O PAPEL DAS UNIVERSIDADES NA APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA ADAPTAÇÃO EM SITUAÇÃO DE CHEIA NA AMAZÔNIA

Viviane Passos Gomes [1]

RESUMO – As cheias amazônicas, intensificadas pelas mudanças climáticas, ampliam riscos sociais, econômicos e ambientais para populações ribeirinhas e urbanas. Nesse contexto, as tecnologias sociais aplicadas à gestão hídrica configuram alternativas de baixo custo, participação comunitária e alta replicabilidade para fortalecer a resiliência local. Este trabalho discute o papel das universidades na aplicação de tecnologias sociais voltadas à adaptação às cheias na Amazônia, com ênfase em arranjos que articulam monitoramento hidroclimático, participação social, recuperação ambiental e valorização dos saberes tradicionais. São as formas de atuação das universidades em diferentes arranjos tecnológicos voltados à prevenção, preparação, resposta e recuperação frente às inundações. Argumenta-se que a pesquisa aplicada, a extensão universitária e a formação de quadros técnicos e comunitários constituem eixos estratégicos para consolidar uma governança hídrica e climática participativa, capaz de reduzir vulnerabilidades e apoiar a construção de territórios amazônicos mais resilientes.

ABSTRACT– Amazonian floods, intensified by climate change, increase social, economic and environmental risks for riverine and urban populations. In this context, social technologies applied to water management emerge as low-cost, community-based and highly replicable alternatives to strengthen local resilience. This paper discusses the role of universities in the application of social technologies for flood adaptation in Amazon, emphasizing arrangements that articulate hydroclimatic monitoring, social participation, environmental restoration and the valorization of traditional knowledge. We present the ways universities engage in different technological arrangements oriented to prevention, preparedness, response and recovery in flood situations. We argue that applied research, outreach programs and the training of technical and community leaders are strategic axes to consolidate participatory water and climate governance, reducing vulnerabilities and supporting the construction of more resilient Amazonian territories.

Palavras-Chave – Tecnologias sociais; Cheias amazônicas; Governança hídrica; Universidades.

[1]) Doutora em Direito, Professora visitante do Programa de Pós-graduação em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos (ProfÁgua) da Universidade do Estado do Amazonas -UEA, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: vipgomes@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

As cheias amazônicas integram a dinâmica natural dos grandes rios, mas nas últimas décadas, têm se tornado mais frequentes e intensas, ampliando danos a moradias, infraestrutura urbana e rural, sistemas de abastecimento de água, produção de alimentos e saúde pública. Comunidades ribeirinhas, populações de baixa renda em áreas alagáveis e grupos socialmente vulneráveis (crianças, idosos, pessoas com deficiência) figuram entre os mais atingidos por perdas materiais e interrupções dos serviços essenciais.

Nesse cenário, depender e esperar soluções exclusivamente baseadas em infraestrutura pública têm se mostrado que não ser o caminho mais rápido para responder à diversidade socioambiental amazônica e à velocidade das mudanças climáticas. Ganham destaque, assim, as tecnologias sociais voltadas à governança hídrica e climática: arranjos técnicos, metodológicos e organizacionais construídos com participação comunitária, de baixo custo, apropriáveis localmente e capazes de fortalecer a autonomia das populações frente às cheias.

Atualmente, algumas iniciativas operadas cotidianamente pelas próprias comunidades são consideradas promissoras, dentre elas, se destacam o monitoramento hidroclimático participativo, o gestão comunitária de riscos, uso de ferramentas de informação geográfica e a valorização dos saberes tradicionais.

Este artigo analisa o papel das universidades na aplicação de um conjunto de tecnologias sociais voltadas à adaptação às cheias no contexto amazônico. Por fim, a conclusão sintetiza os desafios e potencialidades da articulação entre pesquisa aplicada, extensão universitária e participação comunitária na construção de territórios mais resilientes.

