

**tecnologias integradas ao conhecimento tradicional:
sobrevivência digna da população amazônica em secas extremas**

**technologies integrated with traditional knowledge:
dignified survival of the amazon population in extreme droughts**

Maria Anete Leite Rubim

Professora Titular

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Manaus, AM

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-3451-704X>

Viviane Passos Gomes

Pesquisadora visitante

Universidad de Castilla-La Mancha

Albacete, Castilla-La Mancha, ES

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8921-3082>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17517496>

Resumo: Este trabalho parte da premissa de que é urgente e necessário promover a integração do conhecimento técnico e de tecnologias com o conhecimento tradicional da população local no sentido de efetivar soluções voltadas para a sobrevivência digna da população afetada por eventos extremos na Amazônia, principalmente diante da situação de secas extremas que vem assolando a região nos últimos anos. São relatadas experiências de comunidades ribeirinhas da Amazônia que sofrem com efeitos sociais, econômicos e ambientais tais como: doenças climáticas, perda da biodiversidade, insegurança alimentar, declínio da economia local e deslocamentos forçados. Algumas técnicas de melhoria da Gestão dos Recursos Hídricos e de melhoria da Gestão da Produção de Alimentos são listadas, reforçando as mais recorrentes na região. Outras ações de Integração e Educação Ambiental Climática são abordadas como mais comuns nas comunidades amazônicas, principalmente em razão dos programas de extensão das Universidades. Por fim, este artigo ressalta algumas medidas sociais e políticas com vistas ao combate à injustiça climática, geralmente sofrida pelos povos mais vulneráveis, tais como os povos amazônicos.

Palavras-chave: (1) Seca extrema; (2) Povos amazônicos; (3) Tecnologias integrativas; (4) Justiça climática; (5) Medidas político-sociais.

Abstract: This paper is based on the premise that it is urgent and necessary to promote the integration of technical knowledge and technologies with the traditional knowledge of the local population in order to implement solutions aimed at the dignified survival of those affected by extreme events in the Amazon, especially in light of the

extreme droughts that have been ravaging the region in recent years. The paper reports on the experiences of riverside communities in the Amazon that suffer from social, economic, and environmental effects such as climate-related diseases, biodiversity loss, food insecurity, local economic decline, and forced displacement. Some techniques for improving Water Resource Management and Food Production Management are listed, highlighting the most common ones in the region. Other Climate Integration and Environmental Education actions are discussed as more common in Amazonian communities, mainly due to university extension programs. Finally, this article highlights some social and political measures aimed at combating climate injustice, generally suffered by the most vulnerable peoples, such as the Amazonian peoples.

Keywords: (1) Extreme drought; (2) Amazonian peoples; (3) Integrative technologies; (4) Climate justice; (5) Political-social measures.

**A seca extrema na Bacia Amazônica¹:
uma crise do AGORA**

De acordo com Bittencourt & Amadio (2007), ciclo hidrológico dos rios da Amazônia, em geral, é subdividido em quatro períodos distintos: seca, enchente, cheia e vazante. Os dados referentes a cada período são registrados há 122 anos no porto de Manaus, localizado às margens do rio Negro, principal afluente do rio Solimões/Amazonas. Estas autoras apresentam uma proposta para identificação dos períodos hidrológicos no rio Solimões/Amazonas dentro de um perímetro de 200 km, a partir de Manaus: período de enchente entre 90 e 160 dias, cheia de 60 a 160 dias, vazante de 30 a 70 dias e seca de 30 a 120 dias. Considera-se esses valores como os mais típicos, excetuando os de curta e os de longa duração. Assim, as cotas típicas máximas no período de cheias estão estabelecidas entre 27 e 28 metros e mínimas na seca, entre 17 e 19 metros.

Nas últimas décadas, a frequência de eventos extremos nos rios da Amazônia tem aumentado, com cheias históricas em 2009, 2012 e 2021 e secas marcantes registradas em 2005, 2010, 2023 e 2024. Mais precisamente nos últimos 2 anos, na maior parte da Bacia do Amazonas, os rios ficaram bem abaixo da faixa da normalidade para o período e, em alguns deles, as cotas já chegaram aos níveis mais baixos da história. Por exemplo no Rio Negro, historicamente, a cota abaixo de 15,8 metros é considerada severa, e chega a nível extremo quando supera os 14,05 metros (CHEVUTURI et al. 2023).

Segundo os dados do 43º *Boletim de Monitoramento Hidrológico divulgado pelo Serviço Geológico do Brasil* (SGB), a cota do Rio Negro atingiu valores de 12,70 metros em 2023, e no período de 9 a 12 de outubro de 2024, registrou 12,11 metros, a menor cota em mais de 120 anos.). Estes dados apontam que as mínimas históricas foram registradas também nos rios Solimões e Amazonas. Em outubro de 2024, em Itacoatiara (AM), o rio alcançou a marca histórica de 54 centímetros. Em Manacapuru (AM), o rio Solimões registrou a nova mínima histórica de 3,25 metros. A estação de Almeirim (PA) também registrou a mínima histórica de 1,95 metros. O menor nível registrado anteriormente foi 2,24 metros em 2015.

