon's tambaqui, Columbia University Press, New York.
- [32] Staal, A.; Tuinenburg OA; Bosmans JHC; et al. 2018. Forest- rainfall cascades buffer against drought across the Amazon. *Nat Clim Chang* 8: 539–43.
- [33] Venticinqe, E.; Forsberg, B; Barthem, R.B.; Petry, P.; Hass, L.; Mercado, A.; Canas, C.; Montoya, M.; Durigan, C.; Goulding, M. 2016. SNAPP Western Amazon Group - Amazon Aquatic Ecosystem Spatial Framework. Knowledge Network for Biocomplexity. <https://doi.org/10.5063/F1BG2KX8>.
- [34] Espinoza Villas, J.C.; Guyot, J.L.; Ronchail, J.; Cochonneau, G.; Filizola, N.; Fraizy, P.; Labat, D.; Oliveira, E.; Ordoñez, J. J.; Vauchel, P. 2009. Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004). *Journal of Hydrology*, Vol. 375, Issues 3–4, p. 297–311. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.03.004>.
- [35] Fleischmann, A.S. et al. 2022. How much inundation occurs in the Amazon River basin? *Remote Sensing of Environment*, Vol. 278. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113099>.
- [36] Arraut, J.M; Nobre, C.; Barbosa, H.M.J; Obregon, G.; Marengo, J. 2012. Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and Its Relation to Amazonia and to Subtropical Rainfall in South America. *J. Climate*, 25, 543–556.
- [37] Azevedo, J.H; Campos, J.E.G. 2021. Flow patterns and aquifer recharge controls under Amazon rainforest influence: The case of the Alter do Chão aquifer system. *Journal of South American Earth Sciences*. V. 112.
- [38] Espinoza Villar, J.C; Ronchail, J.R; Guyot, J.P.; Cochonneau, G; Naziano, F.; Lavado, W.; Oliveira, E.; Pombosa, R.; Vauchel, P. 2009. Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *International Journal of Climatology*, Vol. 29, Issue 11, p. 1574–1594. <https://doi.org/10.1002/joc.1791>.
- [39] Castello, L.; Macedo, N. M. 2016. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, Vol. 22, p. 900–1007.
- [40] Clement, C. R., Denevan, W. M., Heckenberger, M. J., Junqueira, A. B., Neves, E. G., Teixeira, W. G., & Woods, W. I. 2015. The domestication of Amazonia before European conquest. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1812), 20150813. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0813>.
- [41] Neves, E.G., Furquim, L.P., Levis, C., Rocha, B.C., Watling, J.G., Almeida, F.O., Betancourt, C.J., Junqueira, A.B., Moraes, C.P., MorcoteRios, G., Shock, M.P., EK, T., 2021. Chapter 8: Peoples of the Amazon before European colonization, in: Nobre, C.A., Encalada, A., Anderson, E., Roca Alcazar, F.H., Bustamante, M., Mena, C., Peña-Claros, M., Poveda, G., Rodriguez, J.P., Saleska, S.R., Trumbore, S.E., Val, A.L., Villa Nova, L., Abramovay, R., Alencar, A., Rodríguez Alzza, C., Armenteras, D., Artaxo, P., Athayde, S., Barretto Filho, H.T., Barlow, J., Berenguer, E., Bortolotto, F., Costa, F.A., Costa, M.H., Cuvi, N., Fearnside, P.M., Ferreira, J., Flores, B.M., Frieri, S., Gatti, L.C., Guayasamin, J.M., Hecht, S.B., Hirota, M., Hoorn, C., Josse, C., Lapola, D.M., Larrea, C., Larrea-Alcazar, D.M., Lehm Ardaya, Z., Malhi, Y., Marengo, J.M., Melack, J., Moraes, M., Moutinho, P., Murmis, M.R., Neves, E.G., Paez, B., Painter, L., Ramos, A., Rosero-Peña, M.C., Schmink, M., Sist, P., ter Steege, H., Val, P., van der Voort, H., Varese, M., Zapata-Ríos, G. (Eds.), *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York. DOI: 10.55161/LXIT5573