2. TECNOLOGIAS SOCIAIS APLICADAS À GOVERNANÇA HÍDRICA E CLIMÁTICA

As tecnologias sociais voltadas à gestão hídrica e climática no contexto das cheias amazônicas combinam soluções técnicas, metodológicas e organizacionais desenvolvidas com participação ativa das comunidades. Mais do que produtos ou equipamentos isolados, configuram arranjos sociotécnicos que integram comunicação comunitária, monitoramento de rios e chuvas, mapeamento participativo e protocolos de avaliação ambiental adaptados aos eventos extremos, levando em consideração os saberes tradicionais contruídos ao longo do tempo. Nesse sentido, assumem papel central na construção de estratégias de adaptação climática em escala local, especialmente em municípios amazônicos isolados e com reduzida capacidade institucional.

Uma característica estruturante dessas tecnologias é o protagonismo comunitário na identificação dos problemas, no desenho das soluções e na gestão cotidiana das ações. Os sistemas comunitários de alerta e gestão de riscos, por exemplo, articulam grupos de mensagens instantâneas, rádios comunitárias, escolas, igrejas, associações locais e lideranças para difundir informações sobre níveis dos rios, previsões de chuva, rotas de fuga e pontos de abrigo, permitindo que a própria população organize respostas rápidas diante de eventos críticos (CEMADEN, 2024, p.29). Como afirma Freire (2013, p. 47), *"ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo".;* de forma análoga, as tecnologias sociais não se impõem de fora para dentro, mas são construídas em comunhão, no diálogo entre moradores, gestores e instituições de pesquisa.

Outro traço recorrente é o uso de metodologias de monitoramento participativo, que combinam instrumentos simples, como pluviômetros artesanais e réguas limnimétricas, com registros fotográficos e observações locais sobre o comportamento dos rios (CEMADEN, 2024, p. 84). O monitoramento comunitário das chuvas e dos níveis dos rios torna-se, assim, uma ferramenta de gestão preventiva dos riscos, gerando séries históricas e dados de alta resolução espacial, frequentemente ausentes em redes formais de medição. A intensificação de eventos hidrológicos extremos na Amazônia exige justamente esse tipo de informação local qualificada, capaz de subsidiar medidas de adaptação ajustadas à realidade de cada território (Marengo et al., 2024, p. 14).

As tecnologias sociais aplicadas à gestão hídrica também se destacam pela combinação entre mapeamento participativo, produção de cartografia social e uso de ferramentas de geoprocessamento de fácil acesso. O mapeamento participativo de áreas inundáveis, rotas de fuga, pontos de abrigo, unidades de saúde e moradias vulneráveis permite que as comunidades reconheçam os riscos a que estão expostas e planejem ações preventivas com maior precisão. O monitoramento participativo da qualidade da água, alinhado às referências de potabilidade definidas pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), permite identificar rapidamente situações de contaminação e orientar medidas de controle, como desinfecção domiciliar, interdição de fontes e priorização de alternativas seguras.

Além disso, ao integrar esses mapas com Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o geoprocessamento participativo amplia a capacidade de análise territorial e fortalece o papel dos cidadãos como "sensores" do espaço geográfico (Goodchild, 2007). Nesse processo, as tecnologias sociais se alinham à noção de geoinformação colaborativa, em que moradores passam a produzir dados relevantes para a gestão pública.

A dimensão cultural é outro elemento central. A integração dos saberes tradicionais neste caso mais especificamente em prol da gestão hídrica e climática reconhece que populações ribeirinhas,

povos indígenas, agricultores familiares e pescadores acumulam, ao longo de gerações, formas próprias de observar a natureza, interpretar sinais ambientais e inclusive antecipar cheias através do chamado Manejo Tradicional (Diegues, 2008, p.184). Sinais como mudanças na floração e frutificação de espécies, alterações no comportamento de peixes e aves, variações na coloração e velocidade das águas devem ser incorporados a protocolos locais de tomada de decisão. Segundo Berkes (2018, p. 18), o conhecimento ecológico tradicional constitui um *"corpo cumulativo de saber, prática e crença",* que, quando articulado ao conhecimento científico, amplia a capacidade de previsão e adaptação frente aos eventos extremos.