Isso se deve em razão de uma combinação de fatores, sendo um dos mais citados o fenômeno *El Niño*, que costuma enfraquecer a intensidade das chuvas na região Norte nesta época. Por outro lado, também há que se considerar que os constantes desmatamentos, principalmente através das queimadas criminosas nos últimos dois anos na região, geraram um forte

¹ Vale ressaltar que quando falamos de Bacia Amazônica nos referimos a Parte desta Bacia que se encontra em território brasileiro, portanto, em parte dos territórios dos Estados Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima, além de parte do Maranhão e de Tocantins, mas principalmente nos ataremos aos exemplos de comunidades estudadas no Estado do Amazonas.

impacto na redução das chuvas, o que acabou contribuindo com a seca também em outras regiões do Brasil. Isto pois, o desmatamento na Amazônia desregula os rios voadores, que são cursos de água atmosféricos formados por massas de ar carregadas de vapor de água. Portanto, em razão dos desmatamentos, essa corrente de ar invisível levada pelos ventos diminui consideravelmente, reduzindo assim também o fluxo da umidade da bacia Amazônica para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (NOBRE 2014)

Merece destaque a pesquisa feita por cientistas da *Rede Mundial de Atribuição* (World Weather Attribution – WWA), os quais analisaram a seca que atingiu a Amazônia em 2023, avaliando o papel das mudanças climáticas e do *El Niño*. Neste estudo ficou evidenciado que o *El Niño* e o aquecimento global reduziram as chuvas quase nas mesmas proporções, mas ainda assim, as mudanças climáticas foram, na verdade, a principal causa da seca excepcional na região Amazônica.

Principais impactos sociais e ambientais nas comunidades Amazônicas

Eventos extremos impactam tanto a dinâmica do rio quanto a diversidade de paisagens e a vida das populações locais, as quais são duramente afetadas pela variação do ciclo hidrológico, especialmente durante períodos de seca prolongada ou de cheia intensa (OLIVEIRA et al. 2019). A gravidade da estiagem dos últimos dois anos alcançou marcas históricas e impactos sociais e ambientais, os quais nos cabe aqui listar, conforme a seguir.

Doenças climáticas

As mudanças bruscas de temperatura, assim como a poluição e eventos extremos como secas e inundações comumente afetam a saúde da população, principalmente as que já vivem em situação de vulnerabilidade econômica. Portanto, se convencionou classificar como doenças climáticas as doenças relacionadas com as mudanças climáticas, sendo as mais comuns as doenças de veiculação hídrica, as doenças respiratórias, as perturbações mentais como o chamado *ansiosismo climático*, as doenças crônicas não infecciosas relacionadas às modificações ambientais e as deficiências nutricionais, as quais muitas vezes também são agravadas.

No contexto da Amazônia, a seca extrema vem acompanhada com a falta de água para abastecimento e a contaminação da água potável, aumentando o risco de doenças relacionadas à água, as chamadas doenças de veiculação hídrica. Conforme a *Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde* (CID-10) as doenças de veiculação hídrica são enfermidades causadas pela ingestão ou contato com água contaminada por agentes patogênicos, como bactérias, vírus ou parasitas. Estas

enfermidades são mais comuns em áreas onde a população vive em condições de saneamento básico precárias ou inexistentes.

Mais especificamente, em períodos de seca extrema, a população amazônica que normalmente já é vulnerável em razão da falta de saneamento básico, tem sua situação ainda mais agravada pela falta de água nos rios. Neste cenário, a pouca água que eles conseguem ter acesso são fontes de água contaminadas ou que estão armazenadas de maneira precária, o que aumenta a incidência destas doenças. Dentre as que merecem mais atenção estão: diarreia, hepatite A, cólera, leptospirose, febre tifoide, giardíase, amebíase e esquistossomose.

Segundo o *Painel Saneamento Brasil (2022) do Instituto Trata Brasil*,

... a região Norte, por exemplo, uma das mais atingidas pela seca, tem apenas 14% de coleta de esgoto e 64% da população com acesso à água tratada. Nesta situação, as pessoas utilizam água de poço ou a própria água do rio, que vai ficando cada vez mais contaminada (PERES 2024).²

Isto pois, quando não há o esgoto tratado, esse esgoto bruto vai para o mesmo rio onde se capta água para o consumo humano. Portanto, com um volume de água menor, a diluição desse esgoto bruto também é menor, aumentando a poluição. Neste contexto, fica evidente que as mudanças climáticas acabam se tornando mais um fator de aumento de riscos à saúde da população, piorando as condições das pessoas já afetadas pela falta de saneamento básico.

Em um estudo (BOTINELLY et al. 2024) sobre a percepção ambiental dos moradores da Vila do Rio Ariaú, município de Iranduba, Amazonas, cuja área de ocupação encontra-se no entorno da floresta e às margens do corpo hídrico, foi citado por eles a grande preocupação sobre os possíveis riscos ao usar a água do rio sem tratamento. A maioria dos ribeirinhos afirmou estar ciente dos riscos à saúde, já que a água utilizada para consumo humano deve ser isenta de microrganismos, sendo as bactérias as mais perigosas, como os coliformes termotolerantes e totais. A presença dessas bactérias indica carga fecal na água, tornando-a uma forma indireta de transmissão de doenças diarreicas. No entanto, em locais onde não há água tratada ou poço artesiano, as comunidades mesmo assim tendem a fazer uso da água do rio sem tratamento para consumo e para prover suas necessidades domésticas.

Um outro estudo realizado em uma comunidade escolar na Vila do Puraquequara (GOMES et al. 2025) mostra que todos os integrantes da

² Citado por PERES, Andréia (2024). "Seca extrema expõe os graves problemas de saneamento básico do país." *Veja*, 01 de out. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/balanco-social/seca-extrema-expoe-os-graves-problemas-de-saneamento-basico-do-pais/> Acesso: 15/06/2025.

amostra se encontravam infectados por uma espécie de agente parasitário. Como sinais clínicos, estas parasitoses podem causar uma série de sintomas, de forma leve ou grave, aguda ou crônica, que podem comprometer a capacidade física e/ou cognitiva das pessoas afetadas. Dentre estes sintomas, podemos destacar a diarreia, principalmente em crianças, que é favorecida pela carência no abastecimento, tratamento e armazenamento da água, bem como pela ausência ou precariedade no sistema de esgotamento sanitário, como verificado por Lima & Rubim (2025) em corpos d'água da bacia do rio Puraquequara.

A necessidade de acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário adequados é um direito fundamental dos cidadãos e uma premissa básica para assegurar condições dignas de habitação e manutenção da saúde de uma população. A privação destes serviços, leva milhares de pessoas a viver em condições sub-humanas (GOMES et al. 2025).