- [42] Campos-Silva, J.V., Hawes, J.E., Andrade, P.C.M. et al. 2018. Unintended multispecies co-benefits of an Amazonian community-based conservation programme. *Nat Sustain* 1, 650–656. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0170-5>.
- [43] Barletta, M et al. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *Journal of Fish Biology*, Vol. 76, issue 9: 2118-2176.
- [44] Sirén, A; Valbo-Jørgensen, J. 2022. Quantifying fish catches and fish consumption in the Amazon Basin. *Aquatic Ecosystem Health & Management*; 25 (1): 59–71. doi: <https://doi.org/10.14321/ae hm.025.01.59>.
- [45] Clement CR, De Cristo-Araújo M, Coppens D'Eeckenbrugge G, Alves Pereira A, Picanço-Rodrigues D. 2010. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. *Diversity*, 2(1):72-106. <https://doi.org/10.3390/d2010072>.
- [46] Rocha, T.A.H., Silva, L.L., Wen, F.H. et al. 2023. River dataset as a potential fluvial transportation network for healthcare access in the Amazon region. *Sci Data* 10, 188. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02085-3>.
- [47] Athayde S. 2014. Indigenous Peoples, Dams and Resistance in Brazilian Amazonia. *Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America*, 12 (2).
- [48] Miranda-Chumacero G.; Venticinque E. 2022. Identificación de potenciales zona de desove del dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) en la cuenca Madeira. *Neotropical Hydrobiology and Aquatic Conservation*, 3 (1): 91-103. <https://doi.org/10.55565/nhac.tmti7029>.
- [49] Araújo, C.V.M.; González-Ortegón, E.; Pintado-Herrera, M.; Biel-Maeso, M.; Lara-Martin, P. A.; Tovar-Sánchez, A.; Blasco, J. 2019. Disturbance of ecological habitat distribution driven by a chemical barrier of domestic and agricultural discharges: An experimental approach to test habitat fragmentation. *Science of The Total Environment*. Volume 651, Part 2, p. 2820-2829. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.200>.
- [50] Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., Babu, S., Borrelli, P., Cheng, L., Crochetiere, H., Ehalt Macedo, H., Filgueiras, R., Goichot, M., Higgins, J., Hogan, Z., Lip, B., McClain, M. E., Meng, J., Mulligan, M., & Zarfl, C. 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, 569(7755), 215–221. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>.
- [51] Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I. G., Darwall, W., Lujan, N. K., Harrison, I., Stiassny, M. L. J., Silvano, R. A. M., Fitzgerald, D. B., Pelicice, F. M., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Albert, J. S., Baran, E., Petrere, M., ... Saenz, L. 2016. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, 351, 128–129.
- [52] Latrubesse, E. M., Arima, E. Y., Dunne, T., Park, E., Baker, V. R., D'Horta, F. M., Wight, C., Wittmann, F., Zuanon, J., Baker, P. A., Ribas, C. C., Norgaard, R. B., Filizola, N., Ansar, A., Flyvbjerg, B., & Stevaux, J. C. (2017). Damming the rivers of the Amazon basin. *Nature*, 546, 363–369.
- [53] Anderson, E. P., Jenkins, C. N., Heilpern, S., Maldonado-Ocampo, J. A., Carvajal-Vallejos, F. M., Encalada, A. C., Rivadeneira, J. F., Hidalgo, M., Cañas, C. M., Ortega, H., Salcedo, N., Maldonado, M., & Tedesco, P. A. 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Science Advances*, 4, aa1642.
- [54] Timpe, K.; Kaplan, D. 2017. The changing hydrology of a dammed Amazon. *Science Advances*, 3, e1700611.
- [55] Chaudhari, S., & Pokhrel, Y. 2021. Alteration of River Flow and Flood Dynamics by Existing and Planned Hydropower Dams in