Outra característica marcante dessas tecnologias é a simplicidade operacional associada a protocolos de avaliação e monitoramento de fácil aplicação por moradores, estudantes e lideranças locais. Os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), por exemplo, permitem diagnosticar, com base em indicadores visuais e pontuações, o estado de conservação de cursos d'água, identificando erosão, assoreamento, disposição inadequada de resíduos e degradação da vegetação ciliar (Callisto et al., 2002). Tais protocolos aproximam atividades de ensino, pesquisa e extensão das universidades da realidade concreta das comunidades, ao mesmo tempo em que produzem informações relevantes para a gestão pública.

3. AÇÕES POSSÍVEIS DAS UNIVERSIDADES PARA APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS NO CONTEXTO DE CHEIAS AMAZÔNICAS

3 .1 Sistemas Comunitários de Alerta e Gestão de Riscos

Nos sistemas comunitários de alerta e gestão de riscos, as universidades podem colaborar com a construção de metodologias de monitoramento e protocolos de comunicação que articulem dados oficiais e observações locais. Em parceria com prefeituras, coordenadorias de Defesa Civil e o CEMADEN, pesquisadores também devem auxiliar na criação de núcleos comunitários de gestão de riscos, na elaboração de mapas de áreas inundáveis e na definição de rotas de fuga e pontos de abrigo (CEMADEN, 2024, p. 88).

Além disso, oficinas com moradores, professores e agentes comunitários de saúde são de extrema importância testar diferentes formatos de mensagens de alerta, adequando linguagem, canais e periodicidade às realidades de cada comunidade. Ao integrar grupos de mensagens instantâneas, rádios comunitárias, escolas e igrejas em um mesmo sistema organizativo, a universidade poderia reforçar a ideia de que a própria população se organiza para reduzir perdas humanas, sociais, econômicas e ambientais (CEMADEN, 2024, p. 29-33), transformando o alerta em processo pedagógico e político, e não apenas em fluxo de informação técnica.

3.2 Monitoramento Comunitário das Chuvas e dos Níveis dos Rios

No monitoramento comunitário das chuvas e dos níveis dos rios, a contribuição universitária pode aparecer tanto no desenho das redes de medição quanto na sistematização e análise dos dados produzidos pelas comunidades.

Equipes de pesquisa podem auxiliar na escolha de pontos estratégicos para instalação de pluviômetros artesanais e réguas limnimétricas, orientando tanto a padronização de formulários de registro e como desenvolvendo planilhas e aplicativos simples para organização dos dados conforme as peculiaridades das áreas escolhidas.

Essas séries, quando tratadas estatisticamente, permitem identificar padrões de cheias, vazantes e anomalias hidrológicas, alimentando planos municipais de contingência e pesquisas sobre mudanças climáticas. Assim, ao devolver às comunidades os resultados em forma de boletins e mapas, a universidade reforça o caráter educativo do monitoramento, aproximando moradores de conceitos como cota de alerta, cota de inundação e períodos de retorno.

3.3 Mapeamento Participativo e Checklists de Preparação

Nas experiências de mapeamento participativo e elaboração de checklists de preparação, as universidades articulam conhecimentos de geografia, engenharia, ciências sociais e educação popular para apoiar a organização coletiva do território. Desta maneira, as oficinas de cartografia social com moradores permitem identificar áreas historicamente inundadas, processos de erosão, rotas de fuga e locais de abrigo, além de registrar mudanças recentes na dinâmica dos rios.

Em paralelo, estudantes e professores podem ajudar a transformar esses mapas em instrumentos de planejamento, compatíveis com escalas cartográficas e formatos utilizados pelas gestões municipais. Os checklists de preparação, construídos com famílias, escolas e unidades de saúde, devem ser continuamente aperfeiçoados à luz das experiências de cada cheia, permitindo avaliar o grau de prontidão das comunidades e orientar ações preventivas de baixo custo. Desta forma, a participação social na identificação de riscos e na construção de estratégias de resposta é condição para transformar vulnerabilidade em capacidade de agir.

3.4 Integração dos Saberes Tradicionais e Capacitação Comunitária

Na integração de saberes tradicionais e o desenvolvimento de habilidades técnicas da comunidade, as universidades atuam como mediadoras entre diferentes formas de conhecimento,

promovendo processos de diálogo em que ribeirinhos, pescadores, agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais compartilham suas leituras sobre os ciclos das águas.

Projetos de extensão e pesquisa universitárias podem realizar rodas de conversa, entrevistas, oficinas de memória e cartografia social para registrar sinais naturais associados às cheias, como variações na coloração das águas, padrões de floração e frutificação, comportamento de aves e peixes, entre outros. Esses conteúdos ao serem sistematizados em materiais educativos e incorporados a planos de contingência e protocolos de monitoramento, reconhecem que tais saberes constituem importante patrimônio cultural e podem antecipar eventos extremos com elevado grau de precisão local (Berkes, 2018, p. 20). Em sintonia com Freire (2013), a capacitação comunitária se organiza como prática da liberdade, na qual os sujeitos se percebem como autores das soluções, e não como meros receptores de orientações técnicas.

3.5 Protocolos de Avaliação Rápida (PAR)

Na aplicação dos Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) em rios, lagos e igarapés, as universidades participam do desenvolvimento, adaptação e validação de indicadores de integridade ambiental, considerando condições hidrológicas e ecológicas específicas da Amazônia. Docentes e estudantes podem capacitar moradores, professores e técnicos municipais na observação de parâmetros como erosão de margens, assoreamento, presença de resíduos, alteração da vegetação ciliar e fontes de poluição, utilizando fichas de avaliação simplificadas.

As campanhas de aplicação dos PAR geram séries históricas capazes de evidenciar tendências de degradação ou recuperação dos ecossistemas aquáticos, subsidiando decisões sobre fiscalização, recuperação de matas ciliares e medidas de controle da poluição. Ao aproximar ensino, pesquisa e extensão, os PAR transformam rios e igarapés em “salas de aula a céu aberto”, e conforme explica Callisto et al.(2002), assim os participantes aprendem a observar criticamente o ambiente em que vivem.

3.6 Monitoramento da Qualidade da Água

No monitoramento da qualidade da água utilizada pela população durante as cheias, as universidades oferecem infraestrutura laboratorial e conhecimento técnico indispensáveis para análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Devem ser definidos pontos de coleta em poços, captações superficiais e reservatórios de água de chuva, com maior densidade de amostras nos períodos de inundação. Enquanto comunidades

aplicam testes rápidos com kits simplificados, laboratórios universitários devem analisar parâmetros mais complexos, como coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, nutrientes e metais.

Os resultados alimentariam, assim, os sistemas de vigilância em saúde ambiental, orientando intervenções emergenciais, campanhas educativas sobre tratamento domiciliar da água e revisões em sistemas de abastecimento vulneráveis às cheias. Ao tornar visíveis riscos muitas vezes invisíveis, a universidade contribui para que decisões sobre fontes de água se baseiem em evidências, e não apenas em percepções subjetivas.

4. CONCLUSÃO

A adaptação às cheias amazônicas exige mais do que obras pontuais e respostas emergenciais fragmentadas. As tecnologias sociais baseadas em participação comunitária, conhecimento científico e valorização dos saberes tradicionais oferecem caminhos concretos para reduzir vulnerabilidades e fortalecer a governança hídrica e climática em municípios do interior da Amazônia.