Além das doenças de veiculação hídrica, a poluição atmosférica, muitas vezes decorrente de queimadas e desmatamento intensificadas na região nomeada como “Arco do Desmatamento”³, gera aumento de doenças respiratórias, o que costuma ser aumentado em razão da grande poluição nas metrópoles e do aumento da temperatura média global.

Portanto, os intensos incêndios ocorridos na Amazônia, potencializados pela seca prolongada de 2024, causaram doenças respiratórias para as populações ribeirinhas e indígenas. Isto pois, a inalação da fumaça de incêndios florestais, que contém partículas finas (MP 2.5) e grossas (MP 10), monóxido de carbono e outros gases tóxicos, costuma causar irritação nos olhos e nas vias respiratórias, exacerbando sinais e sintomas em indivíduos com asma, bronquite e outras doenças pulmonares.

Os impactos de emissões de poluentes gerado pelas queimadas, podem ser agravados em populações que residem distantes dos centros urbanos, e que não possuem fácil acesso a hospitais ou a sistemas básicos de saúde, permitindo o agravamento ou o adiamento na procura de profissionais da saúde, o que pode ocorrer em povoados na Amazônia (IGNOLLI et al. 2010).

Para ilustrar este contexto, vale trazer alguns registros de entrevistas feitas pelas autoras na comunidade do Verdural, localizada no rio ARIAÚ, município de Iranduba, como parte um projeto de extensão em andamento da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Na época das queimadas, o ar fica insuportável, ficamos doentes com tosse e muitas pessoas passam a sofrer de asma. Não temos assistência médica e nosso único recurso é fazer xarope com nossas plantas. Aqui na comunidade, uma das mulheres é técnica de enfermagem, ela socorre as pessoas e leva na sua canoa até a vila

³ O Arco de Desmatamento compreende os Estados do Acre; Amapá; Amazonas; parte do Maranhão; Roraima; Rondônia; Mato Grosso; Pará e Tocantins.

Letramento SocioAmbiental, Atibaia, 3 (2): 1161-1180, 2025
para conseguir algum tipo de atendimento (Moradora M.A.M., 63 anos).

Não menos importante, são os efeitos das mudanças climáticas para a saúde mental da população afetada. Cada evento extremo pode atingir psique de diferentes maneiras, causando doenças psicológicas tais como depressão, ansiedade, sofrimento emocional e até uma combinação destas doenças. É comum que traumas decorrentes dos desastres naturais ameacem não apenas o bem-estar humano, mas principalmente atinjam os moradores da área afetada de forma crônica. Por exemplo, a *ecoansiedade*, um termo que vem ganhando atenção das mídias nos últimos anos, é uma dessas consequências reais que afeta a população em diferentes graus.⁴

Neste mesmo projeto de extensão que está sendo realizado na comunidade do Verdural, perguntada sobre a ocorrência de doenças psicológicas (ansiosismo) a ribeirinha relata:

...temos a vontade de desistir de viver na nossa comunidade e ir embora, mas ir para onde? Nos sentimos completamente desamparados, e é comum ouvir as pessoas da comunidade se lamentando com muita tristeza (Ribeirinha L.M., 25 anos).

Perda da biodiversidade

A perda da floresta decorrente das mudanças climáticas, seja pelo processo de savanização, seja pela conversão de áreas de floresta para fins agropecuários, poderá afetar fortemente processos ecológicos envolvidos na manutenção da própria floresta. Caso a perda de floresta e a sobrepesca persistam, poderemos perder não apenas recursos alimentares, mas um mecanismo importante de manutenção da floresta. Isso ressalta a importância estratégica da conservação das florestas alagáveis na Amazônia, como forma de protegermos os estoques de pescado, os processos ecológicos que os mantêm e a qualidade de vida da população humana que vive na região.

De acordo com o diagnóstico feito a partir do projeto supracitado em andamento com os moradores da Comunidade do Verdural, sobre a percepção de impactos ambientais que vivenciam devido as consequências das secas e cheias extremas, eles relataram que conseguem prever esses eventos conforme M.A.M. (63 anos): “... agora estamos vivenciando uma grande cheia, então já sabemos que a seca vai ser grande.” Os comunitários, portanto, esperam por uma seca extrema agora em 2025, e revelam suas

⁴ DANTAS, B. (2024). “A era das doenças climáticas”, *Brasil de Fato*, 17 de set. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/colunista/observatorio-de-politica-externa/2024/09/17/a-era-das-doencas-climaticas/> Acesso em: 05/06/2025.

preocupações sobre a variabilidade climática e seus impactos nas práticas de subsistência, como a pesca e a agricultura.

Essa percepção sobre as mudanças climáticas e ambientais gera preocupações rotineiramente, pois influencia diretamente na própria sobrevivência, com riscos à segurança alimentar, conforme veremos a seguir.

Insegurança alimentar

A seca diminui a disponibilidade de água, essencial para o crescimento das plantas e a produção de alimentos, impactando diretamente tanto a agricultura de subsistência, como reduzindo sua capacidade de acessar produtos pesqueiros, principal fonte de proteína para as comunidades.

Diante do contexto de dois anos seguidos de seca extrema na Amazônia, alguns estudos já apontam a diminuição dos estoques pesqueiros, mortalidade de populações de peixes e mamíferos aquáticos. Sob esta perspectiva, segundo estudo realizado por Siqueira-Souza et al. (2024), a seca severa em 2023, seguida de uma enchente fraca em 2024, causou redução das áreas de várzea, essenciais para alimentação e proteção dos peixes jovens, resultando em queda na reprodução e sobrevivência das populações. Os eventos de mortandades de peixes que ficam aprisionados em lagos rasos e quentes durante o período de secas extremas, podem afetar negativamente todas as espécies. Nos peixes migradores de média distância, o atraso da enchente pode provocar uma falha na reprodução e, como consequência, ocorre uma redução no número de indivíduos que iriam desovar naquele ano, resultando em um menor número de recrutas nos anos seguintes e impactando negativamente a pesca.

