



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

Ana Carolina Moreira Pessôa^{1, 2*}; Aurora Miho Yanai³;
Mônica Alves de Vasconcelos⁴; Pablo De La Cruz⁵;
Pierre Alvaro Florentín Díaz⁶; Letícia Santos de Lima⁷

¹Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Brasília, DF, Brasil –
acmoreirapessoa@gmail.com

²Tropical Ecosystems and Environmental Sciences Lab (TREES),
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil

³Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Av. André Araújo, 2936, CEP 69067-375,
Manaus, Amazonas, Brasil – yanai@inpa.gov.br

⁴Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Brasil –
monica.engbio@gmail.com

⁵Universidad de Concepción, Victor Lamas Concepción, Chile – pdelacruz@udec.cl

⁶Universidad Nacional del Este, Ciudad del Este, Paraguay – pieral@hotmail.com

⁷Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona
(ICTA-UAB), Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Catalunya, Espanha –
leticia.lima@uab.cat

*Autor correspondente: Ana Carolina Moreira Pessôa – acmoreirapessoa@gmail.com

RESUMO

A Amazônia vivenciou, nas últimas décadas, eventos extremos de seca (e.g., 2005, 2010 e 2015/16) nos quais os impactos sobre as populações locais foram severos: isolamento de comunidades devido às restrições no transporte fluvial, escassez de alimentos, medicamentos e combustível nas zonas rurais, aumento no preço de insumos importantes, perda de cultivos agrícolas, incêndios florestais com consequências para a saúde humana, dentre outros. Embora a estação seca constitua parte natural da variabilidade sazonal na disponibilidade de água, refletindo-se nos níveis dos rios e na umidade dos solos, as secas severas, por outro lado, são períodos nos quais o déficit hídrico ocorre de forma exacerbada em intensidade e/ou duração e que acarreta consequências negativas e graves para os ecossistemas e populações humanas. Dados históricos mostram uma tendência de aumento no número de dias secos na região sul da bacia amazônica e uma tendência oposta na região norte, evidenciando que as alterações pelas quais a bacia está passando são espacialmente heterogêneas. As projeções climatológicas para a bacia amazônica apontam para um aumento considerável da área exposta a secas moderadas e severas nos próximos oitenta anos, juntamente com um aumento na frequência de eventos extremos como secas e cheias. Neste sentido, como podemos trabalhar a adaptação no âmbito local? As experiências participativas com comunidades locais na região amazônica demonstram a existência de estratégias desenvolvidas pelos próprios comunitários, com base no conhecimento tradicional, que podem auxiliar no enfrentamento dos impactos das secas severas. Trazemos, no presente trabalho, algumas experiências relatadas na literatura, dentre elas: adaptações de moradia e transporte, adaptações das atividades agrícolas, elaboração de calendário ecológico e sistemas de governança híbrida entre diferentes atores sociais (e.g., líderes comunitários, cientistas e representantes governamentais) para fazer frente aos extremos climáticos. Por fim, apresentamos algumas recomendações sobre aspectos técnicos e de políticas públicas. Os públicos-alvo deste documento são as lideranças socioambientais, servidores públicos e representantes políticos eleitos em âmbito local, regional e nacional, pesquisadores, professores, além de cidadãos e cidadãos interessados em conhecer mais sobre a importância da percepção das populações locais no processo de adaptação às secas extremas.

Palavras-chave: extremos climáticos, impacto, adaptação, conhecimento tradicional, mudança climática, populações amazônicas.

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

Letra da música "Amazônia Eterna", Tribos Munduruku

Definições de seca e suas percepções locais e regionais na Amazônia

O que é a seca?

A palavra "seca", de forma geral, corresponde à falta de água. Os conceitos e as noções sobre a seca são complexos e variam conforme a literatura. A seca pode ser categorizada em: *meteorológica*, quando há baixo índice pluviométrico, ou seja, quando chove bem menos do que o esperado; *agrícola*, quando a seca atinge, a curto prazo, o solo durante os períodos de crescimento das plantações; *hidrológica*, quando ocorre a redução na vazão dos rios e nos níveis d'água de lagos, reservatórios e outros corpos d'água superficiais, além de atingir níveis d'água subterrâneos; *socioeconômica*, devido aos efeitos nas condições de vida, bens econômicos e bem-estar humano; e *ambiental*, quando causa incêndios, degradação da terra e tempestades de areia (Tonna *et al.* 2009; UNISDR 2009; Stanke *et al.* 2013). Neste sentido, a seca pode ser definida como um fenômeno que, embora recorrente e natural, pode vir a ser severo (seca extrema), acarretando consequências negativas às atividades socioeconômicas das populações locais e aos ecossistemas (Alpino *et al.* 2014).

É comum a estação seca ser definida pelo regime de chuvas. A estação seca varia bastante ao longo da bacia amazônica. Se definirmos a estação seca como os meses seguidos com precipitação abaixo da taxa de evapotranspiração, é possível identificar 74 regiões com estações secas distintas no território amazônico (Carvalho *et al.* 2021). Essa definição leva em conta o estresse hídrico imposto à floresta, ou seja, se chover menos do que a água evapotranspirada para a atmosfera a partir da floresta, dos espelhos d'água e do solo, a floresta perde mais água do que repõe e, portanto, estaria sob um estresse hídrico. Essa é uma definição técnica, que pode delimitar uma sazonalidade diferente da percepção local de seca. No entanto, é uma definição útil para a identificação de eventos extremos, ou seja, eventos em que a estação seca esperada é mais intensa e/ou duradoura que o normal.

A bacia amazônica tem enfrentado mudanças em seu regime de chuvas. Não há um consenso claro sobre uma tendência única em relação à precipitação histórica na Amazônia (Marengo *et al.* 2018), no entanto, alguns trabalhos indicam aumento no número de dias úmidos na região norte da Amazônia nas últimas décadas e aumento no número de dias secos na região sul (e.g., Espinoza *et al.* 2019). Li *et al.* (2008) encontraram indícios de redução da precipitação, na bacia como um todo, equivalente a 0,32% ao ano. Além dessas alterações observadas nas últimas décadas, há também eventos naturais como a Oscilação Sul El Niño (ENSO) e outros fenômenos de mudanças na temperatura da superfície do mar (e.g., Oceano Atlântico) que causam secas extremas em algumas partes da Amazônia (Aragão *et al.* 2007; Yoon & Zeng 2010). É possível identificar pelo menos quatro regiões que experimentaram secas extremas na Amazônia nas últimas décadas:

1. Sudoeste da Amazônia: a região que inclui partes da Bolívia, Brasil e Peru experimentou uma das secas mais severas na Amazônia nos últimos anos. A combinação de mudança climática e desmatamento tornou esta área particularmente vulnerável à escassez de água e aos incêndios florestais (Panisset *et al.* 2018);
2. Leste da Amazônia: em 2015-2016, uma seca relacionada ao El Niño causou danos generalizados às florestas e plantações na Amazônia oriental (Panisset *et al.* 2018);
3. Zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado: área localizada no centro do Brasil, na qual o desmatamento se concentra. A conversão da floresta em campos agrícolas e pastagem reduziu a capacidade da área de reter umidade, tornando-a mais suscetível à seca; e
4. Amazônia peruana: região que experimentou várias secas severas nos últimos anos, incluindo uma seca em 2010 que causou danos generalizados às florestas e plantações (Marengo & Espinoza 2016). O desmatamento, a mineração e outras atividades humanas têm contribuído para a vulnerabilidade desta área às secas.

Espera-se, ainda, que as mudanças climáticas tenham impacto significativo nesses fenômenos, aumentando a intensidade, extensão e frequência de secas extremas (Anderson *et al.* 2018). Conforme as temperaturas aumentam e os padrões de chuva mudam, os ecossistemas da Amazônia entram em uma situação de estresse hídrico cada vez mais intenso, tornando-se mais suscetíveis aos efeitos deletérios das secas, tal como degradação da floresta, o que acarreta perdas de biodiversidade e maiores emissões de carbono (Marengo *et al.* 2011; Duffy *et al.* 2015). Além das mudanças mencionadas, algumas áreas

da bacia que atualmente são menos vulneráveis à seca podem se tornar mais suscetíveis. As implicações dessas mudanças são potencialmente significativas, já que os ecossistemas e as comunidades humanas da Amazônia estão adaptados aos padrões históricos de chuva, temperatura e regime fluvial. Mudanças na distribuição espacial das secas podem alterar a distribuição das espécies, levar a mudanças nos tipos de vegetação (Esquivel-Muelbert *et al.* 2017) e afetar o ciclo hidrológico regional, dentre outros impactos que serão discutidos mais detalhadamente neste documento. As secas também poderiam exacerbar as desigualdades sociais e econômicas existentes na Amazônia, uma vez que algumas regiões podem ter mais recursos e capacidade adaptativa em relação às secas do que outras (Marengo & Espinoza 2016). Nesse sentido, a percepção local das mudanças nos regimes de seca é fundamental para a elaboração de planos de adaptação e mitigação de seus impactos de forma contextualizada e útil.

