ClimaRes WaSH: ações integradoras de gestão, governança e soluções baseadas na natureza para a resiliência climática, primeiros resultados

Isadora Scopel Simon 1 [1]; Priscila de Morais Lima[2]; Nicole Vieira Stone [3]; Iporã Possantti[4] Fernanda Mückler Pereira[5]; Rafaella Fernandes de Mattos [6]& Fernando J. Corrêa Magalhães Filho[7]

Palavras-Chave – Soluções baseadas na Natureza, Resiliência climática, Saneamento.

INTRODUÇÃO

O presente resumo apresenta o projeto ClimaRes WaSH – Ações integradoras de Gestão, Governança e Soluções Baseadas na Natureza para Água, Saneamento e Saúde no contexto da Resiliência Climática, uma unidade do Centro de Referência Internacional em Estudos Relacionados às Mudanças Climáticas do Rio Grande do Sul. O projeto, de abordagem transversal e sistêmica, busca permitir o enfrentamento dos desafios contemporâneos e futuros, especialmente no contexto de mudanças climáticas e eventos extremos cada vez mais frequentes, integrando saneamento, políticas públicas e Soluções baseadas na Natureza (SbN).

Com esse propósito, articulam-se diferentes instituições de ensino, pesquisa, regulação e cooperação técnica do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, reunindo competências complementares para enfrentar desafios complexos relacionados à resiliência climática. Integram a iniciativa a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento AGESAN, além da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES).

O projeto também dá continuidade ao ClimaSanO - Resposta Integrada de Saneamento e Saúde em Emergências Climáticas, por meio do monitoramento da qualidade da água. Observou-se no período do evento climático de abril e maio de 2024 e no período após o evento em 2025, que a qualidade da água não retornou aos níveis de qualidade anteriores à inundação. Diante disso, evidencia-se que o risco ambiental persiste mesmo após o fim da cheia.

Marques *et al.* (2024) atribuem o cenário de desastre à interação de três dimensões: meteorológica, geomorfológica/hidrológica e antrópica, o que está de acordo com Bohnenberger *et al.* (2026), segundo os quais a inundação prolongada, a sincronização hidrológica na bacia, a exposição urbana, a impermeabilização do solo, a contaminação por esgoto e o envelhecimento da infraestrutura se combinaram para intensificar o cenário de degradação.

Segundo Magalhães Filho *et al.* (2024), tais fatores favoreceram a proliferação de vetores e agravaram casos de doenças e mortes. Constata-se, assim, que as cidades, sobretudo os municípios de médio porte, os mais vulneráveis nesse aspecto, ainda não estão adaptadas a eventos extremos, o que reforça a importância de uma infraestrutura mais resiliente e alinhada aos processos naturais. Nesse contexto, o projeto propõe a hipótese de que ações integradoras entre saneamento, clima e SbN, organizadas de

1) Bolsista Mestre ClimaRes WaSH, núcleo IPH/UFRGS, isadora_scopel_simon@hotmail.com.
2) Pesquisadora do Research Institutes of Sweden e ClimaRes WaSH, núcleo IPH/UFRGS, priscila.de.morais.lima@ri.se.
3) Laboratório de Virologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, núcleo ICBS/UFRGS, nicolevcvc@hotmail.com.
4) Pesquisador ClimaRes WaSH, núcleo IPH/UFRGS, possantti@gmail.com.
5) Laboratório de Virologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, núcleo ICBS/UFRGS, fmucklerp@gmail.com
6) Professora Faculdade de Direito da Universidade Federal do Rio Grande (FURG); rafaellafmattos@furg.br
7) Professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS); coordenador do ClimaRes WaSH e membro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Soluções Baseadas na Natureza, fernando.magalhaes@ufrgs.br

forma multissetorial e multiescalar, podem fortalecer a governança em Água, Saneamento e Saúde[8] ampliando sua capacidade de resposta frente à variabilidade climática e à ocorrência de eventos extremos, além de promover bem-estar social, equidade e segurança hídrica.

Espera-se, assim, gerar modelos, plataformas, catálogos e diretrizes para políticas públicas, acompanhados de cursos, capacitações e oficinas, capazes de superar a fragmentação entre iniciativas setoriais e fortalecer a tomada de decisão.

Nessa perspectiva, o objetivo geral do projeto é desenvolver e implementar uma estrutura de governança integrada, apoiada em uma plataforma que combine monitoramento, modelagem, tipologias de SbN e instrumentos de política pública para aumentar a resiliência climática em sistemas de água e saneamento, produzindo insumos técnicos e institucionais para gestores e reguladores.

METODOLOGIA

A metodologia do projeto é interdisciplinar, sistêmica e multiescalar, de caráter aplicado e colaborativo, organizada em três eixos complementares que integram monitoramento, modelagem, análise de risco e formulação de políticas públicas frente aos desafios de água, saneamento e saúde no contexto das mudanças climáticas, tendo a bacia hidrográfica como escala de planejamento e intervenção. A execução é distribuída entre os núcleos parceiros, cada um com atribuições alinhadas à sua área de atuação.

O primeiro eixo corresponde à integração de dados de monitoramento e previsão hidrológica, reunindo dados do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), da Agência Nacional de Águas e do Serviço Geológico do Brasil, além de dados de monitoramento da qualidade da água coletados periodicamente, com análises físico-químicas, microbiológicas, de metais, contaminantes emergentes, toxicidade e doenças veiculadas pela água. Esse eixo, conta com uma infraestrutura de dados geoespaciais desenvolvida anteriormente — um banco de dados espacial integrado com dados ambientais e hidrológicos, disponível em repositório científico (Zenodo), Wohlmuth *et al.* (2025) — que subsidiará as análises do projeto.

O segundo eixo, de estruturação metodológica e desenvolvimento de ferramentas, concentra-se na criação e validação de modelos dinâmicos para adaptação da infraestrutura hídrica e sanitária, a partir de indicadores técnicos, ambientais, sociais, econômicos e institucionais. Destaca-se o aprimoramento da ferramenta GESSADE-IPH (Gestão de Saneamento em Desastres) e o Catálogo ClimaRes WaSH, com foco em Soluções baseadas na Natureza e arranjos híbridos, incorporando critérios técnicos, econômicos, operacionais, regulatórios e de governança para apoiar a tomada de decisão baseada em evidências. A eficácia dessa abordagem é sustentada por evidências: Klafke *et al.* (2026), conferiram a resiliência operacional de um sistema de wetland construído de fluxo horizontal de 15.000 m² frente a eventos hidrológicos extremos repetidos no sul do Brasil, reforçando o potencial de uma SbN como solução robusta em cenários de eventos extremos.

O terceiro eixo foca na difusão do conhecimento e popularização da ciência, por meio de oficinas, cursos, materiais didáticos e notas técnicas, em articulação com agências reguladoras e associações técnicas (AGESAN, ABES-RS e SC), incluindo propostas regulatórias. Em conjunto esses três eixos se retroalimentam: os dados de monitoramento (Eixo 1) subsidiam a modelagem e validação de soluções (Eixo 2), cujos resultados orientam a formulação de diretrizes e capacitações (Eixo 3).

O núcleo IPH/UFRGS coordena o projeto, atuando em monitoramento da qualidade da água, controle da poluição sob a perspectiva One Health, previsão hidrológica, governança e regulação em WaSH e

[8] WASH, termo do inglês, significa as três dimensões inseparáveis da saúde pública: água, saneamento e higiene. Água (acesso seguro e contínuo), saneamento (coleta e tratamento de esgoto) e higiene (práticas e estruturas de limpeza, incluindo higiene menstrual), INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO (2025).

SbN, atuando em múltiplas escalas, da bacia hidrográfica às edificações, com foco na resiliência climática. Na figura 1 são representadas as instituições e projetos envolvidos e respectivos temas.



Figura 1: Integração de temas, projetos e instituições. Fonte: Autoria própria.

O Instituto de Ciências Básicas da Saúde (ICBS/UFRGS) atua no monitoramento quali-quantitativo de ambientes aquáticos e efluentes, com ênfase em virologia ambiental e resistência microbiana. O núcleo da Universidade La Salle investiga genotoxicidade, ecotoxicologia e saúde ambiental, com foco em identificação de riscos e monitoramento no contexto das mudanças climáticas.

A Faculdade de Direito (FURG) coordena o eixo de Políticas Públicas e Direito Ambiental e Climático, com foco em saneamento, gestão de bacias e SbN. A parceria com a UFSM (campus Frederico Westphalen) amplia a atuação para o oeste do Rio Grande do Sul, reunindo pesquisadores em saneamento rural, gestão integrada de recursos hídricos, SbN e química ambiental. O núcleo da UFSC atua em governança WaSH e SbN, com ênfase em saneamento descentralizado para municípios de pequeno porte e áreas de ocupação dispersa.

RESULTADOS

No primeiro semestre de 2026, foi realizada a primeira campanha de amostragem, com coleta em 17 pontos do Guaíba para análises microbiológicas, virológicas, ecotoxicológicas, de micropoluentes e de parâmetros físico-químicos. Em maio, foi identificada uma superbactéria[9] em quatro pontos: nas praias do Lami e de Ipanema, no Guaíba proximidades da foz do arroio Dilúvio e da Estação de Bombeamento de Água Bruta Menino Deus.

Como complemento, o projeto ClimaSanO, antecessor do ClimaRes WaSH, realizou sete campanhas de monitoramento e identificou duas fases na contaminação viral após a enchente de 2024 em Porto Alegre: uma fase aguda, durante o pico do evento, marcada pela presença simultânea de múltiplos patógenos em função do colapso da infraestrutura urbana, e uma fase persistente, no período pós-enchente, caracterizada pela redução da diversidade viral, mas com predomínio de SARS-CoV-2, vírus da hepatite A (HAV) e norovírus GI.

Entre os achados destaca-se o aumento progressivo da detecção de HAV, em concordância com o crescimento dos casos clínicos, sugerindo que o evento extremo de 2024, não apenas desencadeou, mas também sustentou a transmissão da hepatite A. Esses achados demonstram que os impactos sanitários se prolongam além do evento extremo, especialmente em contextos com fragilidades no saneamento, mantendo o risco à saúde pública por períodos prolongados. Nesse sentido, a vigilância longitudinal mostrou-se fundamental para captar essas mudanças temporais e espaciais, reforçando a necessidade de estratégias contínuas de monitoramento e resposta em saúde pública.

No desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão, o aprimoramento do GESSADE-IPH encontra-se em andamento, com estudos de caso para subsidiar sua validação.

[9] A Acinetobacter baumannii é uma superbactéria de relevância clínica e ambiental, especialmente quando associada à resistência a antimicrobianos.

No eixo de governança e políticas públicas, o núcleo da FURG vem identificando e sistematizando instrumentos normativos relacionados ao saneamento no RS e em SC, com foco em marcos legais, regulatórios e políticas setoriais. Os núcleos IPH/UFRGS, UFSM e UFSC desenvolvem estudos sobre a regionalização do saneamento nos estados brasileiros, mapeando agências reguladoras com resoluções sobre soluções alternativas de esgotamento sanitário e identificando os modais de atendimento nos municípios. Nesse contexto, foram realizadas visitas técnicas aos municípios de Ivoti e Araricá, com o objetivo de compreender os arranjos institucionais, operacionais e regulatórios na prestação dos serviços de água e esgoto, