



unicef 

para cada criança

**Avaliação participativa
dos riscos climáticos
para o setor de água,
saneamento e higiene
em Careiro da Várzea,
Amazonas - Brasil**



Avaliação participativa dos riscos climáticos para o setor de água, saneamento e higiene em Careiro da Várzea, Amazonas - Brasil

Este relatório foi preparado por Virginia Mariezcurrena e Laura Vargas, e revisto por Matheus Valle de Carvalho (SIWI); e conta com contribuições técnicas de Rodrigo Resende, Paulo Ricarde F. Diógenes, Raul Guerrero e Jose Briceño (UNICEF Brasil).

UNICEF Brasil

Judith Levillée

Coordenadora do Território Amazônico

Gregory Bulit

Gerente de Emergência

Debora Nandja

Chefe do Escritório do UNICEF em Manaus

Rodrigo Resende

Oficial de Água, Saneamento e Higiene

Paulo Ricarde F. Diógenes

Consultor de Água, Saneamento e Higiene

Raul Guerrero

Consultor de Água, Saneamento e Higiene

Jose Gregório Briceño Lopez

Consultor de Água, Saneamento e Higiene

Neideana Ribeiro

Oficial de Saúde e Nutrição UNV

Elizabeth da Costa Cavalcante

Especialista de Comunicação UNV

Morgana Dantas

Assistente de Projetos

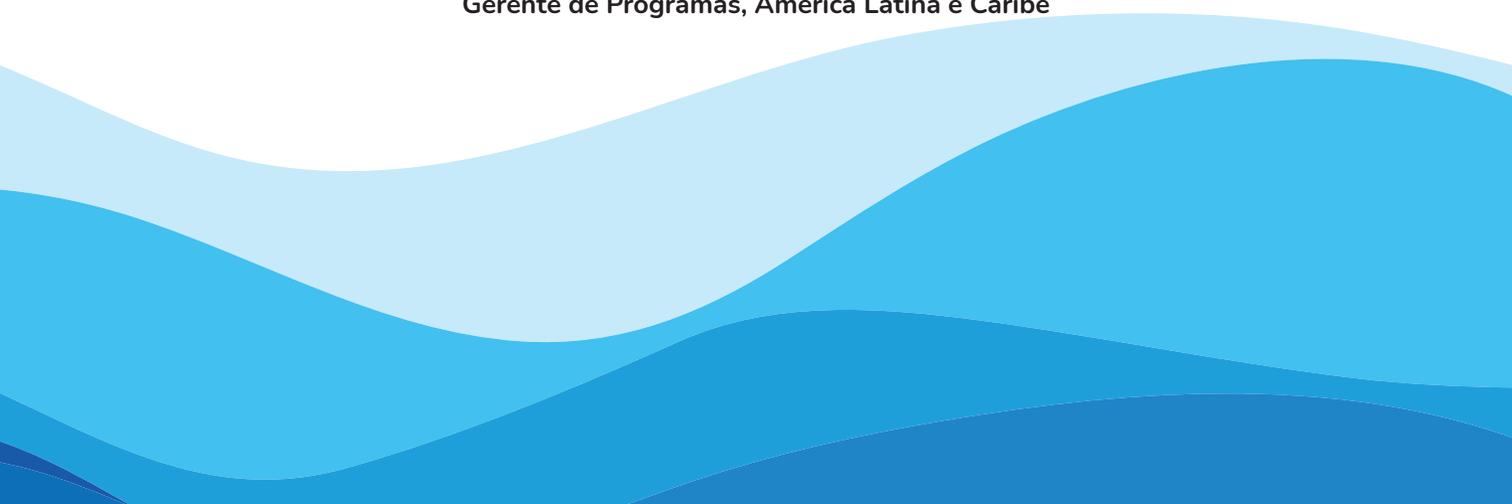
SIWI

Virginia Mariezcurrena

Gerente de Programas

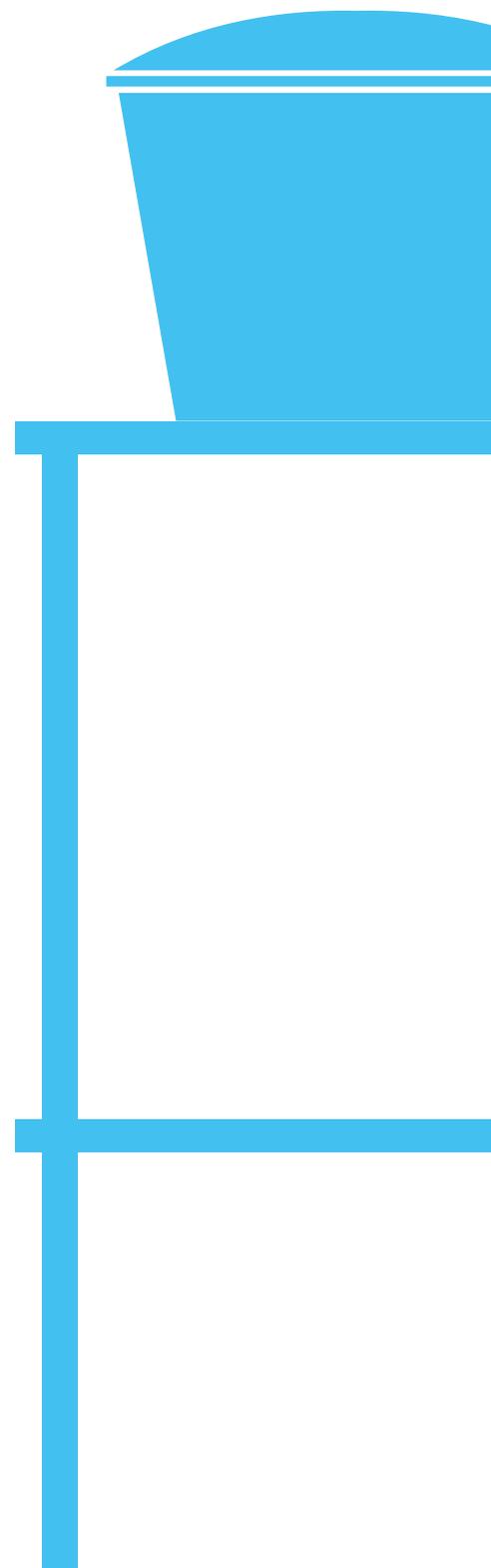
Laura Vargas

Gerente de Programas, América Latina e Caribe



SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Análise sobre a integração WASH	
- Clima nas políticas públicas	9
3. Metodologia para a avaliação do risco às mudanças climáticas	13
3.1. Avaliação das ameaças	
3.2. Avaliação da exposição	
3.3. Avaliação da vulnerabilidade	
3.4. Priorização do risco	
4. Avaliação do Risco: Careiro da Várzea	21
4.1 Avaliação de Ameaças	
4.1.1 Inundações	
4.1.2 Terras caídas	
4.2 Avaliação de exposição	
4.2.1 Exposição às inundações	
4.2.2 Exposição às terras caídas	
4.3 Vulnerabilidade	
5. Agregação de riscos: resultados	39
6. Conclusões	45
7. Bibliografia	46





1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão mostrando seus efeitos nos serviços de Água, Saneamento e Higiene (WASH, pela sigla em inglês)¹ e as previsões indicam que a situação será agravada no futuro.

Para atingir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o objetivo nº 6 e a realização dos direitos humanos à água e ao saneamento, é fundamental compreender como o setor de WASH em escolas pode ser impactado frente a essas mudanças.

Nesse sentido, o Escritório Nacional do UNICEF no Brasil, com o apoio técnico do Instituto Internacional da Água de Estocolmo (SIWI) e em coordenação com a Prefeitura do município de Careiro da Várzea/AM e o Governo do estado do Amazonas, implementou uma oficina sobre o setor de Água, Saneamento e Higiene em escolas utilizando a ferramenta do *Bottleneck Analysis Tool* (WASH BAT).

O objetivo geral da ferramenta WASH BAT é aumentar a eficiência no uso de recursos do setor de WASH para alcançar resultados mais sustentáveis e equitativos, através de um processo de diálogo entre os atores-chave do setor. A metodologia permite, mediante a oficina, a identificação por parte dos participantes, dos gargalos que dificultam o progresso do setor de WASH em escolas e, em consequência, a definição de ações concretas e mensuráveis para eliminar os gargalos identificadas e melhorar o desenvolvimento do setor, considerando os riscos climáticos. A oficina foi realizada em Manaus para o caso do município de Careiro da Várzea, no Estado do Amazonas, em novembro de 2022, e espera-se que o plano de ação seja integrado no planejamento oficial do governo para o setor de WASH nos próximos anos.

Neste caso, foi implementado o WASH BAT informado pelo risco que combina a utilização de duas ferramentas em um único processo de consulta: i) a avaliação dos riscos climáticos no setor de WASH, e ii) WASH BAT (Ferramenta de análise de gargalos no setor de WASH). Esta abordagem já foi testada em diferentes contextos, incluindo, entre os mais recentes, um WASH BAT a nível nacional na Bolívia, em 2021, e um WASH BAT em escolas a nível subnacional para o Estado de Chiapas e o município de Berriozábal, no México, em 2022. A abordagem começa por se concentrar nas causas específicas dos impactos das mudanças climáticas no contexto específico, seguido de um **exercício de avaliação participativa dos riscos**. Utiliza-se uma metodologia desenvolvida a nível global pelo UNICEF e pela Parceria Global da Água, adaptada pelo SIWI em cada caso.

É precisamente para conduzir a avaliação do risco de alterações climáticas para WASH em escolas que foi formado um Grupo de Trabalho, antes da realização da oficina, sob a coordenação do escritório do UNICEF em Manaus e com a participação de representantes de diferentes instituições do setor de WASH e de educação a nível estadual e local, entre esses funcionários da prefeitura de Careiro da Várzea/AM, prestadores de serviços, como a Companhia de Saneamento do Amazonas (COSAMA) e a Água de Manaus, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas (SEMA/AM), o Conselho

1. O termo saneamento básico no Brasil engloba os setores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e gestão de resíduos sólidos e drenagem pluvial urbana. Neste documento, a sigla WASH refere-se a água, esgoto e higiene (do inglês, *water, sanitation and hygiene*).

de Recursos Hídricos do Amazonas (CERH/AM), academia, como a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), prefeitura de Manaus, Organizações da Sociedade Civil (OSCs), e funcionários responsáveis pela gestão de riscos, entre outros especialistas.

Este relatório compila e resume os principais resultados da avaliação dos riscos climáticos e da validação realizada com o grupo de trabalho prévio à oficina. Após esta breve introdução, os seguintes capítulos apresentam as políticas públicas e programas relacionados com WASH e clima, a metodologia utilizada para avaliação do risco à mudança climática, as características das ameaças priorizadas pelo Grupo de Trabalho e os principais aspectos de exposição e vulnerabilidade. A partir desses elementos, apresenta-se uma análise agregada dos riscos climáticos no setor de WASH em Careiro da Várzea/AM. Ao final do relatório, são propostas algumas conclusões e recomendações.