Como os fenômenos da seca são percebidos e definidos a partir das visões locais e regionais da Amazônia?

Na Amazônia, as populações têm forte ligação com a água e, portanto, suas vidas estão relacionadas aos pulsos de subida e descida dos rios. A água constitui um agente transformador do modo de vida da região (Tocantins 2000). Ao mesmo tempo, o regime de chuvas orienta as atividades socioculturais na Amazônia, pois as águas modificam o espaço e a paisagem, sendo este movimento chamado de sazonalidade (Pereira & Oliveira 2012). A sazonalidade dos rios é descrita em quatro fases: enchente, cheia, vazante e seca. Cada fase da sazonalidade impõe, ao seu modo, as estratégias de uso e troca entre o homem e a natureza, ora limitando, ora disponibilizando os seus recursos (Figura 1).

Ao avaliarmos o modo pelo qual as populações da Amazônia utilizam a terminologia “seca”, podemos identificar que esta não é relacionada aos desastres, e sim como uma das fases da sazonalidade, como dito anteriormente. A fase da seca dos rios é associada ao período de chuvas reduzidas na região. Na maior parte da bacia amazônica, as populações definem duas estações climáticas, marcadas pelo período de maior ou menor ocorrência de chuvas: o inverno e o verão. A intensidade e a distribuição da estação chuvosa, bem como da sazonalidade dos rios, não são homogêneas ao longo da bacia, em virtude de sua extensão (Alves 2013). Contudo, com as últimas ocorrências de eventos extremos climáticos, as populações têm percebido um aumento na intensidade e frequência das secas após os anos 2000 e têm denominado os eventos de: secas extremas, grandes secas, secas severas, vazante grande e/ou vazante extrema (Nascimento 2017; Vasconcelos 2020; Silva 2022).



Figura 1 Seca no rio Juruá, comunidade Nova União, na Reserva Extrativista do Médio Juruá, no município de Carauari, Amazonas, Brasil (agosto de 2022). *Foto: Mônica Vasconcelos (2022).*

As populações amazônicas desenvolvem uma série de atividades socioeconômicas a partir dos recursos naturais dos rios e da floresta e, portanto, possuem uma conexão com o meio que as cercam. Elas organizam seus calendários agrícolas anuais com base nos ciclos das chuvas e dos rios e, por essa razão, têm percebido as mudanças ocorridas nos últimos anos (Vasconcelos 2020). Em um trabalho realizado no baixo rio Negro, a ocorrência de eventos de secas foi assim percebida pelas mulheres:

Há mudança no calendário regular das chuvas, e isso colabora para a ocorrência de incêndios na mata. Além disso, elas afirmam que as grandes secas dificultam a realização dos trabalhos na pesca, na agricultura e na extração da madeira. Nas grandes secas, a dificuldade de acesso traz a necessidade de utilização de canoas menores. As grandes secas estão associadas a períodos de menor precipitação e maior quentura, segundo as comunitárias da Reserva de Desenvolvimento Sustentável – RDS do Rio Negro (Vasconcelos 2020).

Devido a essa dinâmica de troca com o sistema ambiental, as populações tradicionais ajustam seus modos de vida a uma certa previsibilidade relativa da sazonalidade dos rios. Para Fraxe (2004, p. 330), “o rio é fator dominante na estrutura fisiográfica e humana, um ethos e um ritmo à vida regional”. Contudo, no ano de 2005, por exemplo, os moradores da comunidade ribeirinha de Terra Nova, localizada no Distrito do Careiro da Várzea, Amazonas (rio Amazonas), foram surpreendidos com uma vazante extrema que dificultou a captação de água para o consumo doméstico e irrigação, prejudicando também o escoamento da produção e a locomoção das pessoas, principalmente a das crianças para a escola (Nascimento 2017). Além disso, em anos de secas intensas, as casas flutuantes ficam aglomeradas em espaços menores, e isso pode danificar suas estruturas.

Em um estudo que buscou avaliar a percepção das populações ribeirinhas no rio Madeira, Silva (2022) apontou que, em episódios de vazantes anormais, os moradores relatam: isolamento das comunidades ribeirinhas, deixando-as sem acesso à água potável ou peixes nos lagos e rios, aumento na vulnerabilidade ao fogo, por conta dos incêndios que podem atingir as comunidades, além do aumento no custo de combustível, gás de cozinha e da cesta básica. Segundo os indígenas Wapichana, povo que ocupa os vales do rio Uraricoera e do rio Tacutu no Estado de Roraima, o aquecimento da água dos rios tem causado a migração dos peixes, diminuindo sua disponibilidade para a alimentação. Eles acreditam que isso seja consequência das mudanças climáticas (Alcantara 2019). Embora sejam notórios os problemas causados pelas grandes secas na Amazônia, as percepções das populações locais indicam que, a depender do caso, estas também podem trazer impactos positivos aos seus modos de vida, como o aumento da disponibilidade de peixes para consumo devido ao seu confinamento em espaços restritos como os lagos.

Por fim, a identificação do fenômeno da seca é bastante plural na Amazônia. Populações tradicionais desenvolveram suas práticas no contexto da sazonalidade das chuvas, dos rios e dos diferentes cultivos, reconhecendo a conexão entre essas dinâmicas. As chuvas ganharam protagonismo nessa sazonalidade, marcando as estações do ano. A chegada das chuvas é recebida com roçados preparados e uma dinâmica sociocultural que espera a subida dos rios, e é notório que, para além do contexto sociocultural influenciado pela sazonalidade dos rios, existe a mudança da paisagem local devido à dinâmica das águas que cobrem as terras (Figura 2). No entanto, as mudanças climáticas afetam essa sazonalidade e o que antes era conhecido e previsível, passa a ser um fator a mais de vulnerabilidade para populações que vivem em estreita relação com os rios.

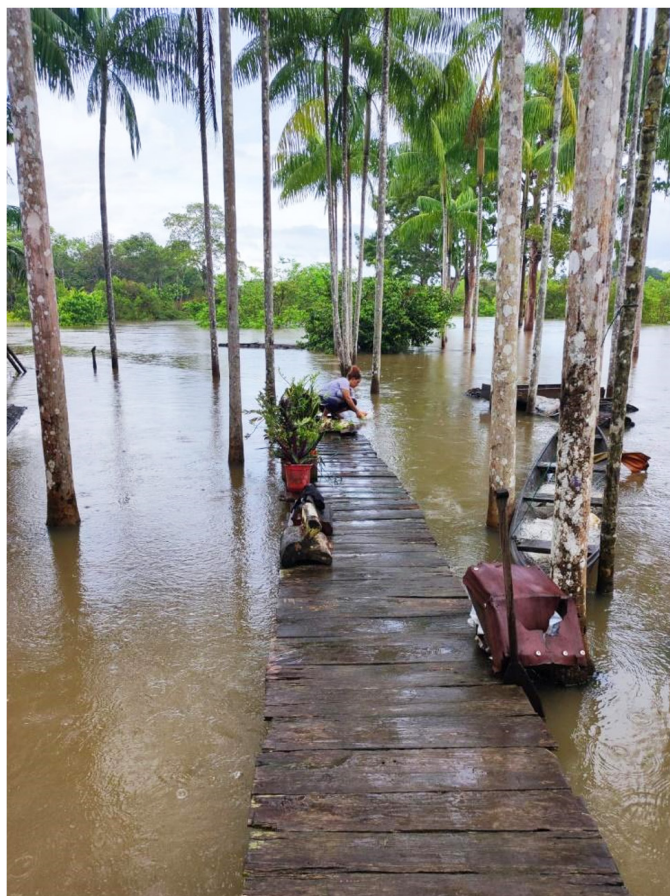


Figura 2 Estação chuvosa na comunidade São Raimundo, na Reserva Extrativista do Médio Juruá, no município de Carauari, Amazonas, Brasil. Foto: Mônica Vasconcelos (2022).