Também no âmbito do projeto citado acima na comunidade do Verdural, há relatos de que

... havia muitos peixes grandes que passavam aqui no rio. Passava tambaqui, pirarucu, tartaruga. Agora não tem mais. Só tem peixe pequeno. Nas grandes secas, fica mais difícil, porque o rio fica longe (Moradora F.A.M., 63 anos).

Especialmente em populações rurais e de baixa renda, a insegurança alimentar, traz outras consequências como a desnutrição, o emagrecimento, o atraso no crescimento e até mesmo à morte, especialmente em crianças e grupos mais vulneráveis.

Declínio da economia local

A redução da produção agrícola e a falta de peixes prejudicam as economias locais, que dependem da agricultura para a subsistência e renda. Além disso, como os barcos são a principal forma de transporte na Amazônia, a seca, que impede navegação em alguns trechos, deixa comunidades

isoladas, sem acesso a qualquer tipo de abastecimento, seja bens de consumo e até mesmo de sobrevivência, como alimentos, medicamentos e água potável.

Na vila do Puraquequara, os pescadores ficaram sem sua principal fonte de renda, pois com os eventos climáticos dos últimos anos, eles observaram uma redução nos estoques naturais e, no período mais crítico, o transporte fluvial de mercadorias foi prejudicado e eles ficaram sem poder se deslocar nos barcos para realizar a pescaria ou escoar a produção (RUBIM et al. 2025).

Como parte do projeto de extensão em andamento da UFAM que tem o intuito de avaliar o impacto das secas extremas de 2023 e 2024, foi perguntado aos ribeirinhos da comunidade Verdural, sobre como ocorria o deslocamento dos comunitários através do rio, e os moradores responderam que se deslocavam com muita dificuldade para percorrer quilômetros com fim de encontrar locais onde pudessem comprar suprimentos alimentícios, vender produção e outros.

Aqui fica tudo seco com lama até o joelho, andamos a pé e temos que arrastar a canoa por quilômetros pra chegar aonde tem mais água (L.M., 25 anos).

Deslocamentos forçados

Em casos de seca extrema, as populações podem ser forçadas a se deslocar em busca de água e alimentos e até a migrar definitivamente diante da alta vulnerabilidade na região.

Os mais vulneráveis não têm condições econômicas que lhes permitam resistir aos acasos climáticos mais extremos e, por outro lado, esta mesma vulnerabilidade econômica também dificulta que eles se desloquem em busca de água e alimentos, aumentando a crise social e econômica na região.

Além disso, para as comunidades que estiveram ali por décadas de anos é uma difícil decisão de abandonar sua terra e dos seus ancestrais. Todo este processo de migração é bem traumático, não apenas pelo cansaço físico, mas também pelo cansaço mental, gerando muito ansiosismo, conforme relato supracitado.

Por exemplo, a análise da percepção ambiental dos ribeirinhos da vila do Ariaú (BOTINELLY et al. 2024) revelou também um vínculo emocional significativo com o ambiente. A maioria dos entrevistados expressou uma forte relação afetiva com o local onde vivem, destacando a importância de proteger e conservar o ambiente para as futuras gerações. Por outro lado, estes moradores percebem que os problemas ambientais locais são exacerbados pela ausência de intervenções governamentais e políticas públicas eficazes, resultando em um sentimento de desamparo diante da degradação ambiental.

A integração de conhecimentos técnicos e tradicionais

Com o fim de diminuir todos estes impactos que assolam as comunidades ribeirinhas amazônicas, algumas técnicas e tecnologia já são usadas ou são factíveis de serem usadas tanto para gestão de recursos hídricos, como para produção de alimentos e recursos pesqueiros. A esse respeito, existem alguns trabalhos de extensão universitária que atuam ainda limitadamente e de forma experimental para melhorar a qualidade de vida desta população. Por outro lado, também existem algumas iniciativas preventivas, colaborativas ou reativas da própria comunidade baseadas em saberes ancestrais que aliviam em alguma medida os efeitos climáticos sentidos, conforme veremos a seguir.

Portanto, diálogos efetivos com estas comunidades através de oficinas integrativas podem promover uma importante cooperação sociotécnica para gestão climática através da reunião dos conhecimentos técnicos com os saberes tradicionais.

Melhoria da gestão dos recursos hídricos

Especificamente, para garantir que a água seja tratada e distribuída de forma segura com vistas à diminuição da vulnerabilidade das comunidades afetadas existem algumas técnicas de melhoria de gestão dos recursos hídricos, tais como: detecção na área de novas fontes de águas superficiais ou subterrâneas; monitoramento regular dos poços já existentes; uso de diferentes técnicas de tratamento adequadas ao lugar e à demanda; análise de dados de diferentes fontes: estações meteorológicas, sensores de nível de água e dados de consumo, entre outros.

Além disso, a Inteligência Artificial (IA) está transformando diversas indústrias, e o setor de tratamento de água não é exceção. A integração da Inteligência Artificial no tratamento de água pode representar um avanço significativo rumo à sustentabilidade e à eficiência com inúmeros benefícios para qualidade de vida das populações amazônicas mais vulneráveis. Isto pois, com a capacidade de monitorar, otimizar e prever, a IA não só melhora a qualidade da água tratada, mas também reduz custos operacionais e minimiza o impacto ambiental.

Projetos que usam a IA na Amazônia, como o monitoramento na Belo Monte⁵ e o projeto *Providence*⁶ de Monitoramento do ecossistema aquático,

⁵ CERTI — UFSC (2025). “Barco com inteligência artificial monitora água de rio na Amazônia”. Disponível em: <https://certi.org.br/barco-com-inteligencia-artificial-monitora-agua-de-rio-na-amazonia/> Acesso em: 15/07/2025.