2. ANÁLISE SOBRE A INTEGRAÇÃO WASH – CLIMA NAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Para a análise informada pelo risco climático, procurou-se avaliar a integração das diretrizes do setor de WASH relativas à mudança do clima. A seguir, apresenta-se um resumo dos documentos relevantes que orientam as ações de mitigação e adaptação à mudança do clima.

Apesar dos avanços na gestão de recursos, a segurança da água é ameaçada pela mudança climática, crescimento populacional e urbanização, cujos efeitos podem ser exacerbados pelas condições econômicas, sociais e ambientais nos anos pós-pandêmicos. De fato, 1,1 milhão de brasileiros foram afetados por inundações e 15,8 milhões por secas em 2020. Além disso, 95,2 milhões de pessoas não têm acesso ao esgotamento sanitário seguro e 2,3 milhões de pessoas utilizam fontes de água não seguras para consumo e higiene pessoal e doméstica (OECD, 2022). Vale mencionar que o Brasil adotou a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC), o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris, assim como outros instrumentos internacionais relevantes para a mudança climática e gestão de recursos hídricos.

Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)² foi instituída mediante a Lei nº 12.187 de 2009 e estabelece seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos. A Política procura, entre outros, a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático, a redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes, o fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional, a implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas 3 (três) esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários, em particular aqueles especialmente vulneráveis aos seus efeitos adversos e à preservação, à conservação e à recuperação dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais tidos como Patrimônio Nacional. Desde 2021, o governo trabalha na atualização da PNMC.

Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)³ promove a redução da vulnerabilidade da mudança climática e planos para gerenciar os riscos associados e prevê ciclos de execução de quatro anos com suas respectivas revisões. Foram considerados, entre outros, os setores de Gestão de Risco de Desastres e de Recursos Hídricos. No caso desse último, a estratégia estabeleceu as medidas de adaptação para melhorar a capacidade de resposta da gestão dos recursos hídricos e a governança em um cenário de maior variabilidade climática para os setores usuários de abastecimento urbano, irrigação, energia, indústrias, qualidade da água e meio ambiente. No processo de implementação do PNA, foi estabelecida a necessidade de considerar a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, as diretrizes estabelecidas no **Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)** e demais planos, programas e políticas relacionados, visando à articulação entre esses instrumentos.

2. <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-lanca-consulta-publica-para-Atualizacao-da-politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>

3. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/clima/ozoniodesertificacao/plano-nacional-de-adaptacao>

Diretrizes para uma Estratégia Nacional para Neutralidade Climática 2022⁴ indicam ações e atividades que contribuirão de maneira significativa para mitigação e adaptação à mudança do clima, apresentam elementos adicionais àqueles que o Brasil já oficializou sobre mudança do clima, para fins de orientação voltada à implementação da contribuição do Brasil ao enfrentamento desse desafio global, e apresentam também exemplos de resultados cujas lições aprendidas e superação de barreiras auxiliarão na continuidade e fortalecimento de algumas ações, bem como na proposta e implementação de iniciativas adicionais. As medidas mencionadas correspondem aos setores de mudança do uso da terra e florestas, energia, agropecuário, processos industriais e uso de produtos, resíduos. Entre outras ações mencionam-se as de esgotamento sanitário estabelecidas no Marco Legal do Saneamento, como a meta de universalização do tratamento do esgoto, utilizando como ferramentas a gestão integrada, a prestação regionalizada, garantindo ganho de escala da universalização, com viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços. O objetivo é que, até 31 de dezembro de 2033, ao menos 90% da população receba os serviços de coleta e tratamento de esgoto, com alto impacto na redução dos gases de efeito estufa. Adicionalmente, como ações para a adaptação à mudança do clima, tem-se novas políticas públicas e o aprimoramento das existentes considerando a melhoria de infraestrutura básica, nas áreas de saúde, saneamento, habitação e transporte, visando melhorar a capacidade adaptativa da população.

Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês) do Brasil perante o Acordo de Paris⁵. Em 2022, o Brasil confirmou o compromisso apresentado em sua NDC revisada, submetida ao Secretariado da UNFCCC em 2020, de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de referência de 2005, em 2025. Adicionalmente, o país assume o compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 50% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. A NDC revisada do Brasil antecipa para 2050, ainda, o objetivo indicativo de longo prazo de alcançar a neutralidade climática. O escopo da NDC brasileira é amplo, prevendo-se a implementação de ações de mitigação e adaptação à mudança do clima ao conjunto da economia brasileira, assim como considerações sobre meios de implementação. No contexto, no relacionado às circunstâncias nacionais, tais como geografia, clima, economia, desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza, menciona-se que políticas e medidas específicas para a população urbana, orientadas a assegurar condições de saneamento e subsistência alinhadas aos imperativos nacionais de desenvolvimento sustentável, deverão ser incorporadas no planejamento da NDC brasileira.

Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019)⁶ estabelece um conjunto de intervenções estruturantes até o horizonte de 2035 para redução dos impactos causados pelos eventos hidrológicos extremos (secas e cheias), além das obras, também são identificados os estudos adicionais e projetos necessários para viabilizá-las, bem como as lacunas de conhecimento em áreas de baixa segurança hídrica, para as quais são propostas ações específicas. O plano apresenta o conceito e índice de segurança hídrica no Brasil nas dimensões humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência; a seleção de intervenções estratégicas; os componentes do programa de segurança hídrica; e os desafios da implementação.

4. https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/clima/ozoniodesertificacao/clima/diretrizes-para-uma-estrategia-nacional-para-neutralidade-climatica_.pdf

5. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20-%20First%20NDC%20-%20%20FINAL%20-%20PDF.pdf>

6. <https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>

Novo Marco Regulatório do Saneamento (2020)⁷. A Lei nº 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento básico. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) passa a editar normas de referência para a regulação. Estas regras de caráter geral deverão ser levadas em consideração pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais (municipais, intermunicipais, distrital e estaduais) em sua atuação regulatória. Nesse sentido, a entidade reguladora, observadas as diretrizes determinadas pela ANA, editará normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços públicos de saneamento básico, entre as que se incluem medidas de segurança, contingência e emergência.

Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab⁸ consiste no planejamento integrado do saneamento básico considerando seus quatro componentes: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta de lixo e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, e possui o horizonte de 20 anos (2014 a 2033). O Plano estabelece metas para 2023 e 2033. O Plano também sugere estratégias que orientam a atuação dos agentes do setor, em especial do Governo Federal, e que foram utilizadas como referência para o delineamento dos três Programas: Saneamento básico integrado - Infraestrutura urbana, Saneamento rural e Saneamento estruturante. O Plansab é monitorado anualmente por meio da elaboração dos Relatórios de Avaliação Anual.

Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR (2019)⁹ proposto pelo Plansab, pretende alcançar as populações do campo, da floresta e águas e os povos originários, segmentos populacionais distintos, cujas especificidades fornecem elementos para embasar a escolha das soluções de saneamento básico a serem adotadas no relacionado à tecnologia utilizada e no que se refere ao modelo de gestão das soluções. O programa é pautado por três eixos estratégicos interconectados, gestão dos serviços, educação e participação social e tecnologia, estabelece metas, diretrizes e estratégias e propõe soluções técnicas segundo o contexto.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC¹⁰, instituída pela Lei nº 12.608 de 2012, é um documento de referência para todos os órgãos de Defesa Civil. Estabelece diretrizes, planos e programas prioritários para o desenvolvimento de ações de redução de desastres em todo o País, bem como a prestação de socorro e assistência às populações afetadas por desastres. A Política traz os princípios, os objetivos e instrumentos de como a gestão de riscos de desastres e a gestão de desastres serão implementadas no Brasil, com o propósito de assegurar condições sociais, econômicas e ambientais adequadas para garantir a dignidade da população e garantir a promoção do desenvolvimento sustentável. A PNPDEC deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais.

7. [Novo Marco Legal do Saneamento — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](http://www.gov.br)

8. [Plano Nacional de Saneamento Básico — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](http://www.gov.br)

9. [MNL_PNSR_2019.pdf \(funasa.gov.br\)](http://funasa.gov.br)

10. [Defesacivil - A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC](http://www.gov.br)

Outras Políticas Públicas relacionadas com saneamento e educação

PDDE Água e Esgotamento Sanitário - Programa Dinheiro Direto na Escola¹¹ é um dos braços do Programa Dinheiro Direto na Escola, cujo propósito é prestar assistência financeira às escolas e contribuir para manutenção e melhoria da infraestrutura física e pedagógica. O PDDE Água e Esgotamento Sanitário tem como objetivo promover ações voltadas à melhoria da qualidade do ensino das escolas públicas das redes distrital, municipais e estaduais da educação básica do campo, indígena e quilombola, garantindo o abastecimento contínuo de água adequada ao consumo humano e o esgotamento sanitário. O PDDE Água e Esgotamento Sanitário é direcionado às escolas que informam no Censo Escolar a inexistência de água em suas instalações. Por meio da iniciativa do Fundo Nacional de Desenvolvimento de Educação (FNDE), vinculado ao Ministério da Educação, o governo destina dinheiro a essas unidades escolares.

11. [PDDE Água e Esgotamento Sanitário - Ministério da Educação \(mec.gov.br\)](http://pdde.mec.gov.br)

3. METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DO RISCO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Uma avaliação do risco climático visa determinar a natureza e extensão do risco, analisando potenciais ameaças e avaliando as condições de vulnerabilidade existentes que, em conjunto, podem potencialmente prejudicar as pessoas expostas, incluindo grupos populacionais específicos. O foco da análise é o impacto dos riscos climáticos nas infraestruturas, serviços e fontes de água. Portanto, a importância deste exercício reside no fato de que os sistemas de WASH que consideram as avaliações de risco tendem a ser mais resilientes e mais suscetíveis de resistir a choques causados pelas alterações climáticas. A metodologia participativa aplicada à análise de risco em Careiro da Várzea foi desenvolvida pelo SIWI com base na metodologia de avaliação de risco para WASH a nível global proposta pelo UNICEF e pela Aliança Mundial da Água, conforme detalhado abaixo.

Esta metodologia considera o risco como resultante da interseção das seguintes variáveis: ameaças, exposição, vulnerabilidade e capacidade, como se mostra na Figura 1. Esta última variável refere-se à capacidade de resposta ou preparação de um grupo ou sistema, o que influencia o nível de risco de forma inversa: uma capacidade elevada reduz o risco. No entanto, por uma questão de simplicidade e utilização eficiente do tempo disponível, a capacidade não foi abordada na avaliação.

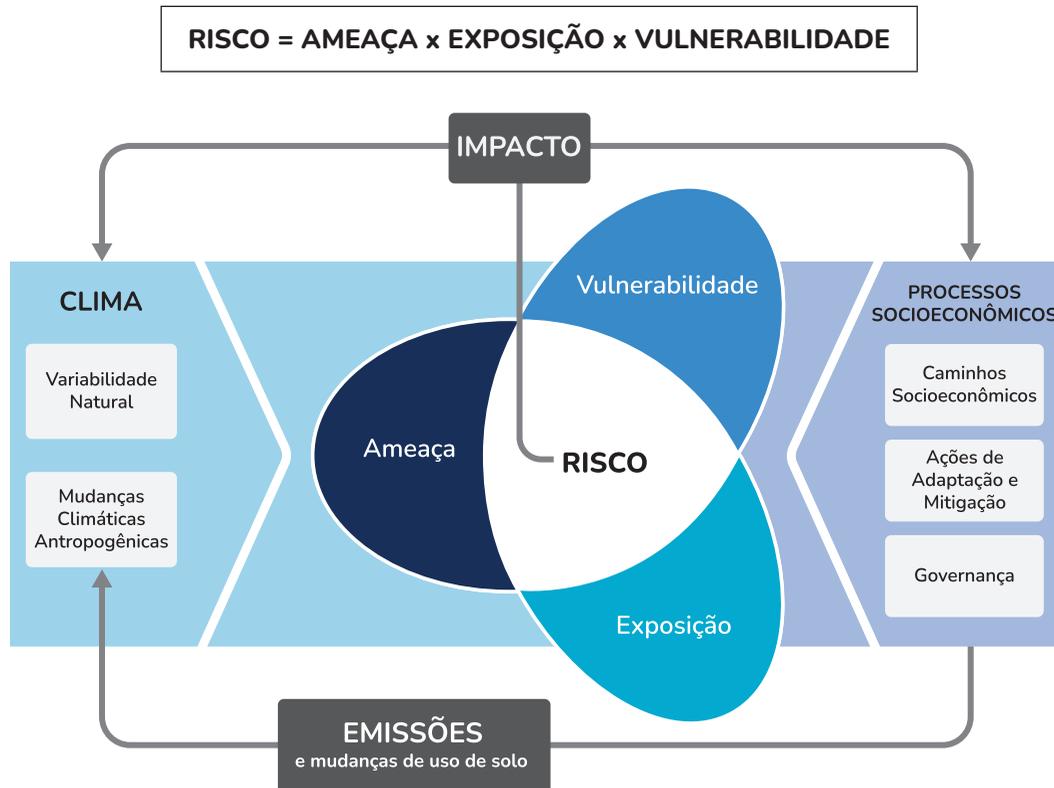


Figura 1. O risco resulta da interseção entre ameaças, exposição e vulnerabilidade

A análise participativa do risco inclui a identificação, avaliação e pontuação desses três elementos de risco, que se desdobram em três etapas de análise separada. Em uma quarta etapa, as pontuações de cada variável são agregadas, seguindo a fórmula do risco, dando, assim, o resultado do risco.

Para considerar e avaliar as diferentes componentes de risco, foram adotadas as seguintes definições dos elementos de risco:

Ameaça: “um fenômeno perigoso, substância, atividade humana, ou condição que possa causar perda de vidas, lesões ou outros impactos na saúde, danos materiais, perda de meios de subsistência e serviços, perturbações sociais e econômicas, ou danos ambientais” (UNISDR, 2009).

Exposição: “pessoas, bens, sistemas ou outros elementos em locais ou ambientes que possam ser adversamente afetados por ameaças e que, por conseguinte, estejam sujeitos a perdas potenciais”. Adaptado de UNISDR (2009).

Vulnerabilidade: “as características e circunstâncias de uma comunidade, sistema, ou bem que a tornam suscetível aos efeitos nocivos de uma ameaça. Há muitos aspectos da vulnerabilidade, decorrentes de vários fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais” (UNISDR, 2009).

Nesta abordagem metodológica, as dimensões de exposição e vulnerabilidade estão divididas em seis componentes: social, financeira, física, ambiental, humana e política e institucional, como se pode apreciar na Figura 2. Um conjunto de questões facilita a avaliação por parte dos participantes para cada componente.

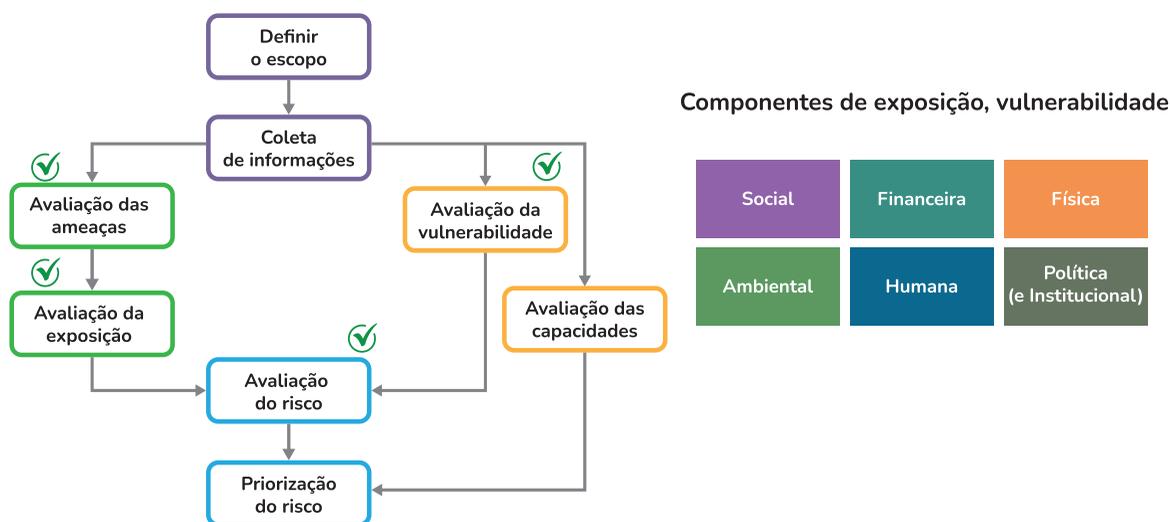


Figura 2. Passos para a avaliação dos riscos e componentes das dimensões de exposição e vulnerabilidade

Como indicado acima, as três etapas metodológicas iniciais correspondem à avaliação das ameaças, da exposição e da vulnerabilidade, como se detalha a seguir.

3.1 Avaliação das ameaças

O primeiro passo na análise é a identificação e caracterização das ameaças que afetam o setor de WASH e o avaliação das suas principais características, de acordo com as variáveis indicadas no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das características analisadas para as ameaças

Variável	Descrição
Frequência	A frequência da ameaça inclui detalhes sobre como se espera que ela evolua no futuro.
Duração	Descreve quanto tempo dura normalmente um episódio da ameaça.
Intensidade	Descreve a magnitude da ameaça, por exemplo, se a inundação for identificada como uma ameaça, se é água de inundação rasa, de movimento lento, água de inundação profunda, de movimento rápido.
Extensão geográfica	Descreve a extensão da área geográfica afetada pela ameaça.
Época do ano	Descreve se a ameaça ocorre num determinado momento do ano - por exemplo, durante as estações úmidas.

Fonte: GWP e UNICEF (2017). [Strategic Framework for Climate change resilience](#).

De acordo com as características mais relevantes, as ameaças podem ser classificadas de acordo com um sistema simples de pontuação que corresponde a um sistema de semáforo (Alto - 3, Médio - 2, Baixo - 1).

Em primeiro lugar, o enfoque está em determinar a extensão geográfica de todas as ameaças (ver Quadro 2.) Em segundo lugar, cada ameaça é pontuada com base em uma ou duas características adicionais, dependendo dos dados disponíveis. Para cada característica ou combinação de características, algumas categorias são definidas de modo que uma pontuação específica possa ser atribuída.

Quadro 2. Classificação das ameaças - exemplo para a extensão geográfica atual e futura prevista

Classe	EXTENSÃO GEOGRÁFICA		Pontuação
	Presente	Futuro	
Alto	Afeta uma grande área	Espera-se que continue a afetar uma grande área ou uma área ainda maior.	3
Médio	Afeta uma pequena área	Espera-se que afete uma área maior.	2
Baixo	Não é um problema	Não se espera que aumente.	1

A Figura 3 apresenta um exemplo de um sistema de pontuação para classificar as ameaças de acordo com a frequência e intensidade, no caso de estas características terem sido consideradas relevantes.



Figura 3. Sistema de pontuação baseado na frequência e na intensidade

São também consideradas tanto a ocorrência presente como a esperada no futuro, como se apresenta no Quadro 3. Todos estes elementos são combinados para dar uma pontuação global para a ameaça.

Quadro 3. Classificação das ameaças de acordo com a frequência e a intensidade

Classe	FREQUÊNCIA E INTENSIDADE		Pontuação
	Frequência e intensidade atuais	Frequência e intensidade esperadas para o futuro	
Alto	Alta frequência, alta intensidade	Alta frequência, alta intensidade.	3
Médio	Alta frequência, baixa intensidade	Alta frequência, baixa intensidade ou alta frequência, intensidade esperada a aumentar.	2
Médio	Baixa frequência, alta intensidade	Frequência baixa, intensidade elevada ou prevista para ocorrer com mais frequência, intensidade elevada.	2
Baixo	Baixa frequência, baixa intensidade	Baixa frequência, baixa intensidade ou não se espera que ocorra no futuro.	1

3.2 Avaliação da exposição

Após a caracterização das ameaças, a segunda etapa da metodologia é a análise da exposição, centrada nas áreas previamente identificadas como as mais afetadas ou propensas a cada ameaça. A exposição pode ser definida como as pessoas, bens, sistemas ou outros elementos em locais ou cenários que possam ser adversamente afetados pelas ameaças e que, por isso, estejam sujeitos a potenciais perdas¹². Sendo os níveis de exposição e as características diferentes para as diferentes ameaças, cada um deles é analisado de acordo com o seguinte conjunto de características (Quadro 4).

Quadro 4. Descrição das características analisadas para exposição

Funcionalidade	Descrição
População	Descreve como cada ameaça afeta grupos particulares da população
Infraestrutura de WASH	Descreve como a infraestrutura de WASH é afetada por cada ameaça
Fontes de água	Descreve como e se a ameaça afeta as fontes de água
Outros	Descreve qualquer outro tipo de bens afetados pela ameaça

Fonte: adaptado de GWP e UNICEF (2017)

Orienta-se a análise a identificar a exposição para a lista completa das ameaças, considerando as características mais relevantes. A fase de pontuação da exposição também se baseia em um sistema de semáforo. A utilização de indicadores qualitativos ou quantitativos pode também ajudar na avaliação, tal como sugerido no Quadro 5.

Quadro 5. Exemplo de tabela de pontuação de exposição.

Fator	Alto	Médio	Baixo
População	Elevada % da população afetada	Média % da população afetada	Baixa % da população afetada
Infraestruturas	> 20% das infraestruturas críticas afetadas	5 - 20% das infraestruturas críticas afetadas	< 5% das infraestruturas críticas afetadas
Fontes de água	Várias fontes de água relevantes afetadas	Poucas fontes de água afetadas	Nenhuma fonte de água afetada

Fonte: GWP e UNICEF (2017)

12. GWP e UNICEF (2017), op. cit.

3.3 Avaliação da vulnerabilidade

A terceira etapa da metodologia é a avaliação da vulnerabilidade. A vulnerabilidade é definida como as características e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou bem que a tornam suscetível aos efeitos prejudiciais de uma ameaça¹³. Nesta parte do exercício, o foco é a análise da vulnerabilidade do ponto de vista de WASH. Por conseguinte, procura avaliar até que ponto o setor de WASH é vulnerável a uma ameaça específica, isto é, incluindo infraestruturas, serviços, estrutura institucional, recursos hídricos, grupos de pessoas etc.

A análise da vulnerabilidade considera as seguintes 6 componentes principais: humana, social, física, financeira, política e ambiental, como se mostra na Figura 4.

Uma questão muito importante aqui é a desigualdade: os grupos mais vulneráveis são geralmente mais expostos e mais afetados por ameaças de qualquer tipo. Para cada componente, é desenvolvido um conjunto de perguntas cujas respostas novamente utilizam um sistema de semáforos. A análise é complementada por comentários dos participantes, incluídos em uma coluna específica.



Figura 4. Descrição de seis componentes de vulnerabilidade

13. GWP e UNICEF (2017), op. cit

3.4 Priorização do risco

A quarta e última etapa da metodologia combina os resultados das etapas anteriores (análise das ameaças, exposição e vulnerabilidade) para chegar a uma classificação global dos riscos, de acordo com a fórmula padrão:

$$\text{RISCO} = \text{AMEAÇA} \times \text{EXPOSIÇÃO} \times \text{VULNERABILIDADE}$$

Estas pontuações foram, então, utilizadas para classificar os riscos e determinar as prioridades, identificando quais dos riscos precisam ser levados para a discussão sobre a avaliação das soluções climáticas.

Quadro 6. Exemplos de pontuações agregadas para a priorização dos riscos

AMEAÇAS		EXPOSIÇÃO		VULNERABILIDADE		PONTUAÇÃO FINAL	RANK
Descrição	Pontuação	Descrição	Pontuação	Descrição	Pontuação		
Seca	2	População	2	Social	2	8	4
Seca	2	Fontes de água	3	Ambiental	3	18	1
Inundações	3	População	2	Humano	2	12	2
Inundações	3	Infraestruturas	3	Físico	1	9	3
Deslizamentos de terras	2	Infraestruturas	3	Físico	1	6	5
Deslizamentos de terras	2	Fontes de água	3	Ambiental	3	18	1

A metodologia proposta foi implementada ao longo de três sessões on-line moderadas pela equipe do SIWI e com a participação de técnicos e especialistas em alterações climáticas da Região, do Estado de Amazonas e o município de Careiro da Várzea. As sessões foram realizadas em grupo: na primeira sessão, foram explicados os principais conceitos e a metodologia e, nas sessões posteriores, foi utilizado um arquivo em Excel para o trabalho de análise dos riscos.

**Análise das áreas de Estrangulamento
Saneamento nas Escolas (WASH
T)**

Metodologia adaptada aos riscos de mudanças climáticas



4. AVALIAÇÃO DO RISCO: CAREIRO DA VÁRZEA

4.1 Avaliação de Ameaças

Para a avaliação das ameaças, foi consultada a ferramenta *ThinkHazard!* do Fundo Global para Redução e Recuperação de Desastres (GFDRR). A ferramenta analisa a ameaça nas condições climáticas atuais, mas também fornece orientações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os efeitos da mudança do clima na frequência e a intensidade da ameaça no futuro.

As ameaças consideradas na ferramenta para o Município de Careiro da Várzea são especificadas no Quadro 7. As ameaças foram analisadas pelos participantes com o propósito de selecionar as mais relevantes no setor de WWASH em escolas de acordo com seu conhecimento do local.

Quadro 7. Ameaças município Careiro da Várzea

Ameaça	Nível
Inundação Fluvial	Alto
Inundação Urbana	Alto
Calor Extremo	Médio
Incêndio Florestal	Médio
Terremoto	Baixo
Deslizamento de terras	Muito Baixo
Escassez de água	Muito Baixo

Fonte: *ThinkHazard*

Nesse sentido, foram selecionados as inundações e o deslizamento de terras, denominado fenômeno de terras caídas. Ainda que o deslizamento de terras aparece como muito baixo, os participantes consideraram este como relevante no contexto desta análise por haver casos recorrentes impactando as escolas e a prestação dos serviços de água e esgotamento sanitário, daí a importância do processo participativo e desta atividade de análise com a participação de múltiplos atores do local.

Em seguida, os participantes procederam à caracterização das ameaças selecionadas com base nos seguintes parâmetros: frequência, duração, intensidade, localização e sazonalidade. Os participantes discutiram também quais destes parâmetros são os mais relevantes para a ameaça, no contexto de Careiro da Várzea, e selecionaram dois deles para o procedimento de pontuação. Apresentam-se a seguir os resultados da caracterização e da pontuação das principais ameaças.

4.1.1 Inundações

A precipitação na sub-região Norte da América do Sul apresenta tendências crescentes nos totais anuais na época úmida na parte leste e tendências decrescentes na época seca. Da mesma maneira,

existe um aumento na frequência das inundações severas anômalas. No entanto, a cobertura dos dados é insuficiente para as precipitações extremas e as tendências a partir dos dados disponíveis dão como resultado um nível de confiança baixo (Castellanos et al., 2022).

Estima-se, também, uma diminuição da precipitação na região tropical, porém esperam-se até meados do século mudanças regionais, como aumentos na quantidade de chuvas no oeste da sub-região de até 40 mm (Castellanos et al., 2022). A tendência na sub-região é uma diminuição da precipitação anual total, mas um aumento na intensidade da precipitação.

O Brasil está entre as regiões que têm apresentado recentemente vários eventos de precipitações intensas, provocados pela mudança climática antropogênica, levando a inundações substanciais e contribuindo a perdas econômicas (Caretta et al., 2022). Existe previsão de que, no futuro, as precipitações sejam mais concentradas e em períodos menos regulares (Caretta et al., 2022).

Estima-se que eventos extremos de precipitação, que levam a inundações, vão se intensificar em magnitude e frequência devido à mudança climática. Um aumento de 1,5°C resultaria em um aumento de 100-200% na população afetada pelas inundações no Brasil (Castellanos et al., 2022).

Com base nessas tendências, no conhecimento do setor, a experiência prévia e o contexto local, os participantes discutiram a caracterização dos cinco parâmetros das inundações em dois cenários: no presente e no futuro. Os participantes coincidiram com as tendências encontradas na literatura, em especial no referente à maior frequência de chuvas intensas. Nos quadros a seguir, podem ser consultados os resultados da caracterização.

Quadro 8. Caracterização das inundações

Característica	Presente	Futuro
Frequência	Aumento na frequência, sendo mais recorrentes em intervalos de 1 a 3 anos.	Espera-se que a tendência seja de aumento, baseada na observação e registro científico do fenômeno nos últimos tempos.
Duração	Cheias a partir do mês de novembro até finais de maio/início de junho, destacando que no final de setembro inicia a captação das águas das cabeceiras.	Percebe-se que a duração permanecerá igual, pouca variação até então.
Intensidade	Percebe-se uma tendência no aumento da intensidade das cheias.	Desmatamento na Amazônia impacta diretamente no volume de chuva.
Localização	Área rural e urbana afetada.	Considerando os pontos das cheias monitorados, o histórico do fenômeno e o impacto dentro do município espera-se que a cobertura seja semelhante no futuro.
Sazonalidade (Período do ano)	A sazonalidade está bem definida, tem apresentado pouca variação.	Percebe-se que não irá ter uma mudança significativa, porém o fenômeno deve ser monitorado com a variação da intensidade das chuvas.

Nesse sentido, os parâmetros escolhidos como os mais relevantes para as inundações foram a frequência e a intensidade.

Quadro 9. Parâmetros relevantes da caracterização das inundações

Característica	Justificação	Pontuação
Frequência	Existe evidência do aumento da frequência nas cheias, referenciadas como históricas, ou seja, ultrapassam o nível máximo esperado, respaldado pelo monitoramento e registros científicos e estatísticos.	3
Intensidade	A intensidade das cheias tem demandado esforços e ações recentes para tentar mitigar os impactos na população mais vulnerável do município.	3

4.1.2 Terras caídas

Denomina-se Várzeas os terrenos baixos e planos nas margens do rio. No caso da cidade de Careiro da Várzea, apresentam-se solos jovens devido ao nível elevado do lençol freático e à inundação periódica a que estão sujeitos, o que limita o processo de formação do solo.

Como consequência das dinâmicas dos rios na região, apresentam-se processos de erosão fluvial, especificamente, o denominado fenômeno de terras caídas que corresponde à erosão lateral que acontece nas margens dos rios da Amazônia (Bandeira et al., 2018). O fenômeno é provocado pela erosão fluvial somado aos movimentos em massa de moderada e grande escala (Bandeira et al., 2018; de Queiroz & Alves, 2021).

Este fenômeno está relacionado à variação sazonal do nível da água dos rios que causa o enfraquecimento, enquanto o nível da água é alto e quando o nível da água decresce, os declives pequenos perdem resistência e tendem a escorregar pelas condições hidrostáticas (Bandeira et al., 2018). Portanto, as mudanças no regime de precipitação afetam diretamente o fenômeno de terras caídas.

De acordo com os participantes no município, o fenômeno de terras caídas chegou a obrigar o deslocamento de 3 escolas para preservar a segurança da comunidade escolar. Este fenômeno é cada vez mais frequente, portanto está sendo mais observado e monitorado. Nos quadros a seguir, podem ser consultados os resultados da caracterização.

Quadro 10. Caracterização do fenômeno de terras caídas

Característica	Presente	Futuro
Frequência	A frequência tem aumentado. As grandes inundações têm-se apresentado a cada 5 anos, contrário ao que acontecia anteriormente quando se apresentavam a cada 10 anos. Neste século, já se apresentaram 5 grandes enchentes, provocando, também, uma maior frequência no fenômeno de terras caídas.	Pode-se estimar que aumentará a frequência, atribuindo-se ao comportamento do homem.
Duração	É um evento que acontece em um período curto provocado pela erosão do rio Amazonas e quando se aliviam as tensões no solo provocadas durante as secas. Ocorre no pico da seca e nos barrancos mais altos.	Trata-se de um processo natural que vai continuar se apresentando, mais acredita-se que a duração pode aumentar e o evento ser mais constante.
Intensidade	Tem aumentado; antes também era raro acontecer, agora acontece em superfícies bem maiores.	Pode-se estimar que vai continuar aumentando.
Localização	Acontece nas margens dos rios, os ribeirinhos conseguem identificar os locais onde estão por se apresentar pela fragmentação do solo. O fenômeno tem acontecido em lugares novos, onde antes não acontecia.	Tendência a acontecer nos mesmos lugares.
Sazonalidade (Período do ano)	Entre setembro e novembro de cada ano, durante o período seco. Acontece anualmente.	O fenômeno tende a ocorrer constantemente

Do mesmo modo que nas inundações, os parâmetros escolhidos como os mais relevantes para o fenômeno de terras caídas foram a frequência e a intensidade, por estarem relacionados ao comportamento das inundações.

Quadro 11. Parâmetros relevantes da caracterização do fenômeno de terras caídas

Característica	Justificação	Pontuação
Frequência	Relevante considerando os impactos	3
Intensidade	Relevante considerando os impactos	3

4.2 Avaliação de exposição

Junto com os participantes, foi analisada a exposição de pessoas, propriedades, sistemas ou outros elementos em locais ou ambientes que podem ser adversamente afetados pelas ameaças e, portanto, estão sujeitos a perdas potenciais às ameaças anteriormente caracterizadas.

4.2.1 Exposição às inundações

As dificuldades econômicas da população, na região amazônica, propiciam migrações aos centros urbanos, onde se concentra, aproximadamente, 80% da população na busca de oportunidades. No entanto, pelo limitado acesso econômico, essa população tende a se estabelecer em áreas propensas a enchentes (Castellanos et al., 2022).

Eventos atípicos em relação ao período e intensidade de cheia têm gerado impactos na comunidade de Careiro da Várzea devido ao período de permanência das cheias, comprometendo a renda da comunidade, cujas atividades econômicas se baseiam na agricultura e pecuária, como se apresenta na Foto 1 (Rios & Matos, 2017).



Foto 1. Hortas no município Careiro da Várzea. Fonte: Adjalma Jaques, divulgação IBGE (IBGE, 2020)

Segundo Rios & Matos (2017), na época de cheias, alguns moradores migram provisoriamente, enquanto outros têm se visto obrigados a adaptar suas moradias. Em relação à comunidade escolar, entre as ações de mitigação, pontes têm sido construídos para o acesso às escolas, como se apresenta na Foto 2. No entanto, episódios de queda de pontes e canoas alagadas no percurso até o porto para aguardar o barco escolar têm sido registrados, colocando em risco estudantes e professores.



Foto 2. Ponte ao lado da Escola Estadual Coronel Fiúza. Fonte: Matos. J.A, 2013 (Rios & Matos, 2017)

Durante a cheia, somente são mantidas as atividades referentes ao serviço público, ainda que no caso das escolas, o calendário e os horários são condicionados pelas limitações de mobilidade (Rios & Matos, 2017). Na Foto 3, apresenta-se a situação de algumas escolas no município.



Foto 3. À esquerda Escola Nossa Senhora da Conceição (junho de 2022), à direita Escola Flutuante Alberto Guedes. Fonte: Secretaria de Educação do Município de Careiro da Várzea.

Segundo os participantes, tanto homens quanto mulheres estão expostos ao impacto das inundações. No caso dos homens, as inundações afetam as atividades econômicas que desempenham e, no caso das mulheres, novas atividades podem abranger os cuidados com as crianças com doenças veiculação hídrica. As comunidades que moram na margem dos rios são as mais expostas a inundações e entre essas estão as comunidades indígenas. Em geral, toda a população sem distinção de nível socioeconômico está exposta, já que se compromete a fonte primária da renda e as atividades básicas. Entre os afetados se encontram os agricultores, fazendeiros, professores, estudantes, agentes de saúde etc.

O Quadro 12 apresenta um resumo da exposição da população às inundações mencionada pelos participantes, de acordo com o contexto local e o conhecimento dos participantes.

Quadro 12. Exposição da população às inundações

Quem	Exposição Urbano-Rural	Alto	Médio	Baixo	Justificativa
Gênero	Mesma exposição para homens e mulheres.	X			O gênero masculino é afetado pela falta de oportunidades de trabalho e para o gênero feminino esse impacto é focado no cuidado e bem-estar do núcleo familiar.
Etno-população / Comunidade Tradicional	Comunidades ribeirinhas e indígenas.	X			
Idade	Crianças e Adolescentes	X			Afetados pelo acesso à educação, menor produção agrícola devido ao fenômeno, proliferação das doenças de veiculação hídrica (0 - 5 anos).
Nível Socioeconômico	Fonte primária da renda do município afetada na sua grande maioria ou de forma total.	X			
Ocupação	Agricultores/fazendeiros, professores, agentes de saúde.		X		
Outro	N/A				N/A

Algumas comunidades veem afetada a qualidade das fontes de água que fica retida, tornando-se imprópria para o consumo humano (Rios & Matos, 2017).

No caso do impacto na infraestrutura para o fornecimento de água, os participantes expressaram que as fontes de água superficiais estão expostas ao aumento de material particulado. Durante as inundações, o tratamento é afetado, aumentando a demanda de produtos químicos (sulfato de alumínio), portanto aumentando os custos operacionais. Também a infraestrutura e os equipamentos são afetados ao ficar submersos. Durante as cheias, quando a infraestrutura para o acesso a água fica submersa, são instalados chafarizes a cotas mais altas para as comunidades. Na Foto 4, pode-se observar a adaptação da infraestrutura para o acesso à água durante as cheias construída pela COSAMA.



Foto 4. Acesso à água potável em período de inundação. Fonte: COSAMA.

No caso da infraestrutura de esgotamento sanitário, na área rural, é comum encontrar que não existe tratamento e, quando existe, os sistemas não apresentam as condições adequadas para evitar a contaminação do lençol freático. Nesse sentido, os sistemas de tratamento devem ser localizados afastados das zonas de inundação e construídos com materiais adequados que evitem a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

No relacionado à exposição dos meios de subsistência, as atividades que sustentam a economia do local estão condicionadas ao transporte e à logística para o aproveitamento dos recursos. No Quadro 13, apresenta-se um resumo da exposição dos meios de subsistência às inundações mencionada pelos participantes, de acordo com o contexto local e o conhecimento dos participantes.

Quadro 13. Exposição dos meios de subsistência às inundações

O Que	Exposição Urbano-Rural	Alto	Médio	Baixo	Justificativa
Infraestrutura de água potável	Infraestrutura alagada. Aumento dos custos operacionais para o tratamento da água e de manutenção de infraestrutura e equipamento.	X			Isso devido à presença de matéria orgânica em suspensão nas captações superficiais que demandam de maiores quantidades de químicos para sua remoção. Materiais e equipamento ficam submersos, aumentando o risco de avarias no sistema.
Infraestrutura de esgotamento sanitário	Infraestrutura alagada. Na área rural é muito comum as fossas rudimentares ficarem alagadas.	X			Lençol freático afetado pela contaminação da matéria fecal das fossas rudimentares. Infraestrutura inadequada para as condições ambientais.
Infraestrutura de higiene	As fontes de água que abastece essas estruturas de higiene são afetadas, interrompendo a utilização dessas estruturas.	X			Localizadas normalmente nos centros de saúde e escolas, sugere-se aumentar a quantidade dessas estruturas em locais estratégicos.
Fontes de água superficiais (rios, lagos etc.)	Aumento de material em suspensão, matéria orgânica e patógenos.	X			
Fontes de água subterrâneas	Aumenta a probabilidade de presença de minerais e patógenos contaminantes.	X			Presença de metais, como o ferro e manganês, que ultrapassa o limite de ingestão recomendado pela legislação.
Meios de subsistência (pesca, gado, animais...)	Mão de obra ligada ao transporte/logística do município.	X			
Outros	Transporte/Logística.				Retirada dos degraus e impedimento da chegada da mercadoria desde Manaus.

4.2.2 Exposição às terras caídas

Os participantes mencionaram que, em geral, a população localizada nas margens dos rios está mais exposta que aqueles mais afastados da ribeira. A perda de terreno representa perdas econômicas para aqueles que se beneficiam desse espaço para a produção de produtos agrícolas, em especial aqueles de baixa renda, sem atividades alternativas para o sustento. Por outro lado, o fenômeno de terras caídas pode gerar perdas de infraestrutura e provocar até a perda da vida das pessoas que moram ao

longo dessas margens (Bandeira et al., 2018). No Quadro 14, apresenta-se um resumo da exposição da população ao fenômeno de terras caídas mencionada pelos participantes, de acordo com o contexto local e o conhecimento dos participantes.

Quadro 14. Exposição da população ao fenômeno de terras caídas

Quem	Exposição Urbano-Rural	Alto	Médio	Baixo	Justificativa
Gênero	Homens, mulheres e crianças estão expostos por igual.			X	
Etno-população / Comunidade Tradicional	População rural do município.	X			Como consequência, apresentam-se danos ambientais que afetam a população.
Idade	Todas as idades sofrem por igual, crianças, adultos e idosos.			X	
Nível Socioeconômico	As pessoas mais afetadas são aquelas de baixa renda.	X			Vulneráveis pelo pouco poder aquisitivo e o pouco amparo social. Perda da propriedade sem condições para reconstruir. Porém, também afeta o município, cuja economia depende da atividade agropecuária.
Ocupação	As pessoas como ocupações de baixa renda.	X			Vulneráveis pelo pouco poder aquisitivo e o pouco amparo social. Perda da propriedade sem condições para reconstruir. Porém, também afeta o município, cuja economia depende da atividade agropecuária.
Outro	Insegurança alimentar.	X			Afeta a alimentação do cidadão. Perde a fonte de alimentação e passa a depender da assistência social.

No caso da infraestrutura para o fornecimento de água potável, os poços são construídos afastados das ribeiras, não sendo afetados. No entanto, quando a fonte de água é superficial, o fenômeno de terras caídas tem um impacto importante na qualidade da água devido ao aumento do material em suspensão. Nesse sentido, na área urbana, o prestador deve realizar o tratamento, porém, na área rural, não se tem garantia de que seja realizado de maneira adequada ante essa situação. No Quadro 15,

apresenta-se um resumo da exposição dos meios de subsistência ao fenômeno de terras caídas segundo os participantes, de acordo com o contexto local e seu conhecimento.

Quadro 15. Exposição dos meios de subsistência ao fenômeno de terras caídas

O Que	Exposição no município (escolas)	Alto	Médio	Baixo	Justificativa
Infraestrutura de água potável	As escolas, às vezes, não podem funcionar pela ameaça de fenômeno de terras caídas. Quando acontece o fenômeno das terras caídas deve se ajustar o tratamento a se fazer.	X			As características da água superficial mudam de maneira substancial (material em suspensão). Na zona urbana, o provedor (a COSAMA) faz o tratamento, mas, na zona rural, ninguém controla a sua qualidade.
Infraestrutura de saneamento (banheiro)	Fossas artesanais (fossas rudimentares) nas famílias.	X			As escolas, às vezes, paralisam as aulas por um tempo até o risco passar. As fossas contaminam as fontes de água com coliformes etc.
Infraestrutura de higiene (pia, água, sabão, produtos de higiene menstrual etc.)	As famílias param de usar a água do rio para usar água das cacimbas, diminui o consumo - tem que economizar.	X			A água não é de boa qualidade. No momento de racionamento, a lavagem das mãos deixa de ser essencial.
Fontes superficiais da água (rios, lagos etc.)	Comunidades ribeirinhas dependem da captação da água do rio. Captam com bomba, quando a terra cai, muitas vezes a bomba e o equipamento (mangueira etc.) caem e as pessoas os perdem. Quando têm cacimba, preferem ir para lá e não ir para o rio.	X			Na zona rural, é mais difícil, porque na zona urbana a COSAMA trata a água. Cacimba é poço artesanal, não protegido. Tem que comprar uma bomba de novo.
Fontes subterrâneas da água	Água do poço tem muito conteúdo de manganês e ferro e, portanto, não é água segura. Quando o fenômeno de terras caídas acontece, as pessoas devem tomar água destes poços.	X			Os poços não podem ser muito profundos, a água tem manganês e ferro por causa do conteúdo de matéria orgânica e questões geológicas. Poços tendem a secar no período de estiagem. Poços rasos são muito mais vulneráveis à contaminação cruzada e à contaminação por causa dos dejetos dos animais.

4.3 Vulnerabilidade

As mudanças na dinâmica hidrológica natural da região, dadas pela aparição de eventos extremos, fazem mais sensíveis os sistemas de alimentação e transporte e, portanto, aumentam a vulnerabilidade dos povos indígenas e comunidades ribeirinhas dependentes desses recursos. Igualmente, populações em centros urbanos remotos com acesso limitado são mais vulneráveis a esses eventos extremos. As comunidades localizadas em áreas remotas dependentes de recursos respondem às mudanças climáticas implementando o conhecimento indígena e local, fazendo mais resilientes os sistemas socioecológicos (Castellanos et al., 2022).

A cidade de Careiro da Várzea é uma das regiões mais afetadas tanto na cheia quanto na vazante, considerando que a topografia propicia a propagação da cheia com maior volume, ao se tratar de uma região de várzea baixa. Diante dos eventos extremos pronunciados e das mudanças do espaço de recorrência, os moradores das comunidades sentem as dificuldades de plantar seus cultivos e realizar a irrigação do plantio, já que dependem do regime hidrológico. Em consequência, as dinâmicas dos moradores se veem afetadas no período de inundação, pois o cultivo pode se reduzir em 80% (Rios & Matos, 2017).

Algumas respostas de adaptação no país têm estado encaminhadas a incentivos econômicos e financeiros, como programas de segurança alimentar (Caretta et al., 2022), assim como medidas de adaptação autônomas, como elevar a infraestrutura e a manutenção dos sistemas de drenagem são implementadas para reduzir o risco de inundação nas áreas urbanas (Castellanos et al., 2022).

No tocante ao esgotamento sanitário, as soluções tradicionais não são adequadas ao contexto local, contribuindo para a disposição inadequada dos dejetos humanos e, portanto, à contaminação da água, o que favorece a proliferação de vetores e coloca em risco a saúde pública. Soluções alternativas adaptadas ao contexto têm sido desenvolvidas, porém a condição financeira da comunidade resulta uma limitante para sua implementação (Neu et al., 2016).

Para a quantificação da vulnerabilidade por parte dos participantes, apresentaram-se conceitos gerais sobre as vulnerabilidades físicas, ambientais, sociais, humanas, políticas e financeiras. Os participantes pontuaram de um a três (um baixo, dois médio, três alto) cada componente de vulnerabilidade a partir de uma série de perguntas orientadoras de acordo com o contexto da Amazônia, independentemente das ameaças, e especificamente para o setor WASH. O Quadro 16 apresenta a nota final para cada componente de vulnerabilidade, sendo a média das pontuações das perguntas de cada componente como pode ser observado no Quadro 17.

Quadro 16. Pontuação agregada das seis componentes de vulnerabilidade

Social 2.25	Financeiro 2.43	Físico 1.00
Ambiental 2.20	Humano 2.50	Política (e institucional) 2.00

Quadro 17. Análise de Vulnerabilidade

Pergunta	Pontos	Comentários
VULNERABILIDADE SOCIAL		
Média para o componente	2.25	
Há acesso às redes de apoio social, como redes de segurança social informal?	2	Zona de várzea/rural altamente impactada pelas cheias / recebiam ajuda de ONG's, porém este ano não receberam / não há constância nas assistências, pois a prefeitura não tem capacidade de atender / há doações de cestas básicas feitas pela prefeitura / cartão com auxílio financeiro fornecido pelo governo do Amazonas / apoio financeiro do governo federal para a prefeitura realizar compra de insumos.
As comunidades fazem avaliações de risco?	1	Não, porém pelo fato de as enchentes serem recorrentes, as comunidades têm mecanismos para lidar de forma empírica.
Existe participação em sistemas de alerta precoce?	2	Decretos de emergência a nível de estado / divulgação das cotas do rio / comparativos com a cheia do mesmo dia do ano anterior / informações enviadas via Facebook, WhatsApp e Agentes Comunitários de Saúde (ACS) / porém existe dificuldades de comunicação devido problemas de acesso à internet e com comunidades isoladas.
Qual é o nível de defecação a céu aberto /ou melhor utilização do saneamento?	3	Existe defecação a céu aberto na zona rural (que corresponde 90% da população do município) / não há tratamento dos esgotos.
Qual é o nível de tratamento de água potável para a casa e armazenamento seguro?	2	Na zona urbana a água é tratada (10% da população do município) / zona rural não é tratada, porém usa hipoclorito.
Existe uma boa consciência nas comunidades da necessidade de proteger as fontes de água?	3	Existe consciência por parte das comunidades, porém há falta de conhecimento.
Existem conflitos (fortes) entre diferentes grupos/membros da comunidade?	2	Conflitos causados por alguns comunitários criarem poder sobre sistemas de abastecimento de água.
Existem grupos populacionais marginalizados?	3	Rural /ribeirinho.

Pergunta	Pontos	Comentários
VULNERABILIDADE POLÍTICA (e INSTITUCIONAL)		
Média para o componente	2.00	
Existe uma política pública que forneça orientações necessárias para identificar e abordar vulnerabilidades e riscos?	1	Existência de programas/auxílio ao combate as cheias a nível local, p. ex. Defesa Civil municipal e estadual.
Existem políticas adequadas para WASH (saneamento básico)? Existe uma política que inclua especificamente a resiliência climática?	3	Temática de água abordada pelo programa "Água Boa"; política estadual de mudanças climáticas de forma geral, porém não de resiliência climática especificamente; sem conexão com mudança climática e prestação de serviços de saneamento básico (WASH).
Alguma outra? Relevante para o Amazonas?	2	Contexto rural e urbano, desenvolvimento de plano municipal em ambos os cenários, necessidade da conexão com as mudanças climáticas (resiliência).
VULNERABILIDADE AMBIENTAL		
Média para o componente	2.20	
Qual é a taxa de desmatamento?	1	Acesso livre de site de monitoramento da taxa de desmatamento, publicações semanais, mapeamento dos pontos críticos/localização do desmatamento, foco também nas queimadas. O município com maior taxa de desmatamento é Manaus, 0.18 Km2. http://meioambiente.am.gov.br/dados-sobre-desmatamento/
Existe alguma degradação do solo resultante de atividades humanas? Quão extenso é isto?	3	Fossas e cemitérios ilegais (pessoas enterradas na própria comunidade).
A qualidade da água cumpre com as normas nacionais? É comum haver derrame conhecido a entrar em fontes de água ou fugas detectadas?	3	Existe o programa de monitoramento de qualidade da água, porém atende somente a zona urbana (10% da população) / existem perdas e desperdícios por conta de acidentes.
Os pontos de água são localizados, por exemplo, para uma das áreas que podem fornecer um abastecimento fiável e seguro? São realizadas investigações hidro geológicas para fontes de água (critérios técnicos)?	1	Normas - CONAMA - para o uso de fontes de água superficiais e subterrâneas. Nos locais, especialmente, rurais, a população não se adere às normas técnicas que garantam a qualidade e segurança da água para consumo humano e outros fins.

Pergunta	Pontos	Comentários
VULNERABILIDADE AMBIENTAL		
Média para o componente	2.20	
Como as fontes de água estão adequadamente protegidas? Algumas estão mais protegidas do que as outras?	3	Percepção local é somente quantitativa e não qualitativa para o serviço de água.
As captações são sustentáveis? Os recursos hídricos estão a ser reabastecidos (natural ou artificialmente)?	1	Em Manaus, apresenta-se sobre-exploração do lençol freático pelas grandes indústrias, o resto dos municípios não experimentam esse estresse hídrico.
Existem fontes de água alternativas para utilizar, se necessário? Os sistemas de abastecimento de água dependem de uma única fonte?	1	Existem fontes pelo tamanho da bacia e diversidade hídrica do território.
Os aterros são incomuns ou são usados? Os aterros são mal geridos?	3	Careiro da Várzea não tem aterro. Aterro controlado em Manaus, segundo a legislação deve ser aterro sanitário. Grandes desafios devido à complexidade da região e condições climáticas, saneamento pouco sustentável no território.
Como águas residuais estão a ser removidas com segurança? E os resíduos industriais?	3	Situação semelhante à anterior.
Há alguma degradação das fontes de água subterrânea (ou superficiais)? Em caso afirmativo, qual é a extensão desta? As fontes são afetadas?	3	Resíduos em suspensão, metais pesados (Mercúrio) devido à garimpagem não lícita.
VULNERABILIDADE FINANCEIRA		
Média para o componente	2.43	
Quanto investimento existe no setor WASH para as escolas?	3	Não existe especificamente para as escolas. A grande maioria tem como fonte de água o rio com tratamento, e uma pequena % depende de poço artesiano; (50 escolas municipais e 6 estaduais ao todo no município).
O orçamento de WASH é adequado?	3	É deficitário.

Pergunta	Pontos	Comentários
VULNERABILIDADE FINANCEIRA		
Média para o componente	2.43	
Os prestadores de serviços tomaram medidas para garantir o abastecimento de água durante uma emergência? Tem fundos?	3	COSAMA tem atuação somente em 3 escolas, o restante não tem atendimento. A escolas que procuram/articulam por conta própria a captação e abastecimento de água dentro do centro escolar; Poços artesianos gerenciadas com modelo comunitário para atender a demanda da escola e dos vizinhos (chuva pouco frequente no município em determinada época do ano).
Existem linhas orçamentais claras para água, saneamento e higiene?	1	A prefeitura paga a conta de água para as 3 escolas que estão sendo abastecida pela COSAMA. Funcionários de manutenção contratados pela prefeitura para o restante de escolas, o material de tratamento (hipoclorito de sódio) é incluso..
Existe um orçamento separado para a mitigação, prevenção, preparação e resposta e adaptação?	3	Não existe esse componente.
Existem contingências nos orçamentos e com que rapidez pode ser libertada?	3	Não existe esse componente.
Existe uma prática de canalizar despesas e contabilidade a níveis descentralizados?	1	Em período de cheias/enchentes, o decreto emergencial é acionado, tendo acesso ao recurso estadual e inclusive federal.
VULNERABILIDADE FÍSICA		
Média para o componente	1.00	
Que tecnologia está disponível/utilizada para uma infraestrutura WASH? Por exemplo, que tipos de latrina são predominantemente utilizados? São resistentes?	1	Os sanitários/latrinas são com o mesmo desenho estrutural das escolas (palafitas), algumas escolas foram afetadas pela última cheia e não foi possível a utilização da escola. Altura de palafita 1.5 metros, contemplando novas estruturas com altura de 2 metros ou estrutura flutuante.
Quais são os padrões de desenho/ construção? Existem padrões sólidos?	1	Adaptação conforme as mudanças dos últimos anos perante as cheias.
As normas de desenho e construção são respeitadas na implementação?	1	

Pergunta	Pontos	Comentários
VULNERABILIDADE FÍSICA		
Média para o componente	1.00	
O abastecimento de água é mantido na infraestrutura de armazenamento? Qual é a capacidade de armazenamento (dias)? Como é que esta varia para diferentes utilizações, por exemplo, doméstica?	1	Todas as escolas têm reservatórios/ caixas d'agua de volume 2 - 3k L, previstos para períodos de seca e chuva; 2 - 3 dias para atender as escolas (consumo médio de 1k L por dia).
É a tecnologia projetada informada pelas ameaças climáticas existentes (no caso do grupo de trabalho da Amazônia), secas, inundações urbanas, inundações dos rios).	1	Adaptação conforme as mudanças dos últimos anos perante as cheias, porém maior cobertura é necessária para abranger todas as escolas dentro do município.
VULNERABILIDADE HUMANA		
Média para o componente	2.50	
Qual é o Índice de Desenvolvimento Humano do município? Existem outros fatores que são relevantes?		0.568 (2010)
Há uma grande percentagem de pessoas idosas ou, por outro lado, da população infantil?	3	Faixa etária mais envelhecida.
As pessoas têm como proteger as latrinas e os sistemas de abastecimento de água?	3	Somente através da suspensão das estruturas mediante as palafitas.
Quão conhecedoras são as pessoas sobre as vantagens da WASH?	1	
Qual é a taxa de crescimento populacional?	3	
Qual é a taxa de urbanização?	3	90% da população se encontra na área rural, baixa taxa de urbanização (existência de rodovia federal, urbanização em torno dela).
Qual é o esforço na procura de água?	2	Maior foco no tratamento da água ao invés da procura.



Orçamento e Financiamento
Financiamento

Ampliação Institucional
Coordenação

Ampliação Institucional
Coordenação

Indicadores de resultado: Meta: 100% (1. Desempenho) / 100% (2. Desempenho) / 100% (3. Desempenho) / 100% (4. Desempenho) / 100% (5. Desempenho) / 100% (6. Desempenho) / 100% (7. Desempenho) / 100% (8. Desempenho) / 100% (9. Desempenho) / 100% (10. Desempenho) / 100% (11. Desempenho) / 100% (12. Desempenho) / 100% (13. Desempenho) / 100% (14. Desempenho) / 100% (15. Desempenho) / 100% (16. Desempenho) / 100% (17. Desempenho) / 100% (18. Desempenho) / 100% (19. Desempenho) / 100% (20. Desempenho) / 100% (21. Desempenho) / 100% (22. Desempenho) / 100% (23. Desempenho) / 100% (24. Desempenho) / 100% (25. Desempenho) / 100% (26. Desempenho) / 100% (27. Desempenho) / 100% (28. Desempenho) / 100% (29. Desempenho) / 100% (30. Desempenho) / 100% (31. Desempenho) / 100% (32. Desempenho) / 100% (33. Desempenho) / 100% (34. Desempenho) / 100% (35. Desempenho) / 100% (36. Desempenho) / 100% (37. Desempenho) / 100% (38. Desempenho) / 100% (39. Desempenho) / 100% (40. Desempenho) / 100% (41. Desempenho) / 100% (42. Desempenho) / 100% (43. Desempenho) / 100% (44. Desempenho) / 100% (45. Desempenho) / 100% (46. Desempenho) / 100% (47. Desempenho) / 100% (48. Desempenho) / 100% (49. Desempenho) / 100% (50. Desempenho) / 100% (51. Desempenho) / 100% (52. Desempenho) / 100% (53. Desempenho) / 100% (54. Desempenho) / 100% (55. Desempenho) / 100% (56. Desempenho) / 100% (57. Desempenho) / 100% (58. Desempenho) / 100% (59. Desempenho) / 100% (60. Desempenho) / 100% (61. Desempenho) / 100% (62. Desempenho) / 100% (63. Desempenho) / 100% (64. Desempenho) / 100% (65. Desempenho) / 100% (66. Desempenho) / 100% (67. Desempenho) / 100% (68. Desempenho) / 100% (69. Desempenho) / 100% (70. Desempenho) / 100% (71. Desempenho) / 100% (72. Desempenho) / 100% (73. Desempenho) / 100% (74. Desempenho) / 100% (75. Desempenho) / 100% (76. Desempenho) / 100% (77. Desempenho) / 100% (78. Desempenho) / 100% (79. Desempenho) / 100% (80. Desempenho) / 100% (81. Desempenho) / 100% (82. Desempenho) / 100% (83. Desempenho) / 100% (84. Desempenho) / 100% (85. Desempenho) / 100% (86. Desempenho) / 100% (87. Desempenho) / 100% (88. Desempenho) / 100% (89. Desempenho) / 100% (90. Desempenho) / 100% (91. Desempenho) / 100% (92. Desempenho) / 100% (93. Desempenho) / 100% (94. Desempenho) / 100% (95. Desempenho) / 100% (96. Desempenho) / 100% (97. Desempenho) / 100% (98. Desempenho) / 100% (99. Desempenho) / 100% (100. Desempenho)

Foto: Michael Dantas

5. AGREGAÇÃO DE RISCOS: RESULTADOS

Na quarta e última etapa da análise, as pontuações individuais de ameaça, exposição e vulnerabilidade foram combinadas para se obter uma pontuação global de riscos, por meio da seguinte fórmula:

$$\text{RISCO} = \text{AMEAÇA} \times \text{EXPOSIÇÃO} \times \text{VULNERABILIDADE}$$

A análise conduziu a um conjunto de 21 riscos climáticos relacionados às inundações e ao fenômeno das terras caídas que são predominantes para o setor de WASH em Careiro da Várzea. No Quadro 8, apresentam-se os riscos. Após a agregação das pontuações individuais, os resultados foram divididos em três categorias (riscos altos, médios e baixos), sendo considerados apenas os altos para a identificação e avaliação das opções e soluções climáticas. Na Figura 9, apresenta-se o resumo do resultado da categorização dos resultados.

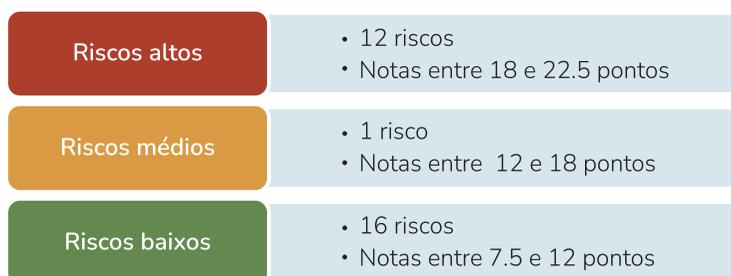


Figura 9. Categorias de riscos após agregação de pontuações parciais

A lista de riscos altos inclui situações em ambas as ameaças, a distribuição das ameaças nos riscos qualificados como altos se apresenta na Figura 10.

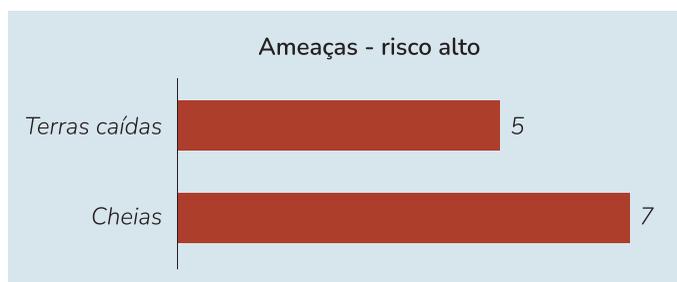


Figura 10. Ameaças de risco alto

A pontuação tanto das ameaças de terras caídas quanto das cheias foi a máxima e as categorias de exposição correspondentes foram a humana, a social e a ambiental, que apresentaram também a pontuação máxima. Particularmente, a exposição da categoria física, correspondente à infraestrutura, não está representada nos riscos altos, dada a baixa pontuação no componente de vulnerabilidade física. A distribuição da exposição nos riscos qualificados como altos se apresenta na Figura 11.

Quadro 18. Pontuação global de riscos

AMEAÇA		EXPOSIÇÃO				VUNERABILIDADE		RISCO AGREGADO
TIPO	PONTUAÇÃO	CATEGORIA	TIPO DE EXPOSIÇÃO	PONTUAÇÃO	COMPONENTE	PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO	
Cheias	3	Pessoas	Mesma exposição, porém de jeitos diferentes, p.ex. o gênero masculino é afetado pela falta de oportunidades de trabalho e para o gênero feminino esse impacto é focado no cuidado e bem-estar do núcleo familiar, em que pode existir uma sobrecarga de esforço pelos cuidados redobrados prestados a uma criança doente por alguma doença de veiculação hídrica.	Humana	3	Humana	2.5	22.5
Cheias	3	Pessoas	Etno-população mais afetada: ribeirinha, indígena.	Humana	3	Humana	2.5	22.5
Cheias	3	Pessoas	Crianças e adolescentes sofrem mais: afetados pelo acesso à educação, menor produção agrícola devido ao fenômeno, proliferação das doenças hidro veiculares (0 - 5 anos).	Humana	3	Humana	2.5	22.5
Cheias	3	Pessoas	Nível socioeconômico: Fonte primária de renda do município afetada na sua grande maioria ou de forma total.	Social	3	Social	2.3	20.25
Cheias	3	Pessoas	Mão de obra ligada ao transporte/logística do município.	Social	3	Social	2.3	20.25
Terras Caídas	3	Pessoas	População rural do município, danos ambientais para além da população que lhes afetam.	Social	3	Social	2.3	20.25
Terras Caídas	3	Pessoas	As pessoas de baixa renda, as mais vulneráveis, as de pouco poder aquisitivo, com pouco amparo social. Perda da propriedade, sem condições de reconstruir. Porém, também afeta a economia do município, que depende da economia da agropecuária.	Social	3	Social	2.3	20.25
Terras Caídas	3	Pessoas	Insegurança alimentar. Afeta direto o prato do cidadão. Perde alimentação e passa a depender da assistência social.	Social	3	Social	2.3	20.25
Terras Caídas	3	Infraestrutura	Comunidades ribeirinhas dependem da captação da água do rio. Captam com bomba, quando a terra cai, muitas vezes a bomba e o equipamento (mangueira etc.) caem e as pessoas os perdem. Quando tem cacimba, preferem ir para lá e não ir para o rio. Cacimba é poço artesanal, não protegido.	Social	3	Social	2.3	20.25
Cheias	3	Fontes de Água	Cheias afetam as fontes superficiais devido ao aumento de material suspenso e de matéria fecal na água.	Ambiental	3	Ambiental	2.2	19.8
Cheias	3	Fontes de Água	Aumenta a probabilidade da presença de minerais e patógenos contaminantes.	Ambiental	3	Ambiental	2.2	19.8
Terras Caídas	3	Ambiental	Água de poço raso tem muito conteúdo de manganês e ferro, portanto não é água segura. Quando o fenômeno de terras caídas acontece, as pessoas devem pegar água destes poços.	Ambiental	3	Ambiental	2.2	19.8

AMEAÇA		EXPOSIÇÃO				VUNERABILIDADE		RISCO AGREGADO
TIPO	PONTUAÇÃO	CATEGORIA	TIPO DE EXPOSIÇÃO	PONTUAÇÃO	COMPONENTE	PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO	
Cheias	3	Pessoas	Agricultores/fazendeiros, professores, agentes de saúde.	Social	2	Social	2.3	13.5
Cheias	3	Infraestrutura	Captação superficial (diretamente do rio), gerenciada pela COSAMA, custos operacionais aumentam devido à matéria orgânica em suspensão.	Física	3	Física	1.0	9
Cheias	3	Infraestrutura	Em áreas rurais é muito comum uma fossa/vala rudimentar que afunda durante o fenômeno das cheias. Contato direto com o solo sem nenhum tipo de tratamento, assento de concreto. Localização na área mais afastada possível para evitar o alagamento.	Física	3	Física	1.0	9
Cheias	3	Infraestrutura	A fonte de água que abastece essas estruturas de higiene é afetada, interrompendo a utilização dessas estruturas.	Física	3	Física	1.0	9
Terras caídas	3	Infraestrutura	As escolas, às vezes, não podem funcionar pela ameaça de fenômeno de terras caídas. Os poços são construídos longe das ribeiras, não têm influência. Quando as terras caem, deve se ajustar todo o tratamento a se fazer, porque a composição e as características da água do rio mudam de maneira substancial (material em suspensão). Na zona urbana, o provedor (a COSAMA) faz, mas, na zona rural, ninguém controla a qualidade.	Física	3	Física	1.0	9
Terras caídas	3	Infraestrutura	Fossas artesanais (fossas rudimentares) nas famílias. Nas escolas, às vezes, se paralisam aulas por um tempo até o risco passar. As fossas contaminam as fontes de água com coliformes etc.	Física	3	Física	1.0	9
Terras caídas	3	Infraestrutura	As famílias param de usar água do rio para usar água das cacimbas, diminui o consumo - tem que economizar -, a água não é de boa qualidade. Tem que comprar uma bomba de novo. No momento de racionamento, a lavagem das mãos não se torna essencial.	Física	3	Física	1.0	9
Terras caídas	3	Pessoas	Gênero: homens e mulheres sofrem por igual.	Humana	1	Humana	2.5	7.5
Terras caídas	3	Pessoas	Todas as idades sofrem por igual.	Humana	1	Humana	2.5	7.5



Figura 11. Exposição de risco alto

Finalmente, em termos de vulnerabilidade, a componente social é a mais frequente, como se observa na Figura 12. No entanto, o maior risco está associado à vulnerabilidade humana, seguido da vulnerabilidade social e ambiental. No caso da vulnerabilidade social, teve importância o nível de acesso ao saneamento, a consciência das comunidades da necessidade de proteger as fontes de água e a existência de grupos populacionais marginalizados, entre outros.

A vulnerabilidade humana referiu-se, principalmente, à situação demográfica, como a faixa etária da população e o crescimento populacional, além da baixa taxa de urbanização e as dificuldades de proteger os sistemas de saneamento. E, finalmente, no caso da vulnerabilidade ambiental, foram classificadas como relevantes a degradação do solo resultante das atividades humanas, a falta de cumprimento das normas de qualidade de água e do controle da contaminação dos corpos de água.



Figura 12. Vulnerabilidades de risco alto

No outro extremo da lista, os riscos que tiveram as pontuações mais baixas estão, principalmente, relacionados à exposição da infraestrutura e à vulnerabilidade física. Vale a pena ressaltar que essa baixa pontuação correspondeu à percepção que tinham os participantes de que a população tem adaptado em alguns casos a infraestrutura às condições de alagamento e que esse conhecimento faz menos vulnerável essa infraestrutura.

O quadro abaixo resume os principais resultados da análise e mostra os riscos climáticos mais relevantes para o setor do WASH no município de Careiro da Várzea.

Quadro 19. Resumo dos riscos climáticos mais relevantes para o setor do WASH

Ameaça	Exposição	Vulnerabilidade
Cheias	<p>População: a etno-população mais afetada é a ribeirinha, indígena, rural, de baixa renda e com pouco amparo social. As crianças e os adolescentes são também afetados pela falta de acesso às escolas no período da cheia e a proliferação das doenças hidro veiculares (0 - 5 anos).</p> <p>Insegurança alimentar, menor produção agrícola. O cidadão perde alimentação e passa a depender da assistência social.</p>	<p>HUMANA</p> <p>95 % da população vive na área rural e depende das circunstâncias da natureza, alta dependência das pessoas às circunstâncias climáticas, ficando mais vulneráveis às mudanças climáticas. A população está envelhecida.</p>
		<p>FINANCEIRA</p> <p>A COSAMA tem atuação somente em 3 escolas, o restante não tem atendimento pela empresa. As escolas são as que procuram/articulam por conta própria a captação e abastecimento de água dentro do centro escolar; Poços artesanais gerenciados com modelo comunitário para atender a demanda da escola e dos vizinhos (chuva pouco frequente no município).</p>
Terras caídas	<p>Infraestruturas: Cheias afetam as fontes superficiais, devido ao aumento de materiais suspensos e matéria fecal na água. Captação com bomba, quando a terra cai, muitas vezes a bomba e o equipamento (mangueira etc.) caem e as pessoas perdem.</p> <p>Fontes de Água: água dos poços, tem muito conteúdo de ferro e manganês, portanto, não é água segura. Quando o fenômeno de terras caídas acontece, as pessoas devem ir tomar água destes poços.</p> <p>Aumenta a probabilidade da presença de minerais e patógenos contaminantes.</p>	<p>SOCIAL</p> <p>Não existem sistemas de alerta precoce por causa das dificuldades de comunicação do município. Falta de conhecimento sobre como proteger as fontes de água. Grupos de ribeirinhos em situação de vulnerabilidade por marginalização.</p>
		<p>AMBIENTAL</p> <p>Existe o programa de monitoramento de qualidade da água, porém atende somente a zona urbana (10% da população) / existem perdas e desperdício por conta de acidentes. Resíduos em suspensão, metais pesados (Mercúrio) devido ao garimpo ilegal e por condições do solo.</p>
		<p>POLÍTICA</p> <p>Temática de água abordada pelo programa “Água Boa”; política estadual de mudanças climáticas de forma geral, porém não de resiliência climática especificamente; sem conexão com mudança climática e prestação de serviços de saneamento básico (WASH).</p>
		<p>FÍSICA</p> <p>Alta capacidade de adaptação conforme as mudanças dos últimos anos perante as cheias, porém maior cobertura é necessária para abranger todas as escolas dentro do município.</p>



unicef



6. CONCLUSÕES

A análise das ameaças, a exposição e a vulnerabilidade permitiram quantificar os riscos e identificar aqueles preponderantes para o setor WASH em Careiro da Várzea face às alterações climáticas. Tanto as inundações quanto o fenômeno de terras caídas tendem a se intensificar por causa das mudanças climáticas, razão pela qual resulta importante considerar os riscos relacionados a essas ameaças na avaliação dos desafios do setor de água e saneamento em escolas.

Entre a população mais afetada, encontram-se as crianças e idosos, a população ribeirinha e os povos originários. Aqueles localizados nas margens dos rios apresentam uma maior exposição ao fenômeno de terras caídas e aqueles localizados na zona rural apresentam dificuldades adicionais no deslocamento durante o período de cheias. Particularmente, a comunidade escolar está exposta a essas mesmas dificuldades e algumas escolas têm implementado como medidas de adaptação a realocação das escolas em locais de menor exposição. Além disso, o calendário e os horários das aulas dependem das condições ambientais, e a infraestrutura tem sido adaptada. No entanto, essas soluções nem sempre são suficientemente adequadas.

Nas áreas onde a vulnerabilidade social e humana é maior, qualquer dano aos serviços gera impactos significativos nos usuários, que são forçados a optar por níveis de serviço inadequados. As particularidades ambientais (sazonalidade). Essa área da Amazônia tem levado as comunidades a se adaptarem a essa condição, porém a situação socioeconômica da região e das comunidades, a baixa cobertura dos serviços de água e esgotamento sanitário e a ausência de recursos para a implementação de serviços básicos adequados representam limitantes e aumentam a vulnerabilidade face às mudanças do clima.

A qualidade das fontes de água se vê comprometida, produto do material em suspensão, da contaminação por metais pesados e o estancamento da água em alguns locais com presença de matéria orgânica quando se apresentam os eventos. Adicionalmente, a infraestrutura e equipamento para a prestação dos serviços WASH nas escolas resulta danificada quando submersa ou destruída quando há perda do solo.

Finalmente, a ausência de políticas públicas e programas que considerem diretrizes e ações articuladas entre o setor de água e esgotamento sanitário e a mudança climática contribui para a falta de priorização de recursos para o combate dos efeitos da mudança climática evidenciados na prestação desses serviços.

A partir do resultado da análise realizada pelos participantes, foi considerado subsidiar a oficina do WASH BAT com uma sessão para a apresentação de soluções tecnológicas adequadas, desenvolvidas especificamente para o contexto, e uma sessão para apresentação de mecanismos de financiamento existentes para infraestrutura de saneamento em escolas.

A metodologia WASH BAT informada pelo risco para a identificação de gargalos no setor de WASH em escolas, incluindo a perspectiva das alterações climáticas representa uma oportunidade para os tomadores de decisão, técnicos e outros interessados, de articular essas duas vertentes, contribuindo ao planejamento de ações sustentáveis a médio e longo prazo.

7. BIBLIOGRAFIA

- Bandeira, I. C. N., Adamy, A., Andretta, E. R., Costa da Conceição, R. A., & de Andrade, M. M. N. (2018). Terras caídas: Fluvial erosion or distinct phenomenon in the Amazon? *Environmental Earth Sciences*, 77(6). <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7405-7>
- Caretta, M. A., Mukherji, A., Arfanuzzaman, M., Betts, R. A., Gelfan, A., Hirabayashi, Y., Lissner, T. K., Liu, J., Gunn, E. L., Morgan, R., Mwanga, S., Supratid, S., Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Tignor, M., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., ... Rama, B. (2022). 2022: Water. In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 551–712). Cambridge University. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.006>
- Castellanos, E., Lemos, M. F., Astigarraga, L., Chacón, N., Cuvi, N., Huggel, C., Miranda, L., Moncassim Vale, M., Ometto, J. P., Peri, P. L., Postigo, J. C., Ramajo, L., Roco, L., Rusticucci, M., Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Tignor, M., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., ... Rama, B. (2022). Chapter 12: Central and South America. In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1689–1816). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.014>
- GWP and UNICEF (2017). Strategic Framework for Climate Resilient WWASH. Available in: <https://www.gwp.org/en/WwashClimateResilience/#:~:text=The%20Strategic%20Framework%20consists%20of,community%20resilience%20to%20climate%20change>.
- IBGE, A. de N. do. (2020). Censo Agro atesta: água norteia a agricultura no Estado do Amazonas. *A Lavoura*.
- Neu, V., Souza dos Santos, M. A., & Ferraz Meyer, L. F. (2016). Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. *Em Extensão*, 15(1), 28–44.
- OECD. (2022). *Fostering Water Resilience in Brazil*. OECD. <https://doi.org/10.1787/85a99a7c-en>
- Rios, T. L., & Matos, J. de A. (2017). Eventos extremos na calha do Rio Solimões: um estudo de caso da ocorrência de cheias e vazantes na Ilha do Careiro da Várzea-AM. In *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento* (pp. 1362–1374). INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2045>
- UNISDR. (2009). *UNISDR Terminology on disaster risk reduction* (pp. 111–115). <https://doi.org/10.7591/9781501701498-008>