Deve-se destacar que o fenômeno da seca na Amazônia está relacionado com uma alteração observada nos ciclos climáticos do calendário ecológico, o que, em alguns casos, inclui o prolongamento dos períodos de seca. Essas alterações fizeram com que as populações locais reduzissem a capacidade de manter seus sistemas tradicionais de adaptação socioecológica, mudando a dinâmica da pesca, caça, semeadura e coleta, tendo de atender às necessidades geradas através da adoção de estilos de vida dependentes dos mercados e do Estado. De acordo com Moraes e Schor (2010), em alguns itens da cesta básica regionalizada, há uma variação do custo conforme a sazonalidade dos rios, sendo este maior em períodos de secas extremas, pois a dificuldade de chegada dos barcos às cidades mais afastadas e, principalmente, às comunidades ribeirinhas aumenta o valor do frete.

Perspectivas futuras das secas na Amazônia

Cenários que consideram os fenômenos associados à seca na Amazônia têm o papel de demonstrar como esse tipo de evento pode impactar de forma negativa o futuro da floresta e das populações locais (e.g., ribeirinhas, urbanas e indígenas). As projeções feitas a partir de modelos climáticos podem auxiliar tomadores de decisões no desenvolvimento de ações para reduzir os impactos das secas na Amazônia e contribuir para o fortalecimento de estratégias de adaptação das populações locais perante os eventos de secas, principalmente aquelas associadas às secas severas (Duffy *et al.* 2015). Por meio de um diagnóstico das condições climáticas observadas em um período histórico, é possível ter um entendimento dos mecanismos que direcionam os eventos de secas na Amazônia (Nobre *et al.* 2007; Philips *et al.* 2009; Mu *et al.* 2023). Esse entendimento é essencial para projetar a ocorrência de futuros eventos de secas severas e seus potenciais impactos negativos sobre a floresta e as populações locais na Amazônia.

Os modelos de previsão climática conseguem apontar, com certa antecedência, onde, como e quando possíveis eventos de seca severa podem ocorrer. Por exemplo, o modelo do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) conseguiu, com um mês de antecedência, produzir indicações e condições de seca para os eventos que ocorreram em 1998, 2005 e 2010 (Borma & Nobre 2013). Apesar do tempo relativamente curto, com essas informações, instituições governamentais podem emitir alertas e propor medidas emergenciais para reduzir os impactos associados a esses fenômenos, especialmente em áreas que poderão ser alta-

mente afetadas por esses eventos. Com um bom sistema de governança e de alerta em funcionamento, a população local pode, com apoio governamental, se preparar com antecedência, reduzindo assim, danos econômicos, sociais e ambientais (Borma & Nobre 2013).

Fatores como desmatamento, degradação da floresta pela exploração madeireira, incêndios florestais, efeitos de borda na floresta, secas extremas e expansão de áreas urbanas aceleraram as mudanças climáticas e/ou intensificaram seus efeitos locais (Foley *et al.* 2007; Lawrence & Vandecar 2015). Estima-se que cerca de $2,5 \times 10^6$ km² (38%) da floresta remanescente na Amazônia esteja degradada, o que pode reduzir a evapotranspiração em até 34% na estação seca, causando importantes distúrbios no funcionamento da floresta, perda de biodiversidade e impactos no modo de vida das populações locais (Lapola *et al.* 2023).

1. O que as projeções climáticas indicam?

Estudos baseados em observações climáticas já mostraram evidências de variações de precipitação em regiões com forte pressão antrópica na Amazônia, principalmente na estação seca, nas próximas décadas. No futuro, a estação seca pode se tornar mais intensa e longa, assim como os eventos de secas severas, tais como as ocorridas em 2005 e 2010, podem se dar com mais frequência (Gatti *et al.* 2021; Marengo *et al.* 2011; Mu *et al.* 2023; Soares & Marengo 2013). As projeções climáticas na região amazônica também demonstraram que a tendência é que o clima fique mais seco e quente no futuro (Marengo *et al.* 2010). De acordo com um modelo de probabilidade de ocorrência de eventos de seca como a de 2005, a ocorrência desse tipo de evento foi de um a cada vinte anos no passado, mas pode aumentar, chegando a nove a cada dez anos até 2060 (Cox *et al.* 2008). Por outro lado, algumas regiões da Amazônia podem enfrentar grandes inundações com mais frequência em um futuro próximo (Duffy *et al.* 2015).

Estudos considerando cenários de desmatamento indicam que o aumento da área desmatada na Amazônia pode contribuir para o aumento no número de dias com déficit hídrico na região sudoeste, particularmente nas bacias dos rios Juruá e Purus, devido às alterações na precipitação (Lima *et al.* 2014). Estas e outras mudanças hidroclimatológicas projetadas a partir de estudos com modelos e cenários estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1 Alterações hidroclimatológicas esperadas para a bacia Amazônica de acordo com alguns estudos que utilizam simulações com modelos e cenários de mudanças climáticas.

Área de estudo	Mudanças projetadas pelos modelos	Referência
Bacia amazônica	O tamanho da área atualmente afetada por secas moderadas dobrará até o ano de 2100. Além disso, a área afetada por secas severas triplicará e haverá tendência de aumento da precipitação média anual na parte oeste da bacia.	Duffy <i>et al.</i> (2015)
Bacia amazônica	Eventos de seca extrema como o de 2005 podem passar a ocorrer nove vezes a cada dez anos até 2060.	Cox <i>et al.</i> (2008)
Oeste da Amazônia	Eventos extremos de cheias ocorrerão com mais frequência depois de 2040.	Duffy <i>et al.</i> (2015)
Oeste da Amazônia	Aumento na temperatura média anual da ordem de 6°C na Amazônia ocidental, podendo ter aumento de até 8°C durante a estação seca.	Marengo <i>et al.</i> (2010)
Bacia amazônica e outras 23 bacias ao longo dos continentes	Ao final do século XXI, as vazões médias anuais se reduzirão nos tributários do sul da bacia amazônica. Vazões sazonais estão projetadas para aumentar mais na época das cheias e diminuir ainda mais na estação seca, isto é, aumentando a amplitude das vazões ao longo do ciclo anual.	Nakaegawa <i>et al.</i> (2013)
Leste da Amazônia	O estresse hídrico durante a estação seca provavelmente aumentará no leste da Amazônia ao longo do século XXI. Vários fatores contribuem para isso, incluindo: o aumento da temperatura e das taxas de evapotranspiração, aumento do desmatamento e degradação florestal.	Malhi <i>et al.</i> (2009)
Bacia do rio Madeira	Cenários projetados por meio de modelagem hidrológica usando projeções de mudanças climáticas indicam redução no regime de vazões mínimas na bacia do rio Madeira. Na presença de mudanças climáticas e desmatamento combinados, as projeções sugerem uma redução nas vazões mínimas na parte alta da bacia e alterações nas vazões, em geral, ao longo de todo o ano hidrológico na parte baixa da bacia.	Siqueira Júnior <i>et al.</i> (2015)

Portanto, a vulnerabilidade da Amazônia e de seus habitantes diante das mudanças climáticas está relacionada à variabilidade climática observada nas décadas recentes e ao impacto causado pelo aumento dos gases do efeito estufa na atmosfera, para o qual as atividades antrópicas relacionadas à degradação e ao desmatamento da floresta remanescente são importantes vetores. Estudos indicam que o aumento do desmatamento nos últimos anos e a intensificação da estação seca agravam a ocorrência de fogo e as emissões de carbono, principalmente onde o ecossistema já está em estresse hídrico, como a parte leste da Amazônia (Gatti *et al.* 2021). Portanto, modelos de projeções que relacionam o efeito do desmatamento com a variabilidade temporal e espacial da estação seca em diferentes intensidades ao longo da região amazônica podem representar de forma mais refinada os impactos futuros associados às mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia (Staal *et al.* 2020). É importante ressaltar que os modelos são simplificações da realidade, portanto, todas as projeções climáticas apresentam incertezas e limitações, visto que não é possível representar toda a complexidade do sistema climático e as mudanças de uso e cobertura da terra associadas à perda da floresta em um modelo (Soares & Marengo 2013).

A floresta amazônica desempenha papel fundamental na manutenção do clima global, entretanto, com o aumento das emissões de gases do efeito estufa, desmatamento e incêndios florestais, os ecossistemas amazônicos estão mais susceptíveis às mudanças climáticas globais (Albert *et al.* 2023; Marengo & Souza Jr. 2018). Isso tem um grande efeito sobre as populações amazônicas que dependem dos recursos da floresta. O risco das mudanças climáticas para essas populações é enorme. Assim, é fundamental fortalecer a percepção local sobre as melhores formas de adaptação diante das mudanças climáticas. Isso pode ser feito associando o conhecimento e a experiência que os moradores amazônicos já possuem sobre os eventos de seca, além das estratégias utilizadas por eles ao longo dos anos em que vivenciaram os eventos extremos, com os estudos científicos de previsão climática que mostram as possíveis trajetórias das mudanças na bacia amazônica.

Impacto das secas sobre as populações locais

Os rios são as principais vias de transporte para grande parte da população amazônica, sendo essenciais em praticamente toda a bacia, além de fundamentais para a economia local, por meio do transporte de bens de consumo variados. O transporte aquaviário (também chamado de transporte fluvial) é particularmente importante nas regiões onde não há acesso por estradas ou nas

quais as estradas não se encontram em boas condições, principalmente durante períodos chuvosos, em que muitas estradas se tornam inadequadas para o tráfego. Assim, trafegar pelos rios faz parte do cotidiano, dos meios de vida e da cultura de muitas populações amazônicas, principalmente as ribeirinhas (David 2019). As secas extremas podem causar grandes problemas de mobilidade e acessibilidade, pois os níveis de água dos rios se reduzem consideravelmente (Pereira *et al.* 2021; Lima *et al.* 2023). As embarcações requerem uma profundidade mínima para o tráfego por rios e igarapés. Se o nível d'água está muito baixo, as embarcações podem encalhar em bancos de areia ou ser danificadas ao se chocarem com rochas e cascalhos do leito do rio expostos durante a seca. Quando a seca é muito intensa, os barcos podem ficar encalhados no próprio porto, sem ter como sair (Kolanski *et al.* 2021). Além disso, mesmo quando os barcos ainda estão acessíveis, a seca pode fazer com que os passageiros tenham de caminhar pelos bancos de areia que se formam entre o porto e o ponto de ancoragem dos barcos. Tudo isso provoca muitas dificuldades ao transporte aquaviário (Lima *et al. in prep.*).

Quando os barcos conseguem realizar os trajetos durante as secas intensas, ainda encontram muitas dificuldades até o seu destino. Barcos pesados e grandes precisam ser substituídos por embarcações mais leves que navegam em menor profundidade. No entanto, esses barcos também costumam ter uma capacidade reduzida para o transporte de passageiros e cargas. Portanto, para transportar uma mesma quantidade de bens ou passageiros, são necessárias várias viagens, e isso pode encarecer o custo do transporte. Para complicar ainda mais a situação, devido ao risco de acidentes, as viagens precisam ser feitas de forma mais lenta e frequentemente com trajetos em zigue-zague para desviar dos obstáculos. Com o aumento no risco de acidentes, é comum que as autoridades que controlam o transporte fluvial estabeleçam restrições de navegação, seja em relação ao calado máximo da embarcação, seja em relação aos horários permitidos para trânsito (Lima *et al. in prep.*).

O transporte aquaviário é fundamental para inúmeras comunidades amazônicas no que diz respeito ao acesso a bens de consumo, como alimentos, vestuário, eletrônicos, medicamentos, além de eletrodomésticos e materiais de construção. Por essa razão, durante as secas severas, a oferta de bens de consumo pode ficar muito comprometida, o que pode levar a um aumento nos preços, além de provocar o desabastecimento temporário de comunidades inteiras (Pinho *et al.* 2015; Pereira *et al.* 2021; Silva 2022). Isso é particularmente alarmante quando se refere a bens de consumo imediato de grande importância, como alimentos e medicamentos (Marengo *et al.* 2013). A seca severa não só

leva ao desabastecimento, como também dificulta o escoamento da produção agrícola nas comunidades rurais. Em algumas situações, as comunidades podem perder toda a produção de uma colheita devido à dificuldade de transporte até os centros consumidores regionais ou intermediários que comercializam os produtos (Lima *et al.* 2023).

As secas severas também afetam as atividades de pesca, caça, roçado e extrativismo. Quando ocorrem secas intensas, espécies que são costumeiramente pescadas ou caçadas podem ter suas dinâmicas de comportamento alteradas, ou mesmo serem menos abundantes, devido à escassez de alimentos no meio ou a alterações ecológicas resultantes da seca (Pinho *et al.* 2015). Em lagos e igarapés, o calor e o reduzido nível d'água podem levar à mortandade de peixes em decorrência do efeito sobre a qualidade da água. No entanto, a depender da intensidade do evento de seca, em algumas regiões amazônicas, o inverso pode ocorrer, isto é, a pesca pode ser facilitada, pelo fato de que o reduzido nível d'água propicia a concentração de cardumes em espaços menores. No entanto, com baixos níveis d'água, o deslocamento dos que praticam a pesca, caça ou extrativismo pode ficar comprometido, dificultando o acesso aos recursos. Dependendo da intensidade do evento de seca, as atividades de roçado também podem ser prejudicadas. Isso ocorre porque, durante secas severas, a quantidade de água armazenada nos solos pode ser intensamente reduzida e levar à perda do plantio. A seca também pode prejudicar a germinação das plantas e atrasar os calendários de colheita.

O combustível é outro importante insumo cujo acesso fica reduzido durante secas severas (Pinho *et al.* 2015). Vários setores da economia local ficam prejudicados com esse desabastecimento, dado que o combustível não é somente estratégico para o transporte local e regional, mas também para a geração de energia. Muitas comunidades em regiões mais remotas da Amazônia não estão conectadas às redes de transmissão da energia elétrica e, portanto, dependem de geradores movidos a diesel para conseguir utilizar eletrodomésticos em casa e nos comércios locais, assim como nas escolas e unidades de saúde. Geladeiras e *freezers* são fundamentais para o armazenamento de alimentos perecíveis, como carnes e peixes, além de alguns medicamentos, como as vacinas e a insulina. Portanto, durante o desabastecimento de combustível em virtude de uma seca severa, muitas comunidades podem perder esses itens perecíveis por falta de energia elétrica (Lima *et al. in prep.*).

A seca severa também pode levar a uma considerável restrição de acesso a serviços de grande importância para a população, como o de saúde e educação. Situações complexas envolvendo acidentes diversos, gravidez e parto, doen-

ças crônicas, atendimento aos recém-nascidos e aos mais idosos podem piorar tremendamente por causa da dificuldade no transporte (Garnelo *et al.* 2020). Viagens reduzidas e mais lentas impactam a chegada dos doentes às unidades de saúde, assim como a chegada dos agentes de saúde, enfermeiros e médicos às residências das famílias afetadas (Lima *et al. in prep.*). Da mesma forma, o acesso às escolas fica prejudicado durante o período de secas intensas, devido à descontinuidade e aos atrasos no calendário escolar. Todos os materiais dos quais os estudantes dependem também se tornam escassos, comprometendo o andamento das aulas.

Por fim, outro grande desafio imposto pelas secas severas é o aumento nos incêndios florestais em virtude da baixa umidade do ar e do solo e do aumento no número de árvores mortas. Incêndios florestais podem ocorrer por atividade ilegal na floresta ou por descontrole no uso do fogo em campos agrícolas e pastos; raramente são de origem natural. Esses eventos causam grandes transtornos às populações amazônicas, em virtude da maior incidência de problemas respiratórios, o que afeta, principalmente, a saúde das crianças, idosos e indivíduos com doenças crônicas (Marengo *et al.* 2013). Os incêndios florestais também dificultam o transporte aéreo e fluvial, pois a fumaça reduz a visibilidade durante os trajetos e causam prejuízos econômicos, uma vez que danificam infraestruturas (cercas, casas e áreas de cultivo).

Estratégias adaptativas baseadas em conhecimentos locais e abordagens participativas para o enfrentamento às secas

A adaptação às mudanças climáticas refere-se ao “processo de ajuste ao clima atual ou esperado e seus efeitos, com o objetivo de reduzir os danos ou explorar oportunidades benéficas” (IPCC, 2018). No presente trabalho, referimo-nos aos ajustes relacionados aos eventos de secas extremas na Amazônia. A adaptação pode ser classificada, quanto à sua intencionalidade, em planejada ou espontânea (Lindoso & Rodrigues Filho 2016). Segundo Smit *et al.* (2000), as “adaptações planejadas” são as realizadas por governos, em geral por meio de políticas públicas, enquanto as “adaptações espontâneas”, como o próprio nome indica, são autônomas e ou reativas; são, por exemplo, aquelas realizadas pelas populações rurais da Amazônia. Muitas dessas adaptações ocorrem na ausência de ações governamentais, sobretudo graças ao protagonismo e à resistência dessas populações em cenários de mudanças climáticas.