⁶MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2024). “Tecnologia que utiliza inteligência artificial amplia área de monitoramento da biodiversidade na Amazônia” Gov.br, 05 de abr. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o->

fauna e flora amazônicas, já começaram a ser implementados, mas infelizmente ainda são muito incipientes e restritos a determinadas áreas, e ainda não se desenvolveram ao ponto de trazer melhorias efetivas na qualidade de vida da população ribeirinha

Por outro lado, algumas práticas comunitárias têm sido comumente usadas para reduzir o estresse hídrico causado pelas secas. Por exemplo, é normal que a grande maioria das comunidades ribeirinhas e indígenas não disponham de água encanada, sendo regular a captação de águas das chuvas, o uso de cisternas e cacimbas para o armazenamento de água. Além disso, é frequente o reuso das águas domésticas para a irrigação de hortas e plantas medicinais. Segundo o *Projeto Saúde e Alegria*, o reuso de águas cinzas está presente em algumas iniciativas agroecológicas e em projetos de comunidades ribeirinhas em áreas com escassez sazonal de água limpa, como no sul do Amazonas, Pará e Acre.

Melhoria da gestão da produção de alimentos

Para garantir a disponibilidade de água para a produção agrícola e o consumo humano, podem ser usadas algumas técnicas de irrigação, tais como a irrigação por: gotejamento, aspersão, bem como a microaspersão, superfície, sulcos, capilaridade, superfície manual, além da reutilização de água.

Também tem sido muito difundidas as técnicas de Agroecologia que além de otimizar o uso da água, são práticas agrícolas que respeitam o meio ambiente e que valorizam os bens comuns, os conhecimentos tradicionais das comunidades, com seus saberes ancestrais e locais.

Vale ressaltar que algumas comunidades tradicionais também já têm priorizado o plantio de espécies como pupunha, castanha, mandioca, jambu, andiroba, buriti, ou seja, o cultivo de *Plantas Alimentícias Não Convencionais* (PANCs) locais. Estas preservam a biodiversidade e oferecem segurança nutricional mesmo em épocas de crise climática.

Sem embargo, diante do agravamento da crise climática, é importante que haja a expansão de Educação Popular em Agroecologia e Saberes Locais. Estes projetos de formação agroecológica têm sido executados por diversas organizações através de rodas de saberes e intercâmbio de experiências entre comunidades para fortalecer a autonomia frente às mudanças climáticas, por exemplo: FASE — *Programa Amazônia*, 2021; CNS — *Conselho Nacional das Populações Extrativistas* e ANA — *Articulação Nacional de Agroecologia*, 2022.

A nível nacional, houve avanços significativos como o lançamento da 3ª edição do *Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica* (Planapo) e do *Plano Nacional de Abastecimento Alimentar* (Plannab) no final de 2024.

mcti/noticias/2024/04/tecnologia-que-utiliza-inteligencia-artificial-amplia-area-de-monitoramento-da-biodiversidade-na-amazonia Acesso: 15/07/2025.

Essas iniciativas fortalecem as cadeias produtivas de produtos orgânicos e agroecológicos, além de incentivar as compras públicas de alimentos provenientes da agricultura familiar. No entanto, ainda é necessário avançar em outras questões centrais, como a ampliação do orçamento para essas políticas, especialmente na região Amazônica.

Oficinas de integração e educação ambiental climática

Neste tópico, queremos enfatizar a importância de investigar os conhecimentos dos povos tradicionais amazônicos com vistas a efetivamente reforçar sua importância, incentivando a utilização e a expansão como medidas efetivas de melhoria da gestão de recursos hídricos e de produção de alimentos, principalmente em situações de maior vulnerabilidade, como em razão dos impactos causados pelas secas extrema da Amazônia.

Primeiramente, é importante considerar a forte relação que os ribeirinhos têm com a floresta, e especialmente com os rios que os utilizam para vários fins, entre estes, para navegar, pescar, contemplar a paisagem e especialmente pelo lazer, como nadar no rio. Segundo Tuan (1980), essas experiências são chamadas de topofilia, que significa a afinidade do ser humano com o meio em que ele está inserido.

Por isso mesmo é que a prática ancestral de “leitura dos sinais da natureza” é bastante usada por indígenas e povos tradicionais. Ou seja, a familiaridade e o respeito destes para com a natureza faz com que estes povos adotem um calendário ecológico tradicional, pelo qual eles conseguem se guiar, e assim prever e determinar, a partir do comportamento dos pássaros, dos peixes, insetos, ciclos lunares e das chuvas, qual o momento indicado para plantar, colher e pescar.

Portanto, há de se considerar que os saberes tradicionais e ancestrais, podem ser úteis na minimização dos impactos climáticos. Em conformidade com este pensamento, em estudo feito sobre educação ambiental climática se argumenta que:

É urgente reconhecer também que esses mesmos povos e comunidades possuem saberes e práticas que precisam ser incluídos com protagonismo no enfrentamento à emergência climática, porque partem de uma perspectiva que não separa natureza e sociedade e não trata nem um nem outro como meros recursos (naturais ou humanos) (BRIANEZI, BIASOLI & TRAJBER 2025).

Para tanto, listamos, a modo de exemplos, algumas medidas de integração que podem ser utilizadas nas comunidades amazônicas, e se adaptadas às reais necessidades locais podem ser individualizadas e expandidas e/ou combinadas de diferentes maneiras: ouvir as reais demandas de cada comunidade; entender as práticas tradicionais utilizadas

em emergências; decidir com a comunidade quais as demandas prioritárias; promover práticas de agricultura sustentável (p.ex. horta comunitária); Preparar kits de emergência (p.ex. medicamentos) e assegurar-lhes um lugar à mesa em qualquer negociação futura sobre o tema⁷.

Sobre este último ponto, isso poderia ser efetivado através da participação das comunidades nas decisões do Comitê de Bacia Hidrográfica da sua região. No entanto, na região Amazônica muitos destes Comitês não foram nem ainda implementados, e quando existem, ainda é difícil que comunidades tenham direito a voz e voto. A este respeito, Robinson (2021) traz um relato sobre os questionamentos das comunidades tradicionais:

Como pode o propósito dessa negociação não ser as pessoas? Como nossa voz pode ser silenciada tantas vezes – e repetidamente? Pessoas que vivem em cidades não têm como saber a realidade da mudança climática daquilo pelo qual estamos passando. Eles não podem decidir o que é melhor para nós.

Por outro lado, estas oficinas integrativas além de proporcionar aos técnicos o aprendizado em conjunto sobre as soluções mais condizentes com as tradições da população afetada, também propicia o esclarecimento sobre alguns pontos sobre os quais a comunidade comumente não têm acesso, fortalecendo assim a conjunção de soluções tradicionais com o conhecimento e soluções técnicas, principalmente relativos a previsões climáticas, qualidade da água, riscos à saúde e uso de equipamentos, conforme as medidas que listamos seguir:

- **Informações meteorológicas:** é importante que as comunidades tenham acesso às informações climáticas sobre o local onde vivem (o que inclui ser treinada sobre como aceder a tais informações), bem como sejam alertadas e orientadas sobre como proceder diante das prováveis consequências. Estas informações geralmente são prestadas pelos órgãos oficiais do país, tais como: o *Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais* - INPE, que monitora a região da Amazônia e emite alertas sobre desmatamento, queimadas e outros eventos climáticos extremos; o *Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos* (CPTEC/INPE) fornece previsões meteorológicas e

⁷ Segundo a UNEP no Relatório *Making Peace with Nature*, dar ouvidos a todos os envolvidos principalmente na formação e implementação de políticas climáticas é uma prática do que se convencionou chamar “governança policêntrica”: “*Todos têm um papel a desempenhar para garantir que o conhecimento, a engenhosidade, a tecnologia e a cooperação humanos sejam redirecionados da transformação da natureza para a transformação da relação da humanidade com a natureza. A governança policêntrica é fundamental para capacitar as pessoas a se expressarem e agirem ambientalmente responsavelmente, sem dificuldades indevidas ou autossacrifício.*”

informações sobre o clima para a região; o *Instituto de Nacional de Meteorologia*, que possui um portal onde disponibiliza informações diárias e previsões mensais, além de relatórios climáticos; além do *Defesa Civil Alerta*, lançado em agosto de 2024 como um sistema que envia alertas diretamente para celulares, com mensagens de texto e avisos sonoros, em situações de risco extremo.

- **Informações sobre a qualidade das águas:** a comunidade precisa estar informada sobre a qualidade das águas que utiliza para consumo doméstico, além de ter informações mais técnicas de medidas de gestão adaptadas ao local. Vale ressaltar algumas iniciativas universitárias como a produção de livros infantis distribuídos nas escolas públicas sobre o ambiente amazônico onde são abordados aspectos como poluição dos rios, desmatamento, queimadas (RUBIM & LIMA 2016) e publicações que informam sobre a contaminação da água por bactérias e vermes (GOMES et al. 2020).
- **Orientações sobre saúde comunitária:** a comunidade precisa de orientações contínuas sobre a adequada disposição do esgoto e coleta de lixo, a higiene pessoal, e sobre os riscos à saúde ao consumir água contaminada. Com este propósito, como uma das atividades do programa de extensão Puraquequara da UFAM, foram feitos exames em crianças de uma comunidade escolar rural para diagnóstico de parasitoses, o qual revelou que o quadro de adoecimento por conta destas enfermidades são muito severos e ajudam a agudizar ainda mais a divisão social que existe entre os mais e menos favorecidos. Este programa já realizou atividades objetivando a prevenção em saúde, com práticas interativas, dinâmicas e rodas de conversa sobre cuidados com a higiene, alimentação, limpeza e consumo de alimentos saudáveis (GOMES et al. 2025).
- **Treinamento para o uso de equipamentos:** Por exemplo, o projeto extensão da UFAM de inventário florestal em andamento que está sendo realizado nas comunidades do Mainã e Jatuarana⁸, com a integração efetiva de comunitários e de alunos do Departamento de Ciências Florestais, tem trazido um avanço significativo para a troca de conhecimentos, gerando também valor de inclusão entre os

⁸ Esta iniciativa foi baseada na NOTA TÉCNICA (NT) nº. 02/2023 do Ministério Público Federal, Procuradoria da República no Pará (Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/documentos/2023/mercado-carbono-direitos-comunidades-nota-tecnica-mpf-mppa>), que trata sobre Limites e Condições para a realização de projetos incidentes em terras públicas e territórios tradicionais, visando entre outros objetivos, a salvaguarda aos direitos de povos e comunidades tradicionais no âmbito do mercado de carbono.

moradores. A coordenadora deste projeto que realiza o “*Inventário Florestal Comunitário*” relata:

Foram feitas várias oficinas na comunidade Jatuarana, onde foram esclarecidos a importância do inventário florestal, produtos madeireiros e não madeireiros, créditos de carbono, produção de sementes para recuperação de áreas degradadas, espécies de uso medicinal e sua aplicação. Também, foram realizadas oficinas com atividades práticas, onde foram ensinadas as técnicas de instalação de parcelas para fazer o inventário florestal. Houve treinamento com os comunitários sobre uso de GPS, bússola, e instalação de parcelas dentro da floresta utilizando essas ferramentas. Participaram mateiros experientes para identificação das espécies, utilizando nomes populares como são conhecidas, descrevendo altura, diâmetro e características das mesmas, no interior da floresta.

É importante salientar que há uma crescente mobilização internacional e brasileira para que se reconheça a importância da educação ambiental no enfrentamento da emergência climática, buscando sua valorização em políticas públicas e no financiamento a projetos e programas da sociedade civil. A nível internacional o *Fórum Internacional dos Povos Indígenas Sobre Mudança Climática (International Indigenous Peoples Forum on Climate Change – IIPFCC⁹)* tem sido um importante veículo de inclusão e manifestação dos povos tradicionais. Também a nível nacional, a *Coalizão Brasileira pela Educação Climática (CBEC)*, criada pela sociedade civil em junho de 2023 (atualmente com mais de 90 organizações) colaborou para a criação da *Câmara Técnica de Educação Ambiental Climática no Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC)*.

Considerações finais

Tomando como exemplo os impactos da seca na bacia do rio Puraquequara - Manaus, da Comunidade do Verdural - Iranduba, e da Comunidade Mainã e Jatuarana — zona rural de Manaus, podemos afirmar que a seca extrema dos últimos anos tem causado uma combinação de efeitos econômico, social e ambiental para as comunidades ribeirinhas da Amazônia. Na esfera socioeconômica, além das doenças climáticas, estes povos não têm acesso a gêneros de primeira necessidade como comida e remédios, bem como sofrem com o colapso de sua economia local,

⁹ Na COP29, a brasileira Sineia do Vale assumiu a co-presidência do *Fórum Internacional de Povos Indígenas sobre Mudanças do Clima*. Sineia é uma liderança indígena do povo Wapichana, das terras indígenas Raposa Serra do Sol e Serra da Lua — RR, além de atual coordenadora do *Comitê Indígena das Mudanças Climáticas (CIMC)* e co-presidente do *Comitê Regional da Amazônia Brasileira para Parceria com Povos Indígenas*.

principalmente a pesqueira. No aspecto ambiental são comuns efeitos drásticos para a flora e a fauna, com a redução da oferta de alimentos e com a grande quantidade de peixes mortos, além de lagos, canais e parte do rio principal que secam completamente, dificultando o transporte de pessoas e cargas e promovendo o isolamento social desta população.

Neste cenário de vulnerabilidades, e conseqüentemente, de injustiça climática, é urgente que sejam adotadas uma série de medidas socio-políticas que dignifiquem a vida da população Amazônica. Isso passa por mudança da percepção social sobre as questões climáticas, principalmente em reconhecer que, no nosso atual contexto climático, é insustentável o atual modelo de desenvolvimento, bem como é preciso reconhecer que povos tradicionais são os verdadeiros defensores climáticos. A partir destas percepções, outras medidas devem ser adotadas, começando pela implementação de políticas públicas baseadas numa abordagem integrada que envolva comunidades, autoridades e especialistas para garantir a sustentabilidade e o bem-estar das populações.

Em outros termos, isso também significa que o Poder público deve promover a integração dos saberes tradicionais com a tecnologia e a ciência de ponta, de forma bidirecional, isto é, num caminho de mão dupla, onde a ciência possa se beneficiar das experiências ancestrais e da interpretação da natureza realizada pelos povos tradicionais e indígenas, e por outro lado, estas comunidades possam somar aos seus conhecimentos, os instrumentos e técnicas que os auxiliem a lidar com os desafios da seca extrema. Além, há de se considerar que colocar as pessoas mais afetadas (no caso amazônico, as populações tradicionais ribeirinhas) no centro das soluções, é também uma questão de justiça climática.

Ainda no âmbito político, a pauta climática deve ser transversal e, portanto, prioritária em todos os setores, em especial para promoção da saúde e para o desenvolvimento efetivo da educação climática. Além disso, deve-se priorizar agora em ações de mitigação e adaptação, pois preparar-se para os efeitos climáticos custaria uma fração do valor das medidas necessárias se esperarmos que esses impactos adversos venham à tona. Neste sentido, é crucial que haja o financiamento massivo dos países, seja nacional ou internacionalmente, para o desenvolvimento de ciência e tecnologias que proporcionem além de soluções, informações confiáveis para embasar a tomada de decisões políticas de curto, médio e longo prazo em nosso mundo em rápida transformação.

Especialmente na região Amazônica, é urgente a criação de programas que apoiem a organização e a gestão pesqueira e garantam a conservação dos recursos hídricos, fundamentais para as comunidades ribeirinhas no enfrentamento das fases de crise. Afinal, proteger a Amazônia é vital para a saúde climática do planeta e para a preservação ecossistêmica para as presentes e futuras gerações.

Referências

BITTENCOURT, M.M. & AMADIO, S.A. (2007). “Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus”, *Acta amazônica*, Vol. 37(2).

BOTINELLY, L.; LUBICH, L.; MCCOMB, G. & RUBIM, M.A.L. (2024). “Avaliação da percepção ambiental da comunidade vila do rio Ariaú, município de Iranduba, Amazonas, Brasil”, *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v.7.

BRIANEZI, T.; BIASOLI, S. & TRAJBER, R. (2025). “Enfrentar a emergência climática demanda investir em educação ambiental transformadora”, *Revista Diálogos Soberania e Clima*. V4. Nº 1.

CERTI – UFSC (2025). “Barco com inteligência artificial monitora água de rio na Amazônia”. Disponível em: <https://certi.org.br/barco-com-inteligencia-artificial-monitora-agua-de-rio-na-amazonia/> Acesso em: 15/07/2025.

CHEVUTURI, A.; KLINGAMAN, N.P.; WOOLNOUGH, S.J.; RUDORFF, C.M.; COELHO, C.A.S. & SCHÖNGART, J. (2023). “Forecasting annual maximum water level for the Negro River at Manaus using dynamical seasonal predictions”, *Climate Services*, v. 30.

DANTAS, B. (2024). “A era das doenças climáticas”, *Brasil de Fato*, 17 de set. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/colunista/observatorio-de-politica-externa/2024/09/17/a-era-das-doencas-climaticas/> Acesso em: 05/06/2025.

