

DANOS SOCIOAMBIENTAIS E ECONÔMICOS DOS FENÔMENOS HIDROLÓGICOS EM POPULAÇÃO RIBEIRINHA DO RIO CARAHÁ, LAGES-SC

Vinicius Nascimento

Universidade do Estado de Santa Catarina
Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Lages, SC, Brasil
vininto.amb@gmail.com

Valter Antonio Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina
Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Lages, SC, Brasil
valter.becegato@udesc.br

Filipe Antonio Wroblewski

Universidade do Estado de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Lages, SC, Brasil
filipe.wroblewski@lages.sc.gov.br

Sabrina Antunes Vieira

Universidade do Estado de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Lages, SC, Brasil
sabrina.vieira@udesc.br

Flávio José Simioni

Universidade do Estado de Santa Catarina
Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Lages, SC, Brasil
flavio.simioni@udesc.br

RESUMO

Este estudo avaliou os danos ambientais, sociais e econômicos decorrentes de fenômenos hidrológicos, como inundações e alagamentos, na população ribeirinha do rio Carahá, em Lages/SC. A pesquisa se concentrou na percepção dos moradores afetados pelos desastres, identificando como esses eventos impactam a qualidade da água, a saúde pública, a infraestrutura e a segurança das comunidades. Os dados foram coletados por meio de entrevistas estruturadas e grupos focais, envolvendo 104 residências localizadas em áreas de risco ao longo do rio. Os resultados revelaram que 86,54% dos entrevistados percebem a qualidade da água como ruim, enquanto 59,62% relataram ter sido diretamente afetados por inundações. Os prejuízos econômicos e a ausência de medidas preventivas adequadas foram identificados como fatores que ampliam a vulnerabilidade socioeconômica das famílias. A partir desses resultados, foram propostas estratégias de mitigação, incluindo a adoção de soluções de infraestrutura sustentável e ações de educação ambiental. O estudo fornece subsídios para políticas públicas voltadas à redução dos danos causados por desastres hidrológicos e o fortalecimento da resiliência da comunidade ribeirinha.

Palavras-chave: Impactos. Mitigação. Percepção ambiental. Vulnerabilidade.

SOCIO-ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC DAMAGES FROM HYDROLOGICAL PHENOMENA IN THE RIVERINE POPULATION OF THE CARAHÁ RIVER, LAGES-SC

ABSTRACT

This study assessed the environmental, social, and economic damage caused by hydrological phenomena, such as flooding and inundation, affecting the population living along the Carahá River in Lages, SC. This research focused on residents' perceptions of these disasters and identified their impacts on water quality, public health, infrastructure, and community safety. Data were collected through structured interviews and focus groups of 104 households in at-risk areas along the river. The results revealed that 86.54% of the respondents perceived the water quality as poor, while 59.62% reported being directly affected by flooding. Economic losses and the lack of adequate preventive measures have been identified as factors that increase families' socio-economic vulnerability. Based on these findings, mitigation strategies have been proposed, such as the implementation of sustainable infrastructure solutions and the promotion of environmental education. This study provides a solid basis for the

development of public policies aimed at reducing damage caused by hydrological disasters and strengthening the resilience of riparian communities.

Keywords: Impacts. Mitigation. Environmental Perception. Vulnerability.

INTRODUÇÃO

As enchentes, os alagamentos e as inundações são fenômenos hidrológicos que podem levar a desastres naturais deflagrados por chuvas intensas e/ou de longa duração, intensificados pela intervenção antrópica, relacionadas ao processo de urbanização e que afligem constantemente diversas comunidades no mundo inteiro (Brasil, 2007; Qi et al., 2021). Esses eventos podem gerar problemas de saúde pública, como a proliferação de doenças infecciosas e parasitárias, além de afetar o saneamento básico da região (Rossatto, 2020).

Além disso, a poluição dos corpos d'água, decorrente das atividades humanas, prejudica a qualidade da água, agravando os desafios enfrentados pelas comunidades na busca por fontes seguras de abastecimento (Costa et al., 2024). A poluição pode ser causada pela introdução de substâncias artificiais e naturais estranhas ao meio aquático, como agrotóxicos, organismos patogênicos e sedimentos. A contaminação compromete a potabilidade da água e afeta a biodiversidade aquática, gerando consequências negativas nos ecossistemas (Barizon et al., 2022).

Nota-se que segmentos sociais de menor poder aquisitivo apresentam maior vulnerabilidade a desafios ambientais e sociais. Estes estão expostos a condições precárias e com acesso limitado a apoio governamental, o que resulta na falta de efetividade de políticas de mitigação e adaptação aos altos riscos de fenômenos hidrológicos (Acsehrad; Mello, 2002; Grasham; Korzenevica; Charles, 2019; Moulds et al., 2021).

A população ribeirinha do rio Carahá, localizada na cidade de Lages/SC, é uma das regiões mais suscetíveis a esses eventos (Primo, Rafaeli Neto, 2023). O rio tem cerca de 9 mil metros de extensão, que corta o município e flui pela cidade. No entanto, pela falta de manejo adequado, o rio recebe constantemente resíduos, resultando no aumento da poluição e contaminação por elementos potencialmente tóxicos, contribuindo para a degradação contínua de suas águas (Rangel; Rangel, 2020).

Além da questão da poluição, o rio Carahá enfrenta frequentes inundações, com registros de grandes eventos em 1997, 2005, 2008, 2011, 2013, 2014 e 2017, sendo o mais recente em novembro de 2023. Além disso, certas áreas ao longo de seu curso são consideradas de risco pela defesa civil, o que afeta diretamente a cidade e sua população (Rafaeli Neto; Cordeiro, 2015; Santos, 2024). A análise da vulnerabilidade das áreas urbanas e das populações afetadas é fundamental para identificar medidas de adaptação e mitigação de riscos (Cassol; Bohner, 2012).

Estudos anteriores realizados no rio Carahá revelam uma série de problemas ambientais e socioeconômicos graves que afetam a região. Rangel e Rangel (2020) descreveram a realidade do rio em 2020, destacando a transformação de suas águas de nascentes limpas em um "esgoto a céu aberto" pela falta de tratamento adequado e pelo constante despejo de resíduos sólidos. Guasselli (2020) complementou essas observações ao enfatizar que a artificialização dos cursos d'água, incluindo a retificação e a impermeabilização das margens, agrava tanto a qualidade da água quanto a ocorrência de inundações. Quinatto et al., (2019) reforçam a gravidade da situação ao apontar que o despejo de efluentes domésticos é um dos principais fatores de degradação da água, e sugerem a necessidade de ações de coleta e tratamento de efluentes para mitigar esses danos.

Além disso, estudos de Mafra et al. (2018) indicam a presença de metais pesados, como o cromo, na foz do rio, representando um risco significativo para a saúde humana e animal e evidenciando a necessidade de mais pesquisas para compreender e abordar essa contaminação. Silva, Silva e José (2023) e Padilha e Ceolin (2023) discutiram sobre os danos das inundações frequentes na região, destacando a vulnerabilidade socioeconômica da população ribeirinha e a necessidade de intervenções estruturais e políticas públicas preventivas para reduzir os danos e promover a resiliência da comunidade local.

Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os danos ambientais, sociais e econômicos dos fenômenos hidrológicos sobre a população ribeirinha do rio Carahá, na cidade de

Lages/SC, além de propor estratégias de mitigação, visando à proteção da população ribeirinha e à preservação do rio e seu entorno.

As hipóteses testadas no estudo incluem: Hipótese Ambiental (H1): os fenômenos hidrológicos no rio Carahá influenciam significativamente a percepção da qualidade da água pela população ribeirinha; Hipótese Social (H2): os fenômenos hidrológicos resultam em consequências negativas para a saúde, segurança, qualidade de vida e infraestrutura social dos moradores afetados; Hipótese Econômica (H3): os fenômenos hidrológicos acarretam prejuízos econômicos significativos, incluindo perda de propriedades e custos de recuperação, afetando negativamente a economia local.

Os resultados poderão subsidiar a formulação de políticas públicas e ações de gestão, cujo objetivo são as melhorias na qualidade da água, redução dos riscos de inundações e fortalecimento da educação ambiental para promover comportamentos sustentáveis. Com isso, busca-se fortalecer a resiliência socioambiental e a sustentabilidade da comunidade ribeirinha de Lages/SC.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo corresponde à população ribeirinha do rio Carahá, em Lages/SC, inserida na bacia hidrográfica homônima. A bacia hidrográfica deste rio abrange uma área de drenagem de 30,17 km², dos quais 58% correspondem a áreas urbanizadas, contendo aproximadamente 4.000 edificações (Quinatto et al., 2019). Para a delimitação da área deste estudo, foram utilizados dados vetoriais disponibilizados pelo IBGE e do Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM), definindo as regiões de alto risco para desastres hidrológicos dentro da bacia do rio, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Representação da área de inundação e seus respectivos lotes afetados pelo rio Carahá



Fonte: Os autores, 2024.

Após a delimitação da área de estudo e da região de alto risco de impacto por fenômenos hidrológicos ao longo do rio Carahá, estimou-se o número de lotes existentes na área, com base em dados vetoriais georreferenciados do município de Lages, disponibilizados pelo GEOLAGES (GeoLages, 2023). Utilizando-se o *software* livre QGIS, estimou-se a existência de 340 lotes na área de alto risco de inundação do rio, representando as edificações-alvo para a coleta de dados em campo, ou seja, a população ou universo estatístico do estudo.

Coleta de dados

O tamanho da amostra foi determinado utilizando a Equação 1, considerando um erro máximo de 8% em nível de confiança de 95%, com estimativa da proporção “p = 0,5” (Silva et al., 2003).

$$n = \frac{z^2 \alpha/2 p q N_L}{e^2 (N_L - 1) + z^2 \alpha/2 p q} \quad (1)$$

em que:

n – tamanho da amostra;

z – variável normal padrão;

α – nível de significância;

p – proporção dos elementos que satisfazem a propriedade;

q – proporção dos elementos que não satisfazem a propriedade;

e – erro máximo admitido;

NL – lotes dentro da área de alto risco de inundações.

Após o cálculo, realizou-se a estratificação proporcional das edificações conforme a área de alto risco de desastres hidrológicos, resultando em uma amostra de 104 lotes para a coleta de dados, que foi realizada por meio de um questionário estruturado com 30 questões (dispensado de avaliação no Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos, de acordo com Ofício-Circular da CONEP nº 17/2022 – item 1), desenvolvido pela equipe de pesquisa para obter informações sobre o perfil sociodemográfico dos entrevistados e sua percepção dos impactos ambientais, sociais e econômicos associados a fenômenos hidrológicos.

O questionário foi validado por especialistas da Defesa Civil municipal e pesquisadores da área ambiental e, posteriormente, submetido a um teste-piloto para verificar a compreensão das perguntas. Após ajustes, o questionário foi aplicado presencialmente utilizando-se a plataforma *Microsoft Forms*. Cinco entrevistadores conduziram a coleta de dados nos 104 imóveis localizados na área de risco do rio Carahá. As entrevistas ocorreram nos meses de outubro a dezembro de 2023, nos períodos da manhã e tarde, com registro das respostas em dispositivos móveis.

O instrumento foi organizado em quatro seções: (i) perfil sociodemográfico (idade, gênero, escolaridade e renda); (ii) danos ambientais (qualidade visual do rio, presença de vetores); (iii) danos sociais (problemas de saúde, mobilidade); e (iv) prejuízos econômicos (prejuízos materiais, danos às infraestruturas).

Além do questionário, organizou-se um grupo focal para aprofundar a discussão sobre os danos ambientais, sociais e econômicos causados por enchentes e inundações em áreas ribeirinhas. A partir de um roteiro estruturado com dez perguntas, foram debatidos os desafios enfrentados pelas comunidades, pelas estratégias de mitigação, pelo engajamento comunitário e pelos impactos das mudanças climáticas, considerando o histórico de eventos vivenciados.

O roteiro de perguntas foi elaborado com a colaboração de especialistas da área ambiental e ajustado conforme sugestões recebidas. Entre as questões debatidas, destacam-se: (i) principais desafios enfrentados pelas populações ribeirinhas; (ii) danos ambientais, sociais e econômicos mais significativos; (iii) medidas de mitigação e prevenção; (iv) papel do planejamento urbano e políticas públicas; (v) impacto das mudanças climáticas; e (vi) recomendações baseadas na experiência profissional dos participantes.

Participaram seis profissionais atuantes na gestão de riscos e infraestrutura de Lages/SC, incluindo engenheiros civis e ambientais, assistente social e membros da Defesa Civil. A dinâmica do grupo consistiu na apresentação das questões pelo moderador, seguida de respostas individuais e um debate aberto, permitindo a troca aprofundada de conhecimentos e perspectivas.

Tratamento estatístico

A correlação entre as variáveis foi realizada por meio do coeficiente de Pearson. Este coeficiente, representado por “r”, quantifica a força e a direção da relação linear entre duas variáveis, variando de -1 a 1 (Equação 2). Valores próximos ao zero indicam ausência de correlação, enquanto valores próximos de 1 ou -1 indicam correção forte, positiva ou negativa, respectivamente (Pearson, 1904). Todos os coeficientes foram organizados em uma matriz de correlação. A análise de correlação permite identificar a interdependência entre as variáveis e auxiliar na seleção das variáveis mais relevantes para o estudo. Para destacar apenas as correlações mais fortes, adotou-se um valor de corte para o coeficiente, conforme sugerido por Araujo, Santos e Gomes (2019).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

em que:

r — coeficientes de correlação;

x_i — valores de x dentro de uma amostra;

\bar{x} — média dos valores observados de x;

y_i — valores de y dentro da amostra;

\bar{y} — média dos valores de y.

Para calcular a significância estatística do coeficiente r, utilizou-se a Equação 3.

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

em que:

t — razão t para testar a significância estatística do r de Person;

N — número de pares de escores X e Y;

r — coeficiente de correlação de Pearson calculado;

Como análise complementar, inicialmente aplicou-se a *Detrended Correspondence Analysis* (DCA) para determinar o comprimento do gradiente. Como os resultados foram inferiores a três, indicou-se a possibilidade de empregar a Análise de Componentes Principais (ACP) (Leps; Smilauer, 2003). Assim, a ACP foi empregada para distinguir os grupos de interesse a partir dos seus componentes principais e para relacioná-los com as variáveis respostas, dando igual ênfase a todas elas ao mesmo tempo (Ter Braak; Smilauer, 2002). As variáveis explicativas foram adicionadas, *a posteriori*, para relacioná-las com as variáveis respostas, permitindo a identificação da estrutura subjacente dos dados, ou seja, a formação de agrupamentos entre os danos ambientais, sociais, econômicos e o perfil dos entrevistados.

Os entrevistados foram classificados em dois grupos: afetados (SIM) e não afetados (NÃO), conforme autodeclaração no momento da pesquisa. Como variáveis respostas, foram inseridas seis variáveis ambientais (qualidade da água e percepção de cheiro, insetos, ratos, esgoto e resíduos sólidos no rio), oito variáveis sociais (falta de água, falta de luz, necessidade de sair de casa, de abrigo, falta à escola, falta ao trabalho, problemas de saúde e necessidade de ajuda) e seis variáveis econômicas (prejuízos no trabalho, com bens, com a casa e com o terreno, aquisição de imóvel e conhecimento sobre inundação). As variáveis explicativas foram o perfil dos entrevistados, tais como a idade, gênero, número de pessoas na família, nível de escolaridade e renda. Todas as variáveis foram convertidas em escores quantitativos, com valores 0 para 'não' e 1 para 'sim'. Já as variáveis idade, número de pessoas na família, escolaridade e renda foram representadas por uma escala ordinal. As análises foram realizadas no *software Canoco* (versão 4.5).

RESULTADOS

Perfil socioeconômico dos entrevistados

A pesquisa realizada sobre a população ribeirinha do rio Carahá revelou que a maioria dos indivíduos analisados era adultos, totalizando 87 casos, o que representa 83,66% do total de observações, enquanto apenas 17 indivíduos (16,34%) foram classificados como idosos. Essa predominância significativa de adultos na amostra sugere uma população economicamente ativa. Em relação ao gênero, 58,65% dos participantes eram do gênero feminino (61 casos) e 41,35% do gênero masculino (43 casos), indicando leve predominância feminina (Tabela 1).

A análise da estrutura familiar mostrou que a maioria das residências da amostra é composta por um a cinco integrantes, totalizando 82 casos (78,85%), caracterizando-se como um lote residencial. Famílias acima de cinco integrantes representam 21,15% (22 casos), refletindo uma estrutura de características empresariais, logo sendo caracterizado como empresa.

Quanto ao nível educacional, a maior parte dos participantes (41,35%) completou o ensino médio (43 casos), seguido por 25% que concluíram o ensino superior. Outros 12,50% terminaram o ensino fundamental, enquanto 5,77% têm o ensino fundamental incompleto e 8,65% possuem ensino superior incompleto.

Tabela 1 - Perfil socioeconômico dos entrevistados

Variável		Unidade	Valor
Idade	Anos	$\mu(\sigma)$	40,1 (13,96)
Gênero	Masculino	%	41,35
	Feminino	%	58,65
Tipo de lote	Residencial (até 5 pessoas)	%	78,85
	Empresarial (acima de 5 pessoas)	%	21,15
Escolaridade	0 - Não estudou	%	0,96
	1 - Ensino fundamental incompleto	%	5,77
	2 - Ensino fundamental completo	%	12,50
	3 - Ensino médio incompleto	%	5,77
	4 - Ensino médio completo	%	41,35
	5 - Ensino superior incompleto	%	8,65
	6 - Ensino superior completo	%	25
	7 - Pós graduação incompleto	%	0
	8 - Pós graduação completa	%	0
	0 - Não sabe ou prefere não informar	%	1,93
Renda	1 - Baixa (até 2 SM)	%	26,92
	2 - Média (de 2 a 10 SM)	%	71,15
	3 - Alta (Mais de 10 SM)	%	0

Fonte: Os autores, 2024.

Em termos de renda familiar, 71,15% dos participantes têm renda mensal entre dois a dez salários mínimos, enquanto 26,92% relataram renda mensal de até dois salários mínimos (28 casos). Apenas 1,93% dos participantes optaram por não fornecer informações sobre a renda familiar ou não sabiam, destacando a predominância de renda média entre os participantes.

Danos ambientais, humanos e econômicos

Os resultados da pesquisa realizada sobre o impacto ambiental do rio Carahá indicam percepção majoritariamente negativa dos moradores em relação à qualidade ambiental do rio. A maioria dos entrevistados percebe a água como ruim, com odores desagradáveis e a presença significativa de insetos, roedores, esgotos e resíduos sólidos, como pode ser visto na Figura 2.

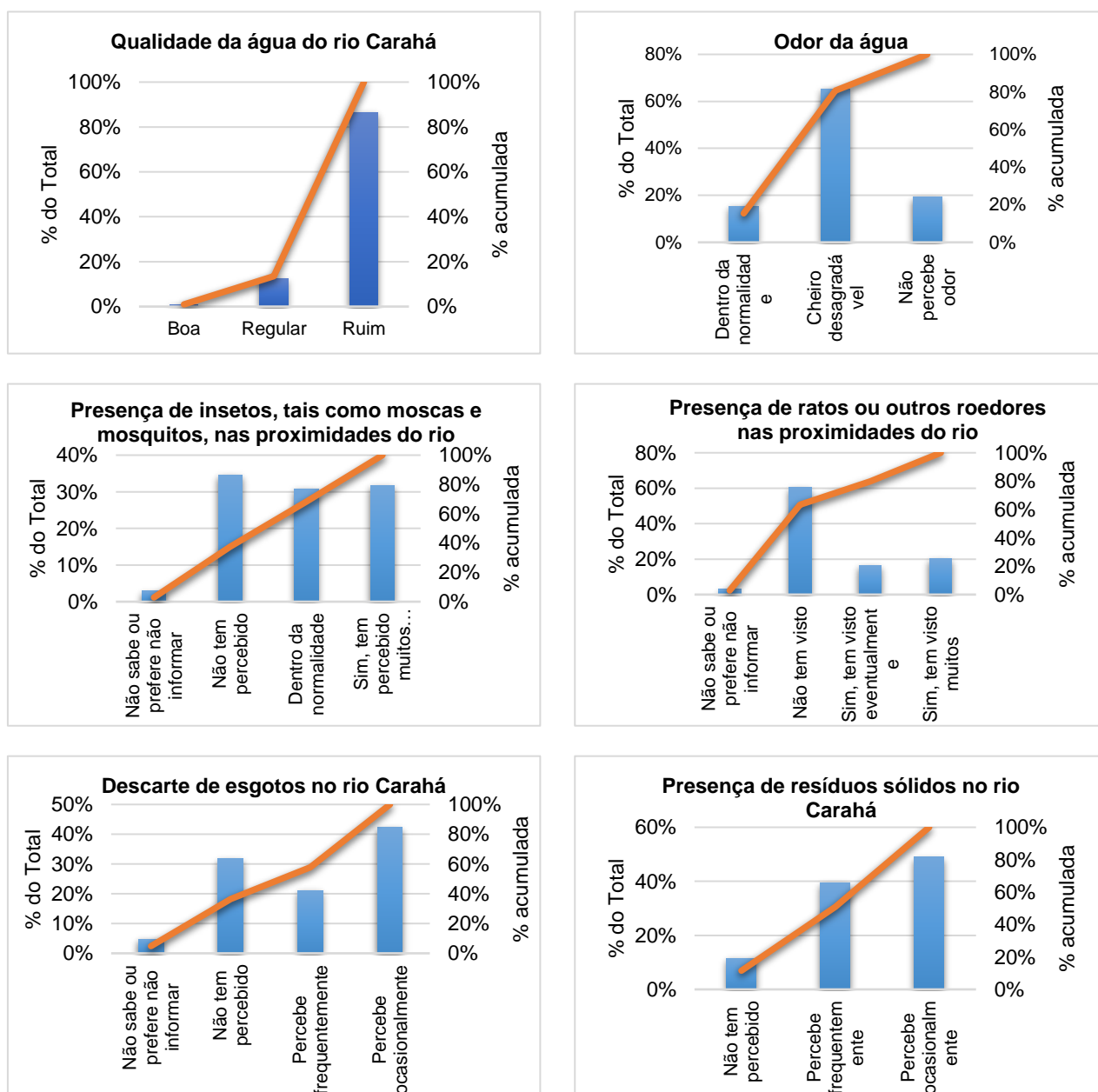
Os resultados indicam uma percepção predominantemente negativa sobre a qualidade ambiental, sendo que 86,54% (a maioria) dos entrevistados consideram a qualidade da água ruim, com pequeno

percentual (12,50%) avaliando-a como regular e apenas 0,96% como boa. Isso evidencia graves problemas de poluição e necessidade urgente de ações de recuperação ambiental.

Quanto ao odor da água, 65,38% classificam o cheiro como desagradável, indicando a presença de contaminantes orgânicos ou industriais no rio. Em relação à fauna, 31,73% dos entrevistados relatam alta presença de insetos, possivelmente pela água estagnada e poluída. A presença de ratos é observada por 36,54% dos entrevistados, sugerindo poluição e acúmulo de resíduos sólidos.

O descarte de esgoto no rio é percebido ocasionalmente ou frequentemente por 63,46% dos entrevistados, especialmente durante chuvas, sugerindo problemas na infraestrutura de esgoto e na gestão de águas pluviais. Além disso, a presença de resíduos sólidos é constatada frequentemente por 39,42% e ocasionalmente por 49,04%, indicando o problema persistente de descarte inadequado de lixo.

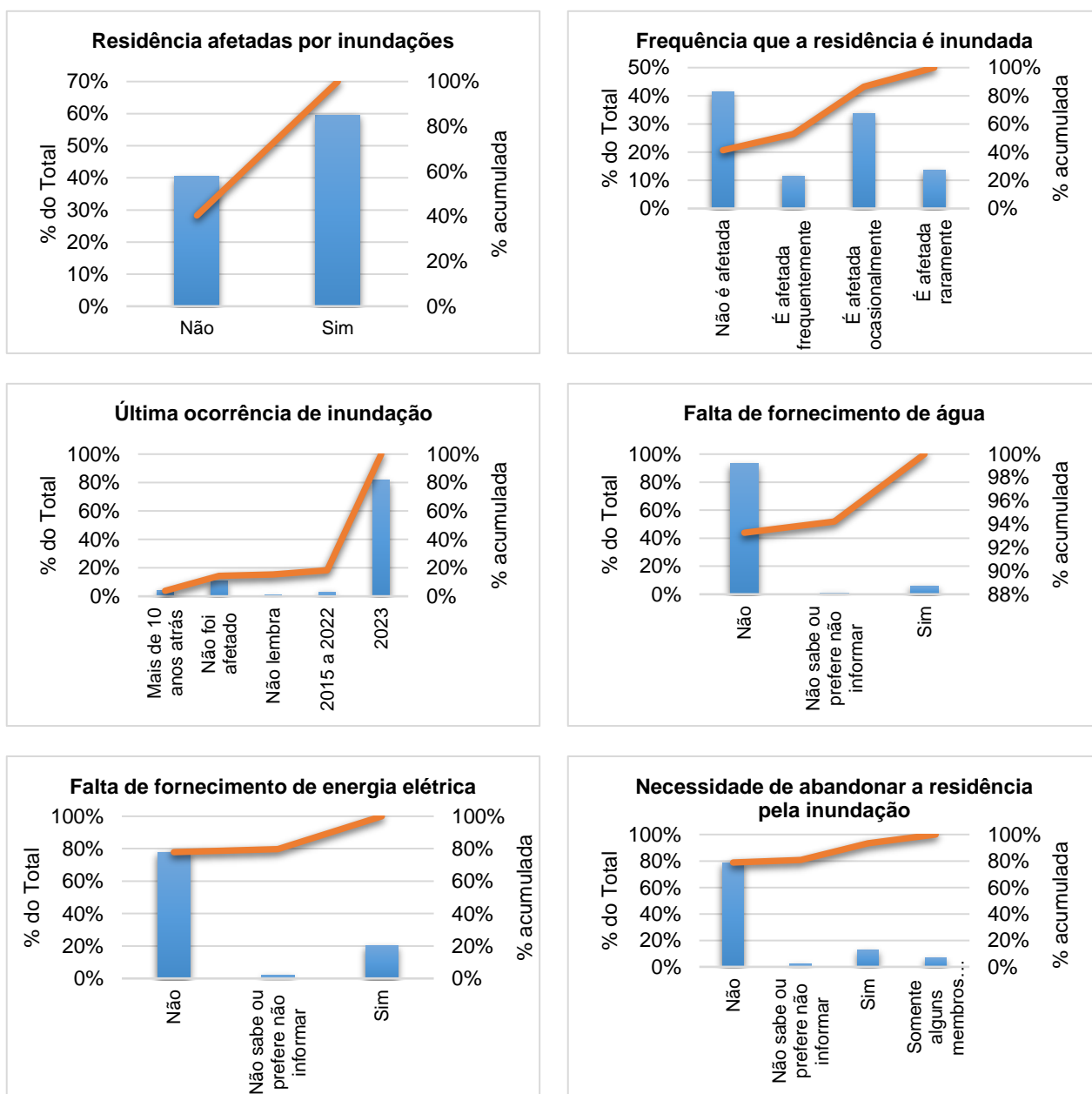
Figura 2 - Percepção ambiental da população ribeirinha do rio Carahá – 2024 (n = 104)

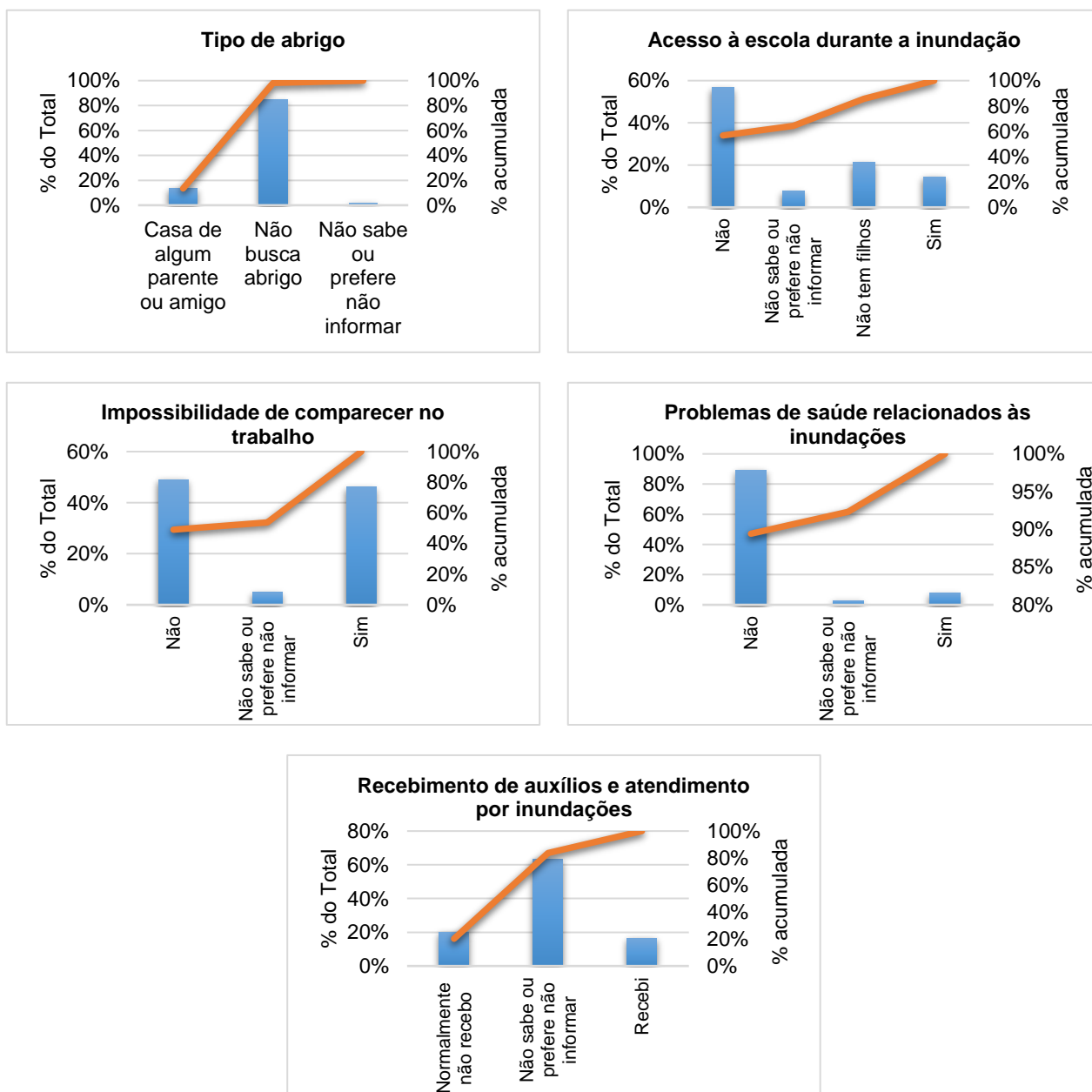


Fonte: Os autores, 2024.

Esses resultados revelam a urgência de intervenções para a melhoria da qualidade ambiental e a promoção da saúde pública na região, levando também a problemas sociais nas residências que são afetadas (Figura 3).

Figura 3 - Percepção de danos sociais da população ribeirinha do rio Carahá – 2024 (n = 104)





Fonte: Os autores, 2024.

Os resultados mostram que 59,62% das residências ribeirinhas são afetadas por inundações, indicando um problema significativo na região. A frequência dos eventos varia, mas 45,19% das moradias são impactadas ocasional ou frequentemente, especialmente durante chuvas fortes, o que reforça a vulnerabilidade da área.

A maioria das inundações (81,73%) ocorreu recentemente, em 2023, destacando a atualidade e a intensidade do problema. Apesar disso, o fornecimento de água não foi comprometido para 93,27% dos entrevistados. Já a energia elétrica foi mais afetada, com 20,19% relatando interrupções durante as inundações.

Cerca de 12,50% dos moradores precisaram abandonar suas residências durante as enchentes, e 13,46% buscaram abrigo na casa de parentes ou amigos. O acesso à escola foi prejudicado para 56,73% dos entrevistados, e 46,15% enfrentaram dificuldades para comparecer ao trabalho, refletindo o impacto socioeconômico das inundações.

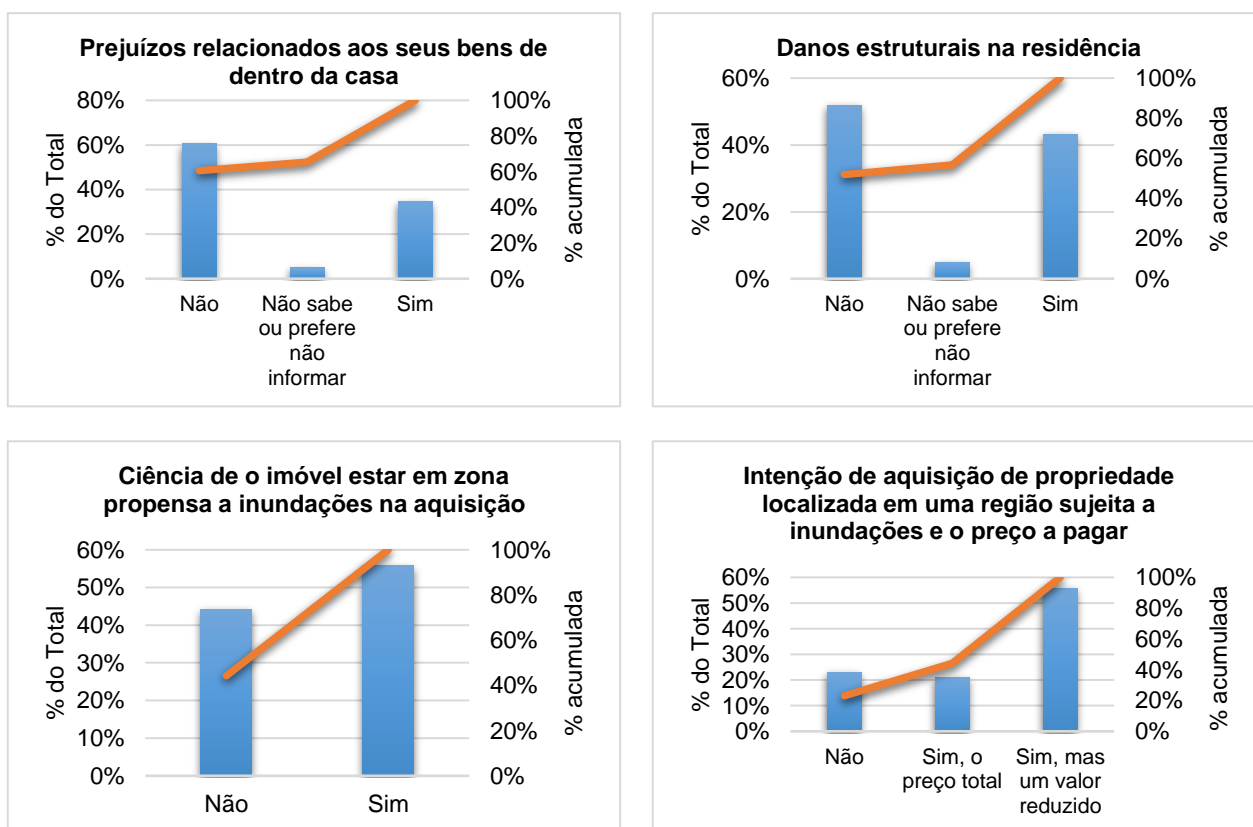
Embora 89,42% não relatem problemas de saúde, a falta de assistência durante esses eventos é notável: 63,46% dos entrevistados não sabem informar sobre recebimento de auxílio, e 20,19% afirmam não ter recebido suporte algum.

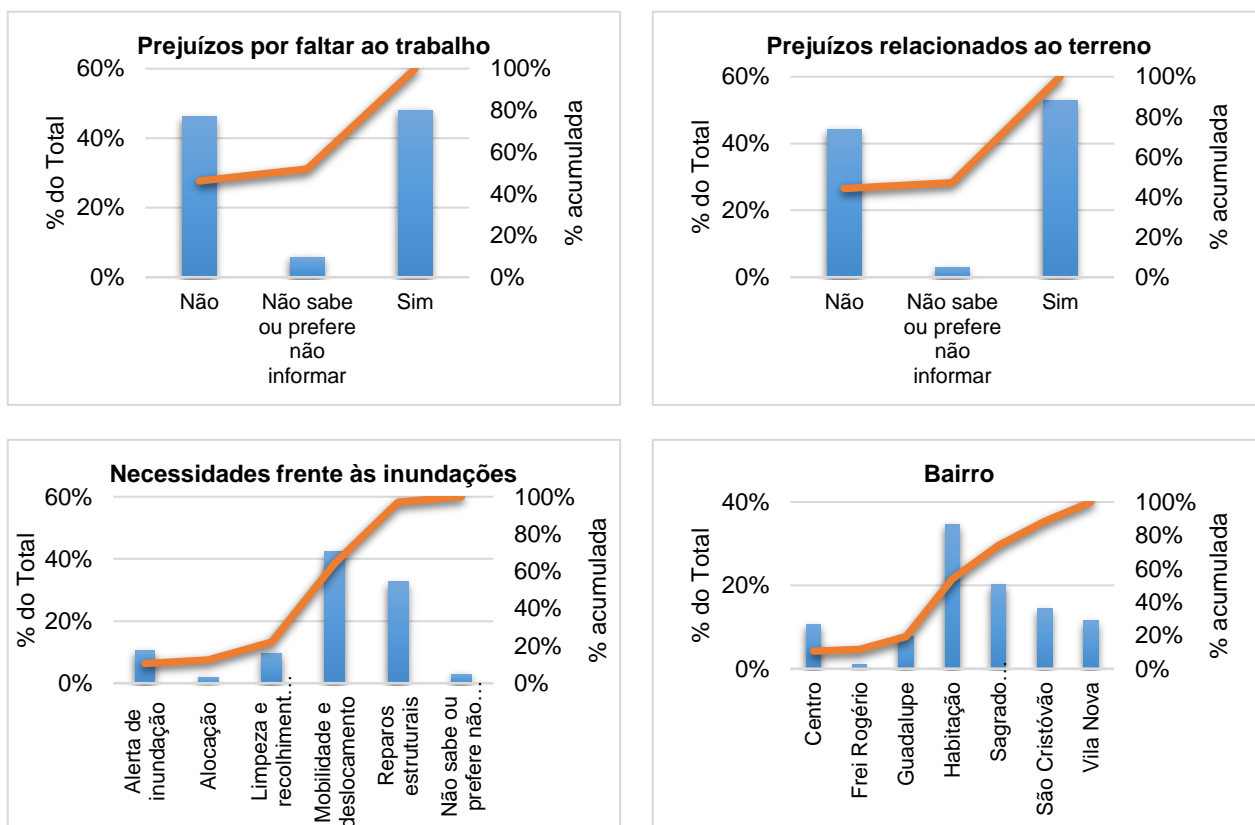
As inundações também geraram danos econômicos consideráveis (Figura 4): um terço dos entrevistados relatou prejuízos materiais em suas residências e quase metade enfrentou danos estruturais. Esses dados ressaltam a necessidade de medidas de prevenção e suporte governamental mais eficazes para minimizar os impactos na comunidade ribeirinha.

Os resultados indicam que 34,62% dos entrevistados sofreram prejuízos com bens dentro de casa em razão das inundações, representando impacto econômico direto significativo para essas famílias. Além disso, quase metade (48,08%) teve prejuízos financeiros por faltar ao trabalho durante as inundações, o que ressalta a vulnerabilidade econômica das famílias ribeirinhas.

Quase metade dos entrevistados (43,27%) também relatou danos estruturais em suas residências, evidenciando o impacto econômico significativo das inundações nas moradias. No que se refere aos terrenos, 52,88% relataram prejuízos, que refletem o efeito negativo das inundações no solo e nas propriedades.

Figura 4 - Percepção do impacto econômico da população ribeirinha do rio Carahá – 2024 (n=104)





Fonte: Os autores, 2024.

Quando questionados sobre a intenção de adquirir propriedades em regiões sujeitas a inundações, 55,77% consideraram comprá-las apenas a um preço reduzido, pelo risco envolvido, enquanto 23,08% não têm essa intenção. Isso mostra como a percepção do risco afeta a valorização imobiliária nessas áreas. Sobre o conhecimento prévio do risco de inundação ao adquirir as propriedades, 55,77% dos entrevistados já sabiam, o que sugere que esses moradores aceitaram o risco em troca de outros benefícios, como preço ou localização.

Os bairros mais afetados pelas inundações foram Habitação (34,62%), seguido por Sagrado Coração de Jesus (20,19%) e São Cristóvão (14,42%), indicando áreas com maior vulnerabilidade. As principais necessidades frente às inundações foram mobilidade e deslocamento (42,31%) e reparos estruturais (32,69%). A limpeza e recolhimento de lixo (9,62%) e alertas de inundação (10,58%) foram citados em menor grau.

Esses dados destacam a importância de estratégias de mitigação e suporte econômico para reduzir os danos nas comunidades, especialmente em termos de mobilidade e reparos estruturais, que são as principais demandas identificadas.

Correlação de Pearson e Análise de Componentes Principais (ACP)

Os resultados de correlação de Pearson mostram que diversos fatores socioeconômicos e ambientais estão inter-relacionados e influenciam o impacto das inundações na região do rio Carahá. Dentre as correlações significativas identificadas, destacam-se:

Relações socioeconômicas: escolaridade está correlacionada com a idade e renda, enquanto a renda se relaciona com a escolaridade.

Qualidade ambiental: a percepção de odor do rio está correlacionada com a qualidade da água, e a presença de insetos está associada à percepção de odor. A presença de ratos também se correlaciona com a escolaridade e a presença de insetos.

Esgoto e resíduos: a percepção de esgoto no rio está associada à renda, presença de insetos e ratos, e a presença de resíduos sólidos está correlacionada com a percepção de esgoto.

Inundações: a ocorrência de inundações está relacionada a fatores como escolaridade, qualidade da água, presença de insetos, ao esgoto e resíduos sólidos. A falta de água durante as inundações se relaciona com escolaridade, presença de insetos e ratos, e a falta de energia elétrica está associada à falta de água durante esses eventos. A necessidade de abandonar a casa está associada a fatores econômicos e ambientais, como renda, presença de insetos e ratos, além da ocorrência e frequência de inundações.

Impactos sociais: a busca por abrigo está relacionada à escolaridade, renda, presença de ratos, frequência de inundações e necessidade de sair de casa. A ausência escolar e a ausência no trabalho estão associadas a muitos desses fatores.

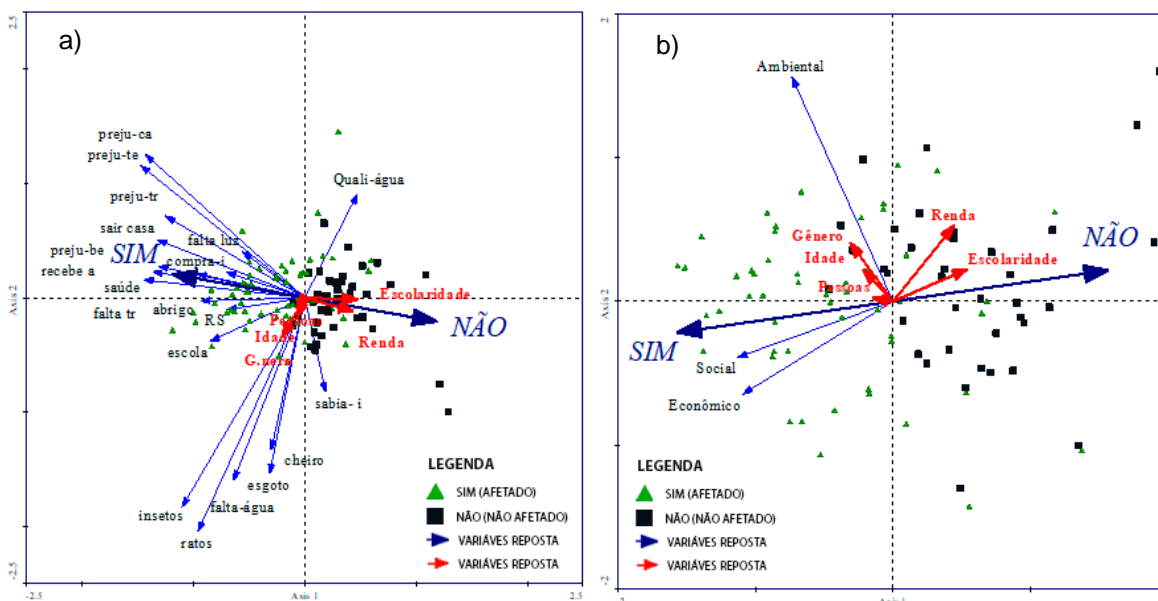
Saúde e assistência: problemas de saúde estão relacionados à renda, presença de ratos e aos resíduos sólidos, frequência de inundações e necessidade de buscar abrigo. A obtenção de ajuda está relacionada aos diversos fatores, incluindo escolaridade, renda, ocorrência de inundações e problemas de saúde.

Prejuízos econômicos: prejuízos no trabalho estão relacionados à presença de insetos e ratos, frequência de inundações e necessidade de sair de casa. Danos materiais e estruturais estão amplamente correlacionados a fatores ambientais, sociais e econômicos, incluindo qualidade da água, presença de insetos e resíduos sólidos, frequência de inundações, necessidade de buscar abrigo e receber ajuda.

Propriedade e aquisição de imóveis: a decisão de comprar imóveis em áreas sujeitas a inundações está relacionada a fatores como escolaridade, renda, presença de insetos e percepção de esgoto no rio.

Essas correlações mostram a complexidade dos danos das inundações e a necessidade de abordar esses problemas de forma integrada, considerando fatores sociais, ambientais e econômicos para mitigar os impactos. A análise de componentes principais (Figura 5a) sugere que os entrevistados afetados pelas inundações (SIM) se diferenciam significativamente dos que não foram afetados (NÃO), reforçando a importância de uma abordagem integrada para a gestão dos riscos.

Figura 5 - Relação entre os danos ambientais, sociais e econômicos das inundações do rio Carahá e o perfil dos entrevistados, por grupo, segundo autodeclaração sobre afetado (SIM) ou não afetado (NÃO)



Notas: Variáveis respostas: impacto ambiental, sociais e econômicas. Variáveis explicativas: idade, gênero, pessoas, escolaridade e renda. Grupos: SIM (afetados por inundações) e NÃO (não afetados por inundações). Componentes principais: Axis 1 (CP1=65,7%); Axis 2 (CP2=22,6%).

Fonte: Os autores, 2024.

A ACP demonstra que o grupo dos afetados apresenta maior percepção quanto às variáveis sociais e econômicas. Por outro lado, as variáveis ambientais não apresentam vínculo com os grupos estudados, mas estão diretamente associadas à percepção da qualidade da água, ou seja, quanto maior é a percepção de insetos, ratos e mal cheiro de esgoto, menor é a qualidade da água. Os não afetados são, em sua maioria, residentes com maior nível de escolaridade e renda.

Após essa análise, optou-se também por agrupar as variáveis respostas em ambientais, sociais e econômicas (Figura 5b). Novamente, a ACP revela, com uma variância total de 98,1% (PC1, PC2 e PC3), que as comunidades afetadas são as que mais relatam problemas socioeconômicos e percebem danos mais significativos em decorrência de sua residência ser impactada por inundações, representadas por aqueles com menor renda e escolaridade.

Proposição de medidas mitigadoras

Durante a realização do grupo focal, foram anotados os pontos principais das respostas dos profissionais presentes. Essas abordagens estão sintetizadas no Quadro 1, com os principais problemas detectados. No Quadro 2 apresentamos as sugestões propostas para a solução destes problemas, baseando-se tanto nos questionários como nas sugestões fornecidas pelo próprio grupo focal.

Quadro 1 - Problemas detectados durante discussões no grupo focal

Problemas detectados	
Palavras chaves da resposta	Descrição
Infraestrutura inadequada	É notória a existência de imóveis construídos abaixo do nível da rua e a inadequação da infraestrutura urbana, especialmente ruas e sistemas de drenagem, que são críticos. Evidencia-se a necessidade de intervenções de engenharia, como a construção de muros de contenção, ampliação dos sistemas de drenagem e reestruturação urbana, para prevenir inundações futuras
Percepção de risco	É perceptível a influência da cultura local, que minimiza a percepção dos riscos associados a fenômenos hidrológicos. Essa postura impacta negativamente a eficácia das medidas de prevenção
Iniciativas públicas e recursos	A deficiência de projetos integrados, a limitação de recursos financeiros e materiais para órgãos como a Defesa Civil e a prefeitura são barreiras significativas

Fonte: Os autores, 2024.

Quadro 2 - Sugestões para implementação das ações

Sugestões para Implementação das ações	
Palavras-chaves da resposta	Descrição
Educação e conscientização	Implementação de programas educativos em escolas e comunidades para fortalecer a percepção de risco e a preparação para desastres. Exemplos incluem campanhas de conscientização contínuas sobre os riscos de enchentes e a importância de medidas preventivas

Integração institucional	Aprimorar a coordenação entre diferentes instituições públicas, incluindo a Defesa Civil, o Ministério Público e a prefeitura, utilizando plataformas de comunicação integradas e planos de ação unificados, para garantir resposta rápida e eficiente em situações de emergência
Melhoria e Manutenção de Infraestrutura	Realização de limpeza e manutenção regular dos cursos d'água, construção de bacias de contenção, e aprimoramento das redes de esgoto e drenagem. Desenvolvimento de obras de infraestrutura que priorizem áreas menos centrais da cidade para reduzir a densidade populacional em zonas de alto risco. Definir um cronograma de ações e os responsáveis pela implementação
Novas legislações e fiscalizações	Criação de políticas públicas que exijam a incorporação de medidas preventivas em novos empreendimentos e intensificação das fiscalizações para assegurar a aderência a tais medidas. Exemplos de legislações preventivas em outras regiões podem servir de modelo
Realocação e assistência aos afetados	Implementação de um programa de realocação que ofereça suporte estrutural, psicológico e social aos afetados, garantindo assistência antes, durante e após a mudança para novas áreas. Proporcionar apoio contínuo para evitar o retorno às áreas de risco

Fonte: Os autores, 2024.

DISCUSSÃO

A população ribeirinha do rio Carahá enfrenta sérios problemas ambientais e socioeconômicos decorrentes de fenômenos hidrológicos, conforme evidenciado por estudos realizados nos últimos 15 anos e pelos dados desta pesquisa. Os moradores reconhecem as dificuldades, que se refletem nas suas percepções sobre a qualidade da água e a infraestrutura do rio. As informações coletadas revelam complexa rede de danos que afeta a comunidade e discutem possíveis soluções para mitigar esses problemas.

Estudos de Pessoa, Becegato e Berlanda (2022) e Lemos (2020) mostram que a urbanização desordenada na bacia do rio Ponte Grande resulta em alterações no uso do solo, levando a problemas de saneamento e infraestrutura, o que se aplica também ao rio Carahá. A ocupação irregular de áreas vulneráveis e a impermeabilização do solo intensificam o escoamento superficial, agravando inundações. Guasselli (2020) também ressalta que o planejamento urbano deficiente, especialmente no entorno do rio Carahá, impede a filtragem eficiente das águas pluviais, agravando sua qualidade e aumentando a frequência de inundações.

Padilha e Ceolin (2023) acrescentam que a ocupação em áreas de planícies de inundação e a falta de medidas preventivas agravam a situação. Silva, Silva e José (2023) observam que eventos de inundação causam grandes danos sociais, ambientais e econômicos, muitas vezes não completamente mensurados. Os participantes sugeriram a implementação de programas de realocação que ofereçam suporte estrutural, psicológico e social aos afetados, garantindo assistência antes, durante e após a mudança para novas áreas, evitando o retorno às zonas de risco, evidenciando que a população é uma fonte valiosa de informações para a elaboração de soluções diante de problemas de fenômenos hidrológicos.

Soluções baseadas no conceito de "*Sponge City*" têm sido sugeridas para mitigar esses impactos, tais como pavimentação permeável, telhados verdes, bacias de retenção e jardins de chuva, descritas por Wang et al. (2018) e Zhou et al. (2021), que são indicadas para promover a recarga subterrânea, reduzir o escoamento superficial e melhorar a qualidade da água. Zhang e Jie (2022) destacam que a implementação de telhados verdes, por exemplo, pode contribuir significativamente para a redução do escoamento superficial, além de atuar como mecanismo de regulação térmica em áreas urbanas.

Outras estratégias, como as "*sunken green spaces*" (áreas verdes rebaixadas), também descritas por Wang et al. (2022), oferecem a vantagem adicional de capturar e armazenar a água da chuva, a fim de promover a infiltração e diminuir o volume de água que contribui para as inundações. No entanto, o

sucesso dessas soluções depende de um planejamento urbano que considere as características geográficas e a infraestrutura existente, como discutido por Laukli et al. (2022).

Além das soluções baseadas em "*Sponge City*", há estratégias de contenção física, como diques, descritos por Li et al. (2020) e Adams (2011). Essas barreiras são essenciais para conter inundações fluviais em áreas mais críticas, mas precisam ser integradas com soluções de manejo de águas pluviais para garantir a eficácia em longo prazo.

Estudos comparativos com bacias urbanas de características semelhantes, como a bacia do rio Ponte Grande (Lemos, 2020) e o rio Teteriv, na Ucrânia (Tsyhanenko-Dziubenko *et al.*, 2023), mostram que a implementação dessas soluções pode resultar em melhorias significativas na gestão de recursos hídricos e na resiliência urbana. Entretanto, essas intervenções devem ser acompanhadas por um monitoramento contínuo e políticas públicas que incentivem a participação comunitária e a conscientização ambiental.

No contexto do rio Carahá, os dados desta pesquisa indicam que 59,62% das residências na região são afetadas por inundações, e 86,54% dos moradores consideram a qualidade da água ruim. Rangel e Rangel (2020) descrevem que a poluição das águas, agravada pelo descarte inadequado de esgoto, transforma o rio em um esgoto a céu aberto, afetando diretamente a saúde e a segurança dos habitantes. Além disso, a presença de insetos e roedores, mencionada por 63,46% dos entrevistados, aumenta os riscos de doenças.

A gestão de inundações exige intervenções estruturais e não estruturais, como a construção de bacias de retenção e jardins de chuva, bem como a reestruturação das margens do rio para reduzir os impactos das cheias. A integração dessas estratégias com atividades de educação ambiental e engajamento comunitário é importante para promover a resiliência em longo prazo. Programas de mapeamento e fiscalização de áreas de risco, combinados com a implementação de boas práticas de gestão de resíduos sólidos, também são necessários para garantir um ambiente mais seguro e saudável. A pesquisa também revelou deficiências em projetos integrados e limitações de recursos financeiros e materiais para órgãos como a Defesa Civil e a prefeitura, evidenciando a necessidade de melhorar a coordenação entre diferentes instituições públicas por meio de plataformas de comunicação integradas e planos de ação unificados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo, ao analisar a percepção dos moradores sobre os impactos dos fenômenos hidrológicos no rio Carahá, Lages/SC, confirmou as hipóteses iniciais, evidenciando danos ambientais, econômicos e sociais significativos para a população ribeirinha. Os resultados indicaram que 86,54% dos entrevistados percebem a qualidade da água como ruim, e 59,62% das residências foram afetadas por inundações nos últimos anos, demonstrando prejuízos econômicos e impactos sociais expressivos. A falta de infraestrutura adequada ao longo do rio e a minimização da percepção de risco por parte da comunidade contribuem para a vulnerabilidade socioeconômica dos moradores.

A pesquisa identificou que 76,92% dos participantes considerariam adquirir propriedades em áreas de risco, mesmo com 55,77% estando cientes dos perigos, o que evidencia falhas no planejamento urbano de Lages/SC. Com base nesses achados, recomenda-se a ampliação de investimentos públicos em projetos de infraestrutura, educação ambiental e apoio a órgãos como a Defesa Civil. A formulação de políticas públicas integradas é essencial para mitigar os riscos e promover um ambiente mais seguro e sustentável para a população ribeirinha.

Espera-se que esta pesquisa contribua para o desenvolvimento de novas políticas públicas focadas na melhoria da qualidade da água, redução dos riscos de inundações e fortalecimento da educação ambiental. O estudo oferece uma base sólida para futuras pesquisas e políticas públicas, além de destacar a importância da integração de dados espaciais e socioeconômicos na formulação de estratégias de mitigação eficazes.

Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar a escala amostral e adotar variáveis adicionais, replicando a metodologia em outras bacias hidrográficas afetadas por fenômenos hidrológicos, a fim de validar os resultados e fortalecer o conhecimento sobre gestão de recursos hídricos e planejamento urbano sustentável.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por meio da concessão de bolsa de mestrado, a qual foi fundamental para a dedicação integral à pesquisa e ao desenvolvimento deste estudo. Agradecemos à CAPES pela confiança e investimento na formação acadêmica e científica.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A. **Conflito social e risco ambiental**: o caso de um vazamento de óleo na Baía de Guanabara. Buenos Aires: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 2002.
- ADAMS, T. E. Stability of levees and floodwalls supported by deep-mixed shear walls: Five case studies in the New Orleans area. 2011. **Tese de Doutorado**. Virginia Tech.
- ARAUJO, J. V. G. A.; SANTOS, M.; GOMES, C. F. S. Desenvolvimento de um código em Python para geração de Matrizes de Correlação de Pearson com laços a partir de “n” variáveis tomadas duas a duas. In: **Anais...** Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha. Rio de Janeiro, 2019. <https://doi.org/10.5151/spolm2019-080>
- BARIZON, R.R.M.; KUMMROW, F.; ALBUQUERQUE, A.F.; ASSALIN, M.R.; ROSA, M.A.; DUTRA, D.R.C. de S.; PAZIANOTTO, R.A.A. Surface water contamination from pesticide mixtures and risks to aquatic life in a high-input agricultural region of Brazil. **Chemosphere**, v. 308, n 136400, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136400>
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Eds.). Brasília, 2007. 176 p.
- CANOCO. **Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide**: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). / ter Braak, C.J.F.; Smilauer, P. Ithaca NY, USA: www.canoco.com, 2002. (Microcomputer Power).
- CASSOL, P. B. C.; BOHNER, T. O. L. Enchente, inundação e a minimização dos seus impactos sob o olhar da educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p. 648–652, jan. 2012. <https://doi.org/10.5902/223611704021>
- COSTA, C. W.; CUNHA, G. K. G.; BEZERRA, A. V. S.; MOREIRA, C. V. M.; DINIZ, G. J. da S.; SOUZA, A. G. R. de; ... de SOUSA, M. N. F. A. Impactos das atividades antrópicas em bacia hidrográfica periurbana verificados por meio de indicador ambiental – Extremoz/RN. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 17, n. 4, p. 3022–3036, 2024. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p3022-3036>
- GEOLAGES. Agrimensura, topografia e geoprocessamento. **GeoLages**, 2023. Disponível em: <http://geo.lages.sc.gov.br/pages/imobiliario/index.jsf>. Acesso em: 07 jun. 2023.
- GRASHAM, C. F.; KORZENEVICA, M.; CHARLES, K. J. On considering climate resilience in urban water security: A review of the vulnerability of the urban poor in sub-Saharan Africa. **WIREs Water**, v. 6, n. 3, p. 1-11, maio/jun. 2019. <https://doi.org/10.1002/wat2.1344>
- GUASSELLI, F. C. A percepção da paisagem: O caso do Rio Carahá no contexto urbano de Lages, SC. 2020. 240 f. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v7.n1.179-180>
- LAUKLI, Kirstine et al. Soil and plant selection for rain gardens along streets and roads in cold climates: Simulated cyclic flooding and real-scale studies of five herbaceous perennial species. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 68, p. 127477, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127477>
- LEMOES, M. R. Vulnerabilidade socioambiental das ocupações na bacia hidrográfica do rio Ponte Grande, no município de Lages-SC: uma análise ambiental e jurídica. 2020. 89 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2020.
- LEPS, J.; SMILAUER, P. **Multivariate analysis of ecological data using CANOCO**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511615146>

LI, H. et al. Improving tolerance control on modular construction project with 3D laser scanning and BIM: A case study of removable floodwall project. **Applied Sciences**, v. 10, n. 23, p. 8680, 2020. <https://doi.org/10.3390/app10238680>

LOURENÇO, M. S. T. A.; ARAB, P. B.; LEANDO, D. Panorama da engenharia para contenção ou minimização dos efeitos de inundação em áreas de risco. In: **Anais... XXIC Congresso de Iniciação Científica**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2022.

MAFRA, M. S. H. et al. Avaliação de metais potencialmente tóxicos em rios urbanos na cidade de Lages (SC) em região de recarga do Aquífero Guarani. In: **Anais... XX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Campinas, 2018.

MOULDS, S. et al. Modeling the impacts of urban flood risk management on social inequality. **Water Resources Research**, v. 57, 1-24, jun. 2021. <https://doi.org/10.1029/2020WR029024>

PADILHA, A. P. A.; CEOLIN, L. S. **Inundações, políticas públicas e deveres de proteção estatais**. In: COLVERO, R. B.; SANTOS, T. S. P.; COMARETTO, T. M. (Org.). **Relações de Fronteiras e Interdisciplinaridade**, v. 4, n. 4, p. 27-49, jul./ago. 2023.

PAVLEK, K. Geomorfološke promjene tekućica: pristupi, rezultati i izazovi istraživanja. **Hrvatski Geografski Glasnik**, v. 85, n. 1, p. 5-39, jul. 2023. <https://doi.org/10.21861/HGG.2023.85.01.01>

PEARSON, K. **Mathematical contributions to the theory of evolution XIV: On the general theory of skew correlation and non-linear regression**. Draper's Company Research Memoirs, Biometric Series II. Londres: Dulau & Co., 1905.

PESSOA, N. M. M.; BECEGATO, V. A.; BERLANDA, A. Investigação da urbanização na bacia hidrográfica do Rio Ponte Grande, Lages, SC. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Sergipe, v. 13, n. 11, p. 208–222, nov. 2022. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.011.0016>

PRIMO, V. H. C.; RAFAELI NETO, S. L. Assessment of economic impacts in flood events in Lages/SC, Brazil. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, p. 30-44, maio 2023. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94781486>

QGIS, Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. 2024.

QI, W. et al. A review on applications of urban flood models in flood mitigation strategies. **Natural Hazards**, v. 108, p. 31-62, mar. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04715-8>

QUINATTO, J.; ZAMBELLI, N.L.N.; SOUZA, D.H.; NETO, S.L.R.; CARDOSO, J.T.; SKORONSKI, E. Using the pollutant load concept to assess water quality in an urban river: the case of Carahá River (Lages, Brazil). **Rev. Ambient. Água**, v. 14, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2252>

RAFAELI NETO, S. L.; CORDEIRO, M. T. A. Análise do comportamento de sistemas urbanos por meio de componentes de sistemas hidrológicos. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 142-155, abr. 2015. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.99771>

RANGEL, R. R.; RANGEL, N. A. Percepção local sobre política pública de saneamento do Rio Carahá na cidade de Lages/SC: um estudo preliminar. **Natural Resources**, Sergipe, v. 10, n. 2, p. 76-85, mar. 2020. <https://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2020.002.0010>

ROSSATTO, S. D. L. Os impactos socioambientais das enchentes e inundações e sua relação com o processo de ocupação urbana irregular as margens do córrego Urutago no município de Francisco Beltrão - PR. 2020. 21 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Geografia) – Centro Universitário Internacional Uninter, 2020.

SANTOS, V. J. dos. Abordagem baseada em volumes para análise de alagamentos e inundações em bacia hidrográfica urbana. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017. 2024.

SILVA, E. M. et al. **Estatística para os cursos de economia, administração e ciências contábeis**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, F. V.; SILVA, S. S.; JOSÉ, J. V. Mapeamento da mancha de inundação do rio Juruá em 2019 e 2021 no município de Eirunepé – Amazonas. In: **Anais... II Simpósio de Ciências Ambientais na Amazônia Sul-Occidental**. Cruzeiro do Sul, 2023.

TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. CANOCO **Reference manual and canodraw for windows user's guide**: software for canonical community ordination (version 4.5). In: Mathematical and Statistical Methods – Biometris. Ithaca NY: CANOCO, 2002.

TSYHANENKO-DZIUBENKO, I. et al. Hydrochemical determination of the teteriv river and the Kamianka River eutrophication potential. **European Association of Geoscientists & Engineers**, v. 2023, p. 1-4, nov. 2023. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>

WANG, H. et al. A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. **Science China Technological Sciences**, v. 61, n. 3, p. 317-329, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11431-017-9170-5>

ZHANG, Gaochuan; HE, Bao-Jie. Towards green roof implementation: Drivers, motivations, barriers and recommendations. **Urban forestry & urban greening**, v. 58, p. 126992, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.126992>

ZHOU, Y. et al. Urban rain flood ecosystem design planning and feasibility study for the enrichment of smart cities. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 5205, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13095205>

Recebido em: 27/11/2024

Aceito para publicação em: 26/03/2025