Algumas propostas de adaptação aos fenômenos da seca se baseiam em inovações que integram o conhecimento das populações locais ao conhecimento científico. Muitas dessas propostas originam-se em experiências participativas nas quais foram implementadas práticas que, com relativo sucesso, se aproximaram da resolução de problemas técnicos de adaptação e anteciparam medidas de mitigação das secas severas na Amazônia. Neste sentido, muitas organizações não governamentais (ONGs), agências governamentais, movimentos sociais, universidades e institutos de pesquisa estão liderando experiências com resultados importantes para a adaptação e a mitigação dos efeitos que a seca pode ter sobre a alimentação, a saúde e o bem-estar dos povos indígenas (Abdenur *et al.* 2019). Ilustramos algumas experiências no presente trabalho, dentre elas: adaptações de moradia e transporte, adaptações das atividades agrícolas, elaboração de calendário ecológico e sistemas de governança híbrida entre diferentes atores sociais (e.g., líderes comunitários, cientistas e representantes governamentais) para fazer frente aos extremos climáticos.

1. Adaptações de moradia e transporte

Começamos com o caso da Comunidade Lago do Catalão, situada no município de Iranduba, na confluência entre o rio Negro e o rio Solimões. Nesta comunidade, devido ao fenômeno de “terras caídas”, que é o processo fluvial causado pela ação dos rios e fortemente intensificado pelos extremos hidrológicos (Guimarães *et al.* 2019), todas as casas, bem como a escola local, estão construídas sobre troncos de árvores que servem como estruturas flutuantes para sua sustentação, de tal forma que as construções são adaptadas à sazonalidade dos níveis d’água (Menin 2021). Devido à intensificação de desbarrancamento da comunidade, a partir de 2007, os moradores começaram a se deslocar para terra firme, portanto, as construções flutuantes em si já se configuraram em uma estratégia adaptativa (Guimarães *et al.* 2019; Menin 2021). Contudo, a vida sobre casas flutuantes tem suas dificuldades também. Em anos de secas intensas dos rios, as bases e as vigas dessas casas são frequentemente danificadas e necessitam ser substituídas.

Durante as secas intensas, o curso d’água principal fica muito distante das casas e, para ter acesso à água, bombas hidráulicas são utilizadas. Além disso, um barramento temporário, feito com sacos de areia, é construído no lago do Catalão para evitar que a água escoe completamente para o leito principal (Menin 2021). Uma adaptação importante a ser destacada nessa comunidade é a realizada nas estruturas de lazer, principalmente para o jogo de futebol, esporte popular em áreas rurais da Amazônia e que na Comunidade do Catalão passou a ser praticado sobre os próprios troncos flutuantes (Vasconcelos 2020).

No baixo rio Negro, as adaptações realizadas em anos de secas severas estão associadas principalmente ao transporte, ao longo dos rios, por meio de canoas menores que são utilizadas para as atividades produtivas (extração de produtos madeireiros da floresta, agricultura, pesca, extrativismo e caça), acesso à escola, serviços de saúde e de lazer. Além disso, poços artesianos têm sido construídos ao longo dos anos devido à dificuldade de acesso à água (Vasconcelos 2020). O uso de embarcações menores durante as secas severas é uma adaptação frequente em muitas partes da Amazônia, pois permite o trânsito por rios e igarapés com baixíssimo nível d'água, o que não seria viável utilizando-se barcos maiores. No entanto, como a capacidade dessas embarcações é menor, mais viagens são necessárias para transportar a mesma quantidade de carga ou de indivíduos (Lima *et al. in prep.*).

Respostas semelhantes foram identificadas no trabalho de Nascimento (2017), contudo, na Comunidade Lago do Rei, a adaptação de destaque é a da moradia. Em secas severas, as casas flutuantes tradicionais precisam ser deslocadas para as áreas que ainda possuem água, e nem sempre isto é possível. Além disso, esse espaço mais restrito representa risco de colisão com as demais casas ou com embarcações. Nascimento (2017) descreve uma alternativa de casa flutuante sobre boias de tambores plásticos, as quais não precisam ser deslocadas em secas extremas e que têm preço mais acessível quando comparadas às casas flutuantes tradicionais construídas sobre as toras de açacu (*Hura crepitans* L.). Na bacia do rio Madeira, uma adaptação interessante envolve a logística de trânsito por embarcações: as populações locais trocaram seus horários de escoamento de produção em anos de secas extremas. O evento ocorre no mesmo período do verão amazônico, com altas temperaturas, e, devido à formação de longas praias, o deslocamento dos comunitários até as embarcações é dificultado pelo desconforto térmico, assim ele é realizado no final da tarde (Silva 2022).

2. Estratégias agrícolas

Dentre as várias estratégias de adaptação às mudanças climáticas na região Amazônica, figuram-se aquelas que buscam fazer frente aos impactos na agricultura. Aqui relatamos algumas experiências participativas que ilustram os esforços de diferentes grupos sociais para promover a conservação do solo e adequar as épocas de colheitas às alterações climáticas, além de outras ações para proteger as práticas tradicionais de agricultura com o apoio da ciência.

Começamos com a colaboração entre cientistas e indígenas nas ações para o enriquecimento dos solos em sistemas de chagras. A chagra é um siste-

ma agroflorestal ancestral praticado pelas comunidades tradicionais da região amazônica e andina, de origem indígena, baseado em conhecimento tradicional (Marentes *et al.* 2022). Um sinônimo próximo no português seria “roçado” ou “roça” tradicional. Esse sistema de agricultura rotacional é praticado principalmente em países como Equador, Colômbia e Peru e integra uma série de atividades que favorecem, ao mesmo tempo, a produção de alimentos e a biodiversidade. É importante ressaltar que, quando realizada por populações tradicionais, seu impacto sobre a floresta é mínimo, se comparada à agricultura moderna, na qual o corte e a queima ocorrem em extensas áreas, sendo, portanto, um vetor de desmatamento e uma prática insustentável.

O enriquecimento de solos nas chagras é uma questão importante em algumas regiões da Amazônia, em virtude das condições climáticas adversas. A seca é um dos maiores desafios enfrentados pelos agricultores na Amazônia, pois pode afetar gravemente a produtividade de suas culturas (UN Periodico 2022). A alteração nos períodos de seca e chuva resultou em mudanças nas atividades de corte e queima do sistema chagra (UN Periodico 2022). No caso das comunidades próximas à cidade de Leticia, na Amazônia colombiana, o enriquecimento do solo através de práticas agroecológicas tem se mostrado eficaz para melhorar a produtividade dos cultivos nas chagras e aumentar sua resiliência a eventos de seca. Essas práticas incluem rotação e diversificação de culturas, uso de fertilizantes orgânicos e conservação do solo.

Além disso, o monitoramento e a avaliação contínua das condições do solo e do rendimento das culturas são essenciais para garantir o sucesso a longo prazo do enriquecimento do solo na Amazônia. A participação ativa das comunidades tradicionais nesse processo é fundamental para garantir a implementação efetiva e sustentável das práticas agroecológicas (UN Periodico 2022). Por exemplo, grupos indígenas no sul e leste da Amazônia colombiana, no interflúvio Caquetá-Putumayo (Uitoto, Muinane e Nonuya) e no trapézio amazônico colombiano (Ticuna e Cocama), têm implementado práticas de fertilização e enriquecimento do solo para a horticultura.

As chagras tradicionais têm vida útil limitada, durando apenas alguns anos antes de serem temporariamente abandonadas e convertidas em áreas de pousio para a recuperação das condições locais. Embora o sistema florestal de agricultura itinerante se beneficie do processo de sucessão ecológica para repor os nutrientes do solo durante o período de pousio, as populações tradicionais não estão acostumadas às práticas de enriquecimento do solo adotadas em outras regiões. Para fomentar o enriquecimento do solo nas chagras, a ideia da compostagem e das práticas de manutenção do solo foram promovidas pelo Insti-

tuto Sinchi, uma instituição governamental da Colômbia, no trapézio amazônico e no rio Igaraparana (região de Caqueta-Putumayo). O órgão recomenda não queimar a floresta, mas, sim, plantar nos campos existentes, mantendo a produtividade e adicionando fertilizantes naturais (cinzas, madeira podre, etc.). Esse sistema está apenas em seus primeiros passos, e seus resultados ainda geram expectativas. Isto requer uma dedicação muito mais intensa à horticultura, que compete com o tempo disponível para outras atividades de subsistência (UN Periodico 2022).

Um exemplo da forma como os solos são tratados para o cultivo de plantas medicinais aromáticas e codimentares em quintais agroflorestais e roças, em áreas de várzea, é relatado por Chagas (2011) sobre duas comunidades, São Francisco e Santa Luzia do Baixo, que se encontram à margem esquerda do rio Solimões, mais especificamente no Distrito de Careiro da Várzea, microrregião de Manaus, no estado do Amazonas. Nessas comunidades, o cultivo é feito no chão no período de seca e em canteiros suspensos durante a cheia do rio. Assim, quando o período de cheia está próximo, o solo adubado no chão é transferido para os canteiros suspensos, onde é feito o plantio (Chagas 2011). Para ajudar na fertilização do solo, utilizam-se adubos químicos e orgânicos, como esterco de aves e bovinos, cinzas de material orgânico (e.g., madeira, galho e folhas) queimado e restos de tratos culturais (Chagas 2011).

Um estudo recente de Silva (2022) descreve estratégias de adaptação dos sistemas de cultivo feitas por moradores de quatro comunidades ribeirinhas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do rio Madeira, município de Novo Aripuanã, Amazonas. Essas estratégias foram necessárias devido à alta taxa de mortalidade observada nos cultivos de árvores frutíferas, arbóreas e de ciclo curto (Silva 2022). A primeira estratégia refere-se ao cultivo em áreas mais elevadas do terreno, pois, em geral, não são impactadas pela deposição de sedimentos e de solo arenoso. A segunda estratégia está relacionada à forma de plantar a maniva (mandioca) e ao aumento da profundidade da cova. Os moradores começaram a plantar a maniva no sentido vertical e aumentaram em 20 cm a profundidade da cova para o plantio de banana (Silva 2022).

3. *Calendário ecológico*

Há trinta anos, organizações indígenas, com o apoio de ONGs e órgãos estatais, vêm promovendo a sistematização do conhecimento agrícola, climático e cultural através do que tem sido chamado, na Amazônia colombiana e peruana, de “calendário ecológico”. Essas iniciativas têm por objetivo fortalecer a pesquisa comunitária e o autogoverno das organizações locais, indígenas e comunitá-

rias. Por meio da abordagem do “diálogo do conhecimento”, representa-se no calendário ecológico o conhecimento das mudanças ecossistêmicas dos ciclos bioculturais, climáticos e sazonais (Echeverri 2009).

O conceito de calendário ecológico foi adotado para descrever o conhecimento sobre o uso e a gestão da natureza e dos sistemas produtivos das comunidades indígenas. É considerado um processo participativo, comunitário, induzido pela ação de líderes indígenas, pesquisadores, funcionários de governos e ativistas interessados em gerar experiências de aprendizagem nas quais o conhecimento ecológico indígena e científico a respeito dos animais, das plantas, solos e paisagens é coletado e organizado.

Na academia e instituições, o calendário ecológico é assim denominado porque tem sido representado desse modo pelas contribuições do conhecimento ocidental, tanto de forma gráfica quanto por escrito. A ferramenta também é utilizada em programas de Educação Indígena, que, no caso das Ciências Naturais, estruturaram currículos sob parâmetros de gestão de grupos indígenas (processo que a organização *Cabildo Indígena Mayor del Tarapacá* – CIMTAR – vem implementando na Amazônia colombiana), que buscam colocar o conhecimento científico e tradicional no mesmo nível, sem que um se sobreponha ao outro (De La Cruz 2013).

Os calendários ecológicos também foram implementados na Amazônia como uma estratégia local de adaptação às mudanças climáticas. No sul da Amazônia colombiana, os resultados dessas reflexões estabeleceram duas dimensões para o tratamento do tema: por um lado, como os fenômenos associados às mudanças climáticas são compreendidos ou interpretados a partir das tradições culturais e, em segundo lugar, as avaliações do impacto dessas mudanças nas atividades diárias das comunidades (Lasprilla 2015).

O calendário ecológico (Figura 3) baseia-se no conhecimento tradicional das comunidades indígenas e na pesquisa científica e é usado para antecipar a disponibilidade esperada de recursos naturais na região segundo a sazonalidade local. Por exemplo, ele é utilizado para prever os melhores tempos para caça, pesca, coleta de frutas e plantio. O calendário também é empregado para promover o manejo sustentável dos recursos naturais, incentivando a conservação e a sustentabilidade a longo prazo. Ao utilizar os conhecimentos locais e a ciência, o calendário ecológico se torna uma ferramenta importante para ajudar as comunidades a tomar decisões informadas e proteger a biodiversidade e os recursos naturais da região.

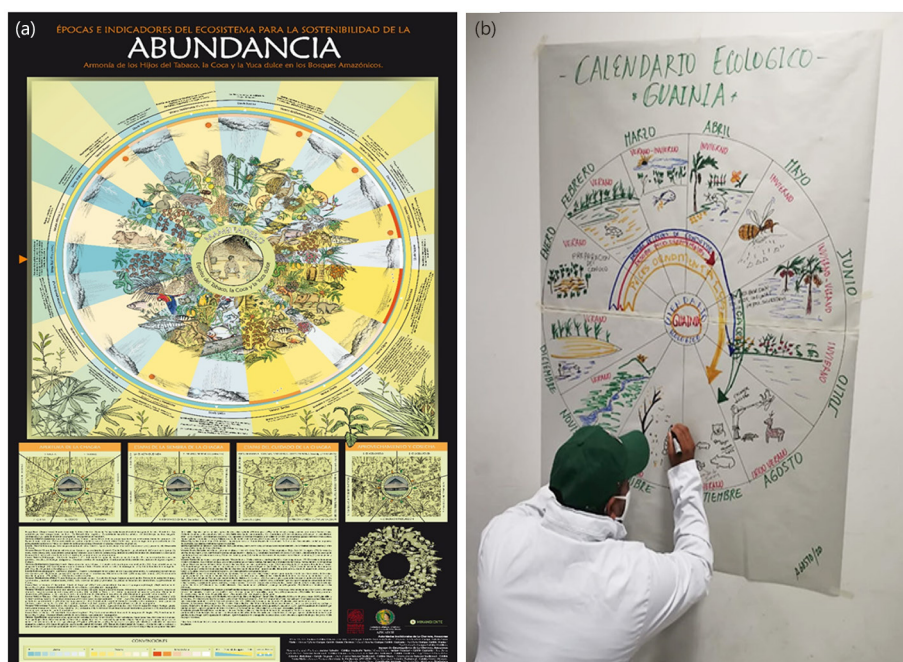


Figura 3 (a) Calendário de abundância dos grupos étnicos na região central da Amazônia colombiana. Fonte: Instituto Sinchi (2012). (b) Elaboração do calendário ecológico na escola de treinamento da OPIAC. Fonte: OPIAC (2018).

4. Governança híbrida

Os modelos de governança ambiental atuais estão cada vez mais adotando propostas baseadas em comunidades, fundamentadas no saber local e na prática tradicional. No sudoeste da Amazônia, mais especificamente na região MAP¹, um experimento – Iniciativa MAP – vem sendo conduzido há mais de uma década, no qual se adota uma abordagem híbrida de governança ambiental que combina as perspectivas de comunidades locais, conhecimento científico e participação do Estado, com este fornecendo recursos públicos para apoiar a governança local (Perz *et al.* 2008).

A Iniciativa MAP é uma rede trinacional que nasceu da interação entre cientistas, líderes comunitários e representantes governamentais e do reconhecimento de que soluções para desafios transfronteiriços, como ameaças ambientais e mudanças climáticas, requerem planejamento ambiental integrado

1. A região MAP inclui o Departamento de Madre de Dios (Peru), o Estado do Acre (Brasil) e o Departamento de Pando (Bolívia).

(Rioja 2005). A iniciativa conta com diversas organizações em cada país membro, que servem como nós em uma rede maior de organizações e comunidades governamentais e não governamentais, com o principal foco de identificar coletivamente e defender estratégias para mitigar impactos ambientais (Brown *et al.* 2002). O sucesso da iniciativa em suas ações iniciais deu origem a grupos de trabalhos, chamados de mini-MAP, com objetivos específicos.

A seca ocorrida em 2005 e as enchentes de 2006, no sudoeste da Amazônia, afetaram principalmente o Estado do Acre (Brasil) e o Departamento de Madre de Dios (Peru), ocasionando consideráveis danos materiais e levando a graves questões de saúde devido à fumaça resultante do aumento das queimadas e incêndios florestais (Perz *et al.* 2022). A seca prolongada resultou em mais de 300.000 ha de floresta queimada no sudoeste da Amazônia e pelo menos U\$ 50 milhões em perdas econômicas diretas (Brown *et al.* 2006). Em reação a esses eventos, a Iniciativa MAP adotou medidas para melhorar a governança na resposta a desastres naturais e adaptação às mudanças climáticas. Uma delas foi a criação do grupo de trabalho sobre gestão de risco denominado de “*Mini-MAP Gestão de Risco*” (MMGR), com o objetivo de melhorar o planejamento para eventos climáticos extremos (Perz *et al.* 2022).

Por meio desse grupo de trabalho, foram estabelecidos fóruns públicos regulares para discutir ações de planejamento ambiental regional participativo, envolvendo membros de universidades regionais, ONGs, governos locais e alguns ministérios nacionais, além de autoridades de defesa civil, incluindo bombeiros e militares (Perz *et al.* 2022). Os fóruns públicos estabeleceram espaços para diálogos participativos, permitindo o compartilhamento de experiências, com o objetivo da coprodução de conhecimento sobre a gestão de riscos futuros a ser usado como base de preparação para a resposta às secas. Além dos fóruns, essa coprodução do conhecimento e a preparação da resposta também contaram com visitas regulares a comunidades em áreas de alto risco, a fim de discutir experiências e coordenar planos de emergência (Perz *et al.* 2022). A continuidade do grupo de trabalho MMGR baseou-se na formação de capacidades regionais para, ao lado de parceiros da iniciativa, durante eventos extremos, coordenar respostas de emergência usando dados em tempo real sobre chuvas e condições hidrológicas do sistema de alerta precoce (Perz *et al.* 2022).

Outra iniciativa que, nos últimos anos, tem contribuído para o sistema de alerta precoce na região MAP e para a construção de capacidades para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas no sudoeste da Amazônia é o projeto MAP-Fire (Plano de adaptação multiator para enfrentar o aumento do risco de

incêndios florestais²), que quantifica o risco de incêndios na região MAP e estuda a interação entre os impactos potenciais e o gerenciamento de riscos (Anderson *et al.* 2020). Dois produtos são os principais resultados desse projeto: (i) a plataforma de gestão de risco e impactos de incêndios florestais³, com monitoramento em tempo real e disponibilidade de dados geoespaciais que podem subsidiar as atividades de técnicos e tomadores de decisão, e (ii) o livro *É Fogo!*⁴, escrito para a comunidade escolar com o objetivo de inserir a temática do fogo no currículo (Anderson *et al.* 2020). Ambos os produtos foram coproduzidos com as partes interessadas através de oficinas e treinamentos, o que permitiu adaptar o conteúdo às necessidades e particularidades locais. O projeto MAP-Fire é um exemplo de diálogo entre ciência e sociedade, uma ação imprescindível para a governança de risco de desastres que transcende fronteiras, sejam elas políticas, ambientais ou disciplinares (Anderson *et al.* 2020).

Considerações finais

Este trabalho lança luz sobre a relevância do tema das secas severas na Amazônia, explorando tanto as definições científicas quanto as percepções locais a respeito desse fenômeno. O impacto de secas extremas sobre os meios de subsistência e o bem-estar das comunidades locais na Amazônia já é evidente, tal como relatado na literatura em relação a eventos extremos recentes. As projeções climáticas indicam que o cenário pode se tornar ainda mais desafiador, caso nada seja feito para conter o avanço do desmatamento e da degradação sobre a floresta amazônica. As projeções também mostram a importância da adoção de medidas urgentes para reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas nas populações locais e na floresta.

Nesse contexto, o conhecimento científico e a experiência das comunidades locais devem ser combinados para fortalecer as estratégias de adaptação às mudanças climáticas na região amazônica. As experiências participativas exploradas neste trabalho sugerem possíveis caminhos para a adaptação e a mitigação da seca na Amazônia por meio da integração dos conhecimentos indígena, local e científico. Ao envolver as populações locais, principalmente os povos tra-

2. A sigla MAP-Fire, no inglês original, significa: Multi-Actor Adaptation Plan to cope with Forests under Increasing Risk of Extensive fires.

3. A plataforma pode ser acessada em <http://terrama.cemaden.gov.br/griif/mapfire/monitor/>

4. O livro pode ser acessado gratuitamente em <https://efogo.weebly.com/>

dicionais, essas abordagens facilitam o desenvolvimento de estratégias específicas ao contexto, aumentando a resiliência e reduzindo a vulnerabilidade dessas populações. Em última análise, uma abordagem holística e inclusiva é essencial para lidar com a complexa dinâmica das secas na Amazônia e garantir o futuro sustentável da região e de seus habitantes. Algumas recomendações são feitas a seguir, tanto no que diz respeito às pesquisas realizadas na Amazônia quanto ao emprego de estratégias adaptativas e abordagens participativas:

- ◆ Promover a adoção de medidas de adaptação e mitigação para eventos extremos, como secas e inundações, com base no conhecimento tradicional das populações afetadas e favorecer o acesso a sistemas de informação e alerta gerados por sensores remotos sobre fenômenos meteorológicos, em uma estratégia combinada de conhecimentos científicos e tradicionais.
- ◆ Estabelecer mecanismos para aproximar as comunidades e os governos locais das experiências participativas, por meio de abordagens integradas, de longo prazo, que favoreçam a participação integral da sociedade civil nas definições e planejamento de medidas mais eficazes para o enfrentamento de eventos extremos.
- ◆ Parar, definitivamente, o desmatamento no bioma amazônico, principalmente através da contenção da expansão da fronteira agropecuária, considerando seus efeitos sobre os padrões de precipitação na Amazônia e também as emissões de carbono derivadas do desmatamento e degradação florestal. Além disso, fortalecer a proteção das unidades de conservação e terras indígenas, principalmente aquelas localizadas em áreas de forte pressão de desmatamento. Como ilustrado anteriormente, o desmatamento contribui enormemente para o aumento do período de déficit hídrico na Amazônia e favorece os incêndios florestais.
- ◆ Intensificar a adoção de medidas de mitigação e adaptação às secas na Amazônia através da promoção de práticas sustentáveis nos setores agrícola, florestal e energético. Estimular a colaboração entre organizações governamentais, não-governamentais, universidades e institutos de pesquisa para desenvolver estratégias de adaptação e mitigação em relação às secas, integrando os conhecimentos científico, indígena e local. Promover a participação ativa das comunidades locais na tomada de decisões e implementação de políticas relacionadas às secas, reconhecendo e valorizando seus conhecimentos e experiências. Fortalecer a capacidade das comunidades indígenas e locais para enfrentar as secas, fornecendo apoio técnico, recursos e acesso a informações relevantes.

- ◆ Fortalecer os atuais sistemas de monitoramento e alerta precoce de secas (e.g., Cemaden/MCTI – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), dotando-os de recursos orçamentários e tecnologia avançada para uma cobertura abrangente e detalhada da bacia amazônica, facilitando o planejamento e a resposta oportuna aos eventos climáticos extremos. Além disso, investir na política de transparência de dados, financiando e aprimorando as plataformas de dados abertos, bem como o incentivo às publicações científicas abertas, para facilitar o acesso ao conhecimento científico sobre extremos climáticos.
- ◆ Governos regionais e nacionais devem investir em estudos transdisciplinares sobre a vulnerabilidade a eventos extremos de seca, identificando as regiões e comunidades em situação mais crítica de exposição a esses eventos (ou que virão a enfrentar situações críticas no futuro), bem como investigando as condições locais que aumentam o risco ou que dão suporte à capacidade adaptativa em face a esses eventos. Fortalecer o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, particularmente os órgãos locais de defesa civil, fornecendo recursos financeiros, capacitação técnica e apoio logístico para o desenvolvimento de ações estratégicas que integrem a participação das populações locais, com o objetivo de antecipar ações de mitigação dos impactos de secas extremas sobre a sociedade.

Agradecimentos – Os autores agradecem aos organizadores da SPSAS “Amazônia Inclusiva e Sustentável”, à FAPESP, à Dra. Simone Athayde e à Dra. Marília Bonifácio Martins, pelas sugestões e compartilhamento de ideias durante e após o SPSAS. A.C.M.P. agradece ao projeto Vozes em Recuperação FAPESP-Brasil (processos nº 2021/07660-2 e 2022/09380-0). A.M.Y. agradece ao projeto Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (projeto 402832/2018-3, chamada Rede Clima continuação 20148, convênio FINEP 01.13.0353.02) e ao Programa de Apoio à Fixação de Jovens Doutores no Brasil (processo nº 01.02.016301.01073/2023-57). L.S.L. agradece ao Programa Beatriu de Pinós, AGAUR, Catalunya (processo nº 2020BP-000156), e ao Programa *Voces for Science* da AGU. Este trabalho contribui para o Programa María de Maeztu, ICTA-UAB, Espanha (processo nº CEX2019-000940-M). M.A.V. agradece ao Programa de Fixação de Recursos Humanos para o Interior do Estado: Mestres e Doutores por Calha de Rio – PROFIX –RH – da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM (processo nº 01.02.016301.00445/2022-47).

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

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

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

Referências bibliográficas

- ABDENUR, A. E., KUELE, G., & AMORIM, A. (Eds.). **Clima e Segurança na América Latina e Caribe**. In: INSTITUTO IGARAPÉ. 2019. Disponível em: <https://igarape.org.br/wp-content/uploads/2019/12/2019-12-02-publication-Clima-and-Security-PT-web.pdf>.
- ALBERT, James S. *et al.* Human impacts outpace natural processes in the Amazon. **Science**, [S.L.], v. 379, n. 6630, p. 1, 27 jan. 2023. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abo5003>.
- ALCANTARA, L. **5 Ensinaamentos indígenas sobre mudanças climáticas. Horizontes ao Sul**. 2019. Disponível em: <https://www.horizontesaosul.com/single-post/2019/12/19/5-ensinaamentos-indigenas-sobre-munda%C3%A7as-climticas>.
- ALPINO, T. de M.A., FREITAS, C.M. & COSTA, A.M. Seca como um desastre. **Ciência & Trópico**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 1–26. 2014. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/39605>.
- ALVES, Neliane de Sousa. **Mapeamento hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas**: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.8.2013.tde-02082013-130114.
- ANDERSON, Liana Oighenstein; RIBEIRO NETO, Germano; CUNHA, Ana Paula; FONSECA, Marisa Gesteira; MOURA, Yhasmin Mendes de; DALAGNOL, Ricardo; WAGNER, Fabien Hubert; ARAGÃO, Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de. Vulnerability of Amazonian forests to repeated droughts. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 373, n. 1760, p. 20170411, 8 out. 2018. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0411>.
- ANDERSON, Liana; PISMEL, Gleiciane de Oliveira; PAULA, Yara Araújo Pereira de; SELAYA, Galia; REIS, João Bosco Coura dos; ROJAS, Eddy Mendoza; RIOJA-BALLIVIAN, Guillermo; REYES, Juan Fernando; MARCHEZINI, Victor; BROWN, I. Foster. RELATOS DE EXPERIÊNCIAS DOS PROJETOS DE PESQUISA MAP-FIRE E ACRE-QUEIMADAS: diagnóstico e perspectivas de mitigação envolvendo a sociedade para redução do risco e de impactos associados a incêndios florestais. **Uáquiri - Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 14, 29 dez. 2020. Even3. <http://dx.doi.org/10.47418/uaquiri.vol2.n2.2020.4359>.
- ARAGÃO, Luiz Eduardo O. C.; MALHI, Yadvinder; ROMAN-CUESTA, Rosa Maria; SAATCHI, Sassan; ANDERSON, Liana O.; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. **Geophysical Research Letters**, [S.L.], v. 34, n. 7, p. L07701, abr. 2007. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2006gl028946>.
- BORMA, L.D.S. & NOBRE, C.A., (Eds). **Secas na Amazônia**: causas e consequências. Oficina de textos, 2013.
- BROWN, I. F., BRILHANTE, S. H. C., MENDOZA, E. & RIBEIRO DE OLIVEIRA. Estrada de Rio Branco, Acre, Brasil aos portos do Pacífico: como maximizar os benefícios e minimizar os prejuízos para o desenvolvimento sustentável da Amazônia sul-ocidental. In: CEPEI, **La integración regional entre Bolivia, Brasil y Peru**. Lima, Peru: CEPEI, 2002. p. 281–296.
- BROWN, I. Foster *et al.* Monitoring fires in southwestern Amazonia Rain Forests. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, [S.L.], v. 87, n. 26, p. 253–259, 27 jun. 2006. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2006eo260001>.

CARVALHO, N.S., ANDERSON, L.O., NUNES, C.A., PESSÔA, A.C.M., JUNIOR, C.H.L.S., REIS, J.B.C., SHIMABUKURO, Y.E., BERENGUER, 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; CARMENTA, Rachel; LIDDY, Hannah M.; SEIXAS, Hugo; SILVA, Camila V. J.; SILVA-JUNIOR, Celso H. L. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. **Science**, [S.L.], v. 379, n. 6630, p. 1, 27 jan. 2023. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.abp8622>.

LASPRILLA, V. **Aspectos culturales y socioeconómicos en la conformación del calendario ecológico del resguardo UITIBOC**. Tarapacá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi, 2015. 28 p.

LAWRENCE, Deborah *et al.* Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature Climate Change**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 27-36, 18 dez. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2430>.

LI, Wenhong *et al.* Observed change of the standardized precipitation index, its potential cause and implications to future climate change in the Amazon region. **Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 363, n. 1498, p. 1767-1772, 11 fev. 2008. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2007.0022>.

LIMA, Leticia S.; COE, Michael T.; SOARES FILHO, Britaldo S.; CUADRA, Santiago V.; DIAS, Livia C. P.; COSTA, Marcos H.; LIMA, Leandro S.; RODRIGUES, Hermann O.. Feedbacks between deforestation, climate, and hydrology in the Southwestern Amazon: implications for the provision of ecosystem services. **Landscape Ecology**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 261-274, 6 dez. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-013-9962-1>.

LIMA, Leticia Santos de; CUNHA, Evandro Landulfo Teixeira Paradela; ANASTÁCIO, Paula Rossana Dório; MENEZES, Mariane 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, Toshiyuki; 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, Céla 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.; KOLANSKI, 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 Andreza 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.

Sobre os autores

Ana Carolina Moreira Pessôa é Bióloga, formada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com período sanduíche na University of Montana, financiado pelo programa Ciências sem Fronteiras. Tem mestrado e doutorado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atualmente é pesquisadora no Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM).

Aurora Miho Yanai é Engenheira Florestal, formada pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com mestrado e doutorado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Atualmente é pós-doutoranda no INPA.

Letícia Santos de Lima é Engenheira Ambiental, formada pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e doutorado em Geografia pela Humboldt-Universität zu Berlin. Atualmente é pesquisadora no Instituto de Ciência e Tecnologia Ambientais da Universitat Autònoma de Barcelona (ICTA – UAB).

Mônica Alves de Vasconcelos é Engenheira Florestal pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Mestre em Ciências Florestais e Ambientais com período de mobilidade no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Doutora em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela UFAM e em Engenharia do Ambiente – Universidade de Aveiro pelo programa de cotutela. Atualmente é pesquisadora na Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

Pablo De La Cruz é Sociólogo pela Universidade Nacional da Colômbia e possui doutorado em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável pelo El Colegio de la Frontera Sur do México.

Pierre Alvaro Florentín Díaz é Licenciado em Medicina de Emergência pela Universidade Centro Médico Bautista, Licenciado em Língua Guaraní pela Universidade Nacional de Assunção, mestre em Gestão de Riscos de Desastres e Adaptação às Alterações Climáticas pela Universidade Católica Nossa Senhora de Assunção e doutorado em Educação pela Universidade Nacional do Este.

Por que meu rio secou?



O pai de Nina e Pablo não conseguiu ir na cidade porque o rio estava raso demais.



Então Nina e Pablo tiveram uma ideia: falar com seus amigos...