- the Amazon River Basin. *Water Resources Research*, 58, e2021WRO30555. <https://doi.org/10.1029/2021WRO30555>.
- [56] Pavanato, H. J., Melo-Santos, G., Lima, D. S., Portocarrero-Aya, M., Paschoalini, M., Mosquera, F., Trujillo, F., Meneses, R., Marmontel, M., & Maretti, C. 2016. Risks of dam construction for South American river dolphins: a case study of the Tapajós River. *Endangered Species Research*, 31, 47-60. <https://doi.org/10.3354/esr00751>.
- [57] Hauser, M.; Duponchelle, F.; Hermann, T. W.; Limburg, K. E.; Castello, L.; Stewart, D. J.; ... & Doria, C. R. 2020. Unmasking continental natal homing in goliath catfish from the upper Amazon. *Freshwater biology*, 65(2), 325-336.
- [58] Resende, A. F.; Schöngart, J.; Streher, A. S.; Ferreira-Ferreira, J.; Piedade, M. T. F.; Silva, T. S. F. 2019. Massive tree mortality from flood pulse disturbances in Amazonian floodplain forests: The collateral effects of hydropower production. *Science of The Total Environment*. Vol. 659, p. 587-598. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.208>.
- [59] Almeida, R.M., Shi, Q., Gomes-Selman, J.M. et al. 2019. Reducing greenhouse gas emissions of Amazon hydropower with strategic dam planning. *Nat Commun* 10, 4281. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12179-5>.
- [60] Stegmann L.F.; Leitão R.P.; Zuanon J.; Magnusson, W.E. 2019. Distance to large rivers affects fish diversity patterns in highly dynamic streams of Central Amazonia. *PLoS One* 14: e0223880.
- [61] Maia, L.M.S. 2012. BR 319: Impacto da Estrada na Qualidade Ambiental dos Cursos d'Água. PhD thesis in forestry engineering. Lávras, Minas Gerais, Brazil: Universidade Federal de Lávras (UFLA). 119 pp. <https://bityl.co/6rpf>.
- [62] Fearnside, P.M.; Graça, P. M. L. A.; Keizer, E. W. H.; Maldonado, F. D.; Barbosa, R. I.; Nogueira, E. M. 2009. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da rodovia Manaus-PortoVelho (BR-319). *Rev. Bras. Meteorol*, Vol. 24, Issue 2. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862009000200009>.
- [63] Goulding, M; Barthem, R.; Ferreira, E. 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington, D.C.: Smithsonian Books (Cartographer: Roy Duenas).
- [64] RAISG - Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada. 2023. Hidrelétricas. Digital map. Available in: <https://www3.socioambiental.org/geo/RAISGMapaOnline/>.
- [65] Piedade, M. T. F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Junk, W.J.; Parolin, P. 2024. Wetlands Ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity*, Third Edition, 3ed. The Netherlands: Elsevier, v. 1, p. 581-599.
- [66] Castello, L.; Macedo, M. N. 2016. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*. Vol. 22, Issue 3 p. 990-1007. <https://doi.org/10.1111/gcb.13173>.
- [67] MapBiomias Project – Águas Collection from the Annual Series of Land Cover and Use Maps of Brazil, accessed on 06/17/2024 through the link: <https://plataforma.agua.mapbiomas.org/water/-16.608435/-43.419253/2.8/brazil/country/O/biome/surface/2000/2022>.
- [68] Sonter, L.J., Herrera, D., Barrett, D.J. et al. 2017. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nat Commun* 8, 1013. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>.
- [69] von Randow, R.C.S.; von Randow, C.; Hutjes, R.W.A. et al; 2012. Evapotranspiration of deforested areas in central and southwestern Amazonia. *Theor Appl Climatol* 109, 205–220. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0570-1>.

- [70] Wongchuig S.; Espinoza J.C.; Condom T.; Junquas C.; Sierra J.P.; Fita L.; Sörensson A.; Polcher J. 2023. Changes in the surface and atmospheric water budget due to projected Amazon deforestation: Lessons from a fully coupled model simulation, *Journal of Hydrology*, Volume 625, 130082. doi:10.1016/j.jhydrol.2023.130082.
- [71] Staal, A.; Tuinenburg, O.A.; Bosmans, J.H.C. et al. 2020. Forest-rainfall cascades buffer against drought across the Amazon. *Nature Clim Change* 8, 539–543. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0177-y>.
- [72] Nobre, C.A.; Sampaio, G.; Borma, L. S.; Castilla-Rubio, J.C.; Silva, J.S.; Cardoso, M. 2016. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *PNAS*, Vol 113, issue 39. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>.
- [73] Sierra, J. P.; Junquas, C.; Espinoza, J. C.; Segura, H.; Condom, T.; Andrade, M. et al. 2021. Deforestation impacts on Amazon-Andes hydroclimatic connectivity. *Climate Dynamics*, 58(9), 2609–2636. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-06025-y>.
- [74] Agudelo, J.; Espinoza, J.C.; Junquas, C.; Arias, P. A.; Sierra, J. P.; Olmo, M. E. 2023. Future projections of low-level atmospheric circulation patterns over South Tropical South America: Impacts on precipitation and Amazon dry season length. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. <https://doi.org/10.1029/2023JD038658>.
- [75] Baker, J. C. A. et al. 2021. Robust Amazon precipitation projections in climate models that capture realistic land-atmosphere interactions. *Environ. Res. Letters*, Vol. 16, Issue 7. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfb2e>.
- [76] Datry, T.; Boulton, A. J.; Fritz, K.; Stubbington, R.; Cid, N. Crabot, J.; Tockner, K. 2023. Non-perennial segments in river networks. *Nature Reviews Earth & Environment*, Volume 4: 815–830.
- [77] Campos, D.; Braz-Mota, S.; Val, A.L.; Almeida-Val, V.M.F. 2019. Predicting thermal sensitivity of three Amazon fishes exposed to climate change scenarios. *Ecological Indicators* 101, 533-540.
- [78] Campos, D.; Val, A.L.; Almeida-Val, V.M.F. 2018. The influence of lifestyle and swimming behavior on metabolic rate and thermal tolerance of twelve Amazon forest stream fish species. *Journal of Thermal Biology* 72, 148-154.
- [79] Campos, D.F.; Amanajás, R.D.; Almeida-Val, V.M.F.; Val, A.L. 2021. Climate vulnerability of South American freshwater fish: Thermal tolerance and acclimation. *Journal of Experimental Zoology A* 2021, 1-12.
- [80] Marmontel, M.; Fleischmann, A.; Val, A. L.; Forsberg, B. Safeguard Amazon's aquatic fauna against climate change. *Nature*, Vol. 625, issue 7995, p. 450-450.
- [81] Prestes L.; Barthem R.; Mello-Filho A.; Anderson E.; Correa S.B.; Couto T.B.D. et al. 2022 Proactively averting the collapse of Amazon fisheries based on three migratory flagship species. *PLoS ONE* 17(3): e0264490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264490>.
- [82] Barthem R.B.; Petrere M. Jr. 1995. Fisheries and population dynamics of the freshwater catfish *Brachyplatystoma vaillantii* in the Amazon estuary. In: Armantrout N.B. (editor). *Condition of the World's Aquatic Habitat Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 1 Athens, Greece. 1237: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, p. 329–50.*
- [83] Petrere M.; Barthem R.B.; Córdoba E.A.; Gómez B.C. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). *Rev Fish Biol Fish*, Vol. 14(4): p. 403–14.
- [84] Heilpern, S. A. et al. 2022. Biodiversity underpins fisheries resilience to exploitation in the Amazon river basin. *Proceedings of the*

- Royal Society, Vol. 289. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0726>.
- [85] Batista J.S.; Alves-Gomes, J.A. 2006. Phylogeography of *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes—Pimelodidae) in the Amazon Basin offers preliminary evidence of the first case of “homing” for an Amazonian migratory catfish. *Gen Mol Res*, Vol. 5(4):p. 723–40.
- [86] Torres-Vitolas, C.A., Harvey, C.A., Cruz-Garcia, G.S. et al. 2019. The Socio-Ecological Dynamics of Food Insecurity among Subsistence-Oriented Indigenous Communities in Amazonia: a Qualitative Examination of Coping Strategies among Riverine Communities along the Caquetá River, Colombia. *Hum Ecol* 47, 355–368. <https://doi.org/10.1007/s10745-019-0074-7>.
- [87] Begossi, A. et al. 2018. Fish consumption on the Amazon> a review of biodiversity, hydropower and food security. *Braz. J. Biol.* 79 (2).
- [88] Blundo-Canto, G., Cruz-Garcia, G.S., Talsma, E.F. et al. Changes in food access by mestizo communities associated with deforestation and agrobiodiversity loss in Ucayali, Peruvian Amazon. *Food Sec.* 12, 637–658 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01022-1>.
- [89] Heilpern, S.A. et al. 2021. Declining diversity of wild-caught species puts dietary nutrient supplies at risk. *Sci. Adv.* 7, eabf9967 <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf9967>.
- [90] Athayde, S.; Utsunomiya, R.; Victoria-Lacy, L.; Beveridge, C.; Jenkins, C.; Laufer, J.; Heilpern, S.; Olivas, P.; Anderson, E. . 2024. Interdependencies between Indigenous peoples, local communities and freshwater systems in a changing Amazon. Submitted to *Conservation Biology*, under review.
- [91] UNESCO. 2021. The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. Paris.
- [92] Melo, M.G.; Silva, B.A.; Costa, G.S.; Silva Neto, J.C.A.; Soares, P.K.; Val, A.L.; Chaar, J.S.; Koolen, H.H.F.; Bataglion, G.A. 2019. Sewage contamination of Amazon streams crossing Manaus (Brazil) by sterol biomarkers. *Env. Pol.* 244, 818–826. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.055>
- [93] Lopes, A.; Rosa-Osman, S. M.; Piedade, M. T. F. 2009. Effects of crude oil on survival, morphology, and anatomy of two aquatic macrophytes from the Amazon floodplains. *Hydrobiology*; 636(1):295–305.
- [94] Brauner, C.J; Ballantyne, C.L.; Vijayan, M.M.; Val, A.L. 1999. Crude oil exposure affects air-breathing frequency, blood phosphate levels and ion regulation in an air-breathing teleost fish, *Hoplosternum littorale*, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, Vol. 123, Issue 2, p. 127–134. [https://doi.org/10.1016/S0742-8413\(99\)00018-3](https://doi.org/10.1016/S0742-8413(99)00018-3).
- [95] Val, A.; Almeida-Val, V. M. F. 1995. Biology of tropical fishes. Editora INPA: Manaus.
- [96] Laffon, B.; Pásaro, E.; Valdíglesias, V. 2016. Effects of exposure to oil spills on human health: Updated review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 19(3–4), 105–128. <https://doi.org/10.1080/10937404.2016.1168730>.
- [97] Gerson, J.R.; Szponar, N.; Zambrano, A.A. et al. 2022. Amazon forests capture high levels of atmospheric mercury pollution from artisanal gold mining. *Nat Commun* 13, 559. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-27997-3>.
- [98] Crespo-Lopez, M. H.; Arrifano, G. P; Oliveira, M. A.; Macchi, B.M.; Lima, R.R.; Nascimento, J.L.M. N; Souza, C. B. A 2023. Mercury in the Amazon: The danger of a single story, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 256, 114895. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.114895>.
- [99] Basta, P.C.; de Vasconcellos, A.C.S.; Hallwass, G.; Yokota, D.; Pinto, D.d.O.d.R.; de Aguiar, D.S.;

de Souza, C.C.; Oliveira-da-Costa, M. 2023. Risk Assessment of Mercury-Contaminated Fish Consumption in the Brazilian Amazon: An Ecological Study. *Toxics*, 11, 800. <https://doi.org/10.3390/toxics11090800>.

[100] Driscoll, C. T. et al. 2013. Mercury as a Global Pollutant: Sources, Pathways, and Effects. *Environmental Science & Technology*, Vol 47, issue 10, p. 4967-4983.

[101] Torkaman, P. 2023. Study of unconventional techniques to eliminate mercury use from artisanal gold mining operations (T). University of British Columbia. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/collections/ubctheses/24/items/1.0431613>.

[102] Khanjani, M. H.; Mozanzadeh, M. T.; Sharifina, M.; Emerenciano, M. 2023. Biofloc: A sustainable dietary supplement, nutritional value and functional properties. *Aquaculture*, Volume 562. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738757>.

[103] Alarcon, I. 2024. How solar power is changing life deep in the Amazon. *The Washington Post*, March 2nd. <https://www.washingtonpost.com/climate-solutions/interactive/2024/amazon-solar-panels-ecuador/>.

[104] Freitas, C.T.; Lopes, P. F. M; Campos-Silva, J.V.; Noble, M. M.; Dyball, R.; Peres, C. A. 2020. Co-management of culturally important species: A tool to promote biodiversity and conservation and human well-being. *People & Nature*, Vol. 2, p. 61-81. <https://doi.org/10.1002/pan3.10064>.

[105] Koning, A. A.; McInTyre, P. Grassroots reserves rescue a river food web from cascading impacts of overharvest. *Front Ecol Environ* 2021. <https://doi.org/10.1002/fee.229>.

[106] Abell, R.; Allan, J.D.; Lehner, B. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation*, Vol. 134, Issue 1, p. 48-63. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.08.017>.

[107] Campos, M. T.; Nepstad, D. C. 2006. Smallholders, the Amazon's New Conservationists. *Conservation Biology*, 20(5), 1553-1556. <http://www.jstor.org/stable/3879149>.

AFILIAÇÕES DOS AUTORES

Andrea C. Encalada: Universidad San Francisco de Quito, Instituto BIOSFERA, Laboratorio de Ecología Acuática, Oficina Maxwell 317, Quito, Ecuador.

Adalberto L. Val: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Biodiversidade, Laboratório de Ecofisiologia e Evolução Molecular. Avenida André Araújo, 2936, Manaus, Brazil.

Simone Athayde: Florida International University, Department of Global and Sociocultural Studies, 11200 SW 8th St 353 SW, Miami, USA.

Jhan Carlo Espinoza: Directeur de Recherche, Institut de Recherche pour le Développement (IRD); IGE Univ. Grenoble Alpes, IRD, CNRS (UMR 5001 / UR 252) – France; Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Peru..

Marcia Macedo: Woodwell Climate Research Center, 149 Woods Hole Rd, Falmouth, USA.

Mirian Marmontel: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Estrada do Bexiga, de 2162 a 2678, Tefé, Brazil.

Guido Miranda: Wildlife Conservation Society Bolivia, Calle Jaime Mendoza No 987, Torre Soleil, La Paz, Bolivia.

Maria Tereza Fernandez Piedade: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Departamento de Biologia Aquática e Limnologia, Avenida André Araújo, 2936, Manaus, Brazil.

Tiago da Mota e Silva: Postdoctoral Internship. Laboratório de Ecofisiologia e Evolução Molecular. Avenida André Araújo, 2936, Manaus, Brazil.

Julia Arieira: Science Panel for the Amazon (SPA). South America Office. Av. Dr. Ademar de Barros, 195 - Jardim São Dimas, São José dos Campos - SP, Brazil

MAIS INFORMAÇÕES EM
aamazoniaquequeremos.org

SIGA-NOS
  [theamazonwewant](https://www.instagram.com/theamazonwewant)

CONTATO

Secretaria Técnico-Científica do SPA em NY

475 Riverside Drive | Suite 530

New York NY 10115 USA

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