GOMES, A.L.S., FERREIRA, M.S. & SILVA, E.G.S. (2025) “Perspectiva sobre doenças da pobreza e um estudo de caso no bairro Puraquequara: a invisibilidade das pessoas que o poder público não quer ver”. In: RUBIM, M.A.L. & FERRAZ, L.R. (Orgs.). *Puraquequara em foco: A bacia hidrográfica e seus desafios*. Manaus, EDUA.

GOMES, A.L.S.; BENETTON, M.L.F.N.; SANTOS, I.G.C.; FERREIRA, E.D.C. & MAGALHÃES, F.F.C. (2020). “As aventuras dos seres miudinhos no lago Puraquequara”. In: RUBIM, M.A.L. & FERRAZ, L.R. (Orgs.) *Puraquequara em mosaico: histórias, vidas e recursos*. Manaus, FUA: 197-210.

IGNOTTI, E.; VALENTE, J.G.; LONGO, K.M.; FREITAS, S.R.; HACON, S.S. & ARTAXO NETTO, P. (2010). “Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region”, *Revista de Saúde Pública*, v. 44, n. 1: 121–130.

LIMA, R.M.S. & RUBIM, M.A.L. (2025). “Índices de qualidade das águas como ferramenta para a gestão da bacia hidrográfica do rio Puraquequara”. In: RUBIM, M.A.L. & FERRAZ, L.R. (Orgs.). *Puraquequara em foco: A bacia hidrográfica e seus desafios*. Manaus, EDUA.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2025). “Tecnologia que utiliza inteligência artificial amplia área de monitoramento da biodiversidade na Amazônia”, *Gov.br*, 05 de abr.

Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/04/tecnologia-que-utiliza-inteligencia-artificial-amplia-area-de-monitoramento-da-biodiversidade-na-amazonia>

Acesso em: 15/07/2025.

NOBRE, Antonio Donato (2014). *O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica*. São José dos Campos, SP, ARA, CCST-INPE, INPA.

Disponível em: <https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/futuro-climatico-da-amazonia.pdf> Acesso: 24/09/2025.

OLIVEIRA, B.L.F; ALVES, L.G.S., CARVALHO, J.L.G.; OLIVEIRA, D. G. & SILVA, J. S.. (2019). “A seca de 2018 no alto rio Negro e os impactos a população”, *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 8: 11870—11879.

PERES, Andréia (2024). “Seca extrema expõe os graves problemas de saneamento básico do país”, *Veja*, 01 de out. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/balanco-social/seca-extrema-expoe-os-graves-problemas-de-saneamento-basico-do-pais/> Acesso em: 15/06/2025.

PROJETO SAÚDE E ALEGRIA (2020) “Autogestão da água: Moradores da Vila Amazonas participam de capacitação do Cisterna”, 22 de Jan. Disponível em: <https://saudeealegria.org.br/redemocoronga/autogestao-da-agua-moradores-da-vila-amazonas-participam-de-capacitacao-do-cisterna/> Acesso em: 15/06/2025.

REDE MUNDIAL DE ATRIBUIÇÃO (2024) “Mudanças climáticas, não o El Niño, foram a principal causa da seca excepcional na Bacia Amazônica altamente vulnerável”. 24 de jan. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-not-el-nino-main-driver-of-exceptional-drought-in-highly-vulnerable-amazon-river-basin/> Acesso em: 05/06/2025.

ROBINSON, M. (2021). *Justiça climática: Esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável*. Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB (2024). 48° *Boletim Hidrológico da Bacia do Amazonas*. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20241119_15-20241119%20-%20153915.pdf Acesso em: 05/06/2025

SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; DEUS, C.P.; AMADIO, S.; BORBA, G.C.; FREITAS, C.E.C.; MATOS, O.F.; MORALES, B.F.; RASEIRA, M.B.; RÖPKE, C.; SHIBUYA, A.; ESTUPIÑÁN, G. & ZUANON, J. (2024). *Policy Brief Secas Extremas Podem Impactar a Pesca na Amazônia*. Manaus, PELDdiva.

UNEP – United Nations Environment Programme (2021). “Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies”. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>. Acesso em: 20/06/2025.

Sobre as autoras

Maria Anete Leite Rubim possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (1983), Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (1995), Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2004) e Pós-Doutorado pela Universidade de Sevilla, Espanha. Atualmente é professora Titular da Universidade Federal do Amazonas. Tem experiência na área de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em Limnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade de água, macrófitas aquáticas e limnologia aplicada à aquicultura.

Viviane Passos Gomes é Pós- Doutora em Direito, com ênfase em Direito das Águas pela *Universidad Castilla-La Mancha* - Espanha (2017). Doutora em Direito Público, com ênfase em Direito das Águas pela *Universidad de Sevilla* - Espanha (2015), com Menção Internacional por instância na Universidade de Coimbra - Portugal (2010) - Título de Doutor reconhecido pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Possui Diploma de Estudos Avançados pela *Universidad de Sevilla* (2012). Mestre em Direito Ambiental pela Universidade do Estado do Amazonas (2009). Possui Pós-Graduação em Direito Tributário pela Universidade Federal do Amazonas (2007). Autora dos Livros: "*Legal Protection for Environmental Migrants: Current Challenges and Ways Forward*" (2018) publicado pela Editora Punto Rojo, Espanha; e *La Gestión Integrada y Participativa de las Aguas en Brasil y España: Un análisis de derecho comparado* (2017) publicado pelo *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente*, Espanha, além de ser autora de diversas outras publicações em inglês, espanhol e português. Desde 2015,

atua em Projetos Europeus e Espanhóis com temas de Direito Ambiental e Migração, vinculada à *Universidad Castilla-La Mancha*, Espanha e outras ONGs. Foi professora de Pós-graduação no IDAAM, do sistema IPTV da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e da Faculdade La Salle, Manaus. Em 2014, atuou na Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em Paris, França na elaboração do Relatório sobre Governança das Águas no Brasil .