Os requisitos que caracterizam uma tecnologia social – participação, acessibilidade, replicabilidade, apropriação comunitária, impacto verificável e sustentabilidade – revelam-se especialmente pertinentes em contextos marcados por isolamento geográfico, limitações de recursos financeiros e forte dependência dos recursos hídricos locais. Ao operar em "escala humana" e articular soluções físicas, metodológicas e organizacionais, essas tecnologias tornam-se instrumentos potentes de transformação social.

Nesse processo, as universidades desempenham papel estruturante. Por meio da pesquisa aplicada, contribuem para compreender a dinâmica das cheias, elaborar indicadores e modelos preditivos, avaliar riscos e orientar investimentos públicos. Pela extensão universitária, aproximam conhecimentos técnicos das demandas concretas das comunidades, apoiando a implementação de sistemas de alerta, monitoramentos participativos, mapeamentos comunitários, protocolos de avaliação rápida, monitoramento da qualidade da água, considerando que estas são técnicas de fácil aplicação e baixo custo. Entretanto, vale destacar que a experiência acumulada indica que as tecnologias sociais discutidas neste artigo apresentam baixo custo mas isso pode ser relativo, em razão do difícil acesso a algumas comunidades amazônicas, dificultando a logística de replicação de ações educativas de forma mais homogênea em diferentes municípios.

Na formação de recursos humanos, as universidades tem o papel de prepar técnicos municipais, lideranças comunitárias e jovens pesquisadores para atuar em uma abordagem integrada de gestão hídrica e climática.

A atuação universitária, entretanto, alcança seu pleno potencial, quando além de reconhecer o protagonismo das comunidades amazônicas, também conclama prefeituras, órgãos de defesa civil, secretarias de meio ambiente e saúde, companhias de saneamento e instituições federais a incorporar essas tecnologias sociais em seus planos de saneamento, recursos hídricos, adaptação climática e defesa civil, garantindo condições materiais e institucionais para sua continuidade.

Contudo, é central o entendimento de que o papel das universidades não se limita à produção de conhecimento, mas envolve a coprodução de soluções, a formação de redes interinstitucionais, o fortalecimento da autonomia comunitária e o compromisso ético-político com a redução das desigualdades e a promoção da justiça hídrica e climática na região.

Em suma, a difusão de tecnologias sociais, apoiada por universidades e poder público, pode contribuir para a construção de territórios mais resilientes, com comunidades capazes de antecipar riscos, organizar respostas coletivas, proteger vidas e patrimônios, conservar ecossistemas aquáticos e exercer controle social sobre as decisões que afetam seu futuro.

AGRADECIMENTOS - Agradeço o apoio do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

REFERÊNCIAS

BERKES, F. (2018). *Sacred Ecology*. 4. ed. New York: Routledge,394 p.

BRASIL. Ministério da Saúde (2021). *Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.* Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. (2002). "*Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Atividades de Ensino e Pesquisa"*. Acta Limnológica Brasiliensia, 14(1), pp. 91-98.

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2024). *Educação em clima de riscos de desastres.* 3. ed. Reimpressa. São José dos Campos: CEMADEN, 95 p.

DIEGUES, A. C. (2008). *O Mito Moderno da Natureza Intocada*. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 198 p.

FREIRE, P. (2013). *Pedagogia do oprimido*. 55. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Paz e Terra,

GOODCHILD, M. F. (2007). "*Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography"*. GeoJournal, 69(4), pp. 211–221.

MARENGO, J.A.; ESPINOZA, J.; FU, R.; JIMENEZ MUÑOZ, J.C.; ALVES, L.M.; DA ROCHA, H.R.; SCHÖNGART, J. (2024). *"Long-term variability, extremes and changes in temperature and hydrometeorology in the Amazon region: A review*". Acta Amazonica 54 (Special 1) pp.1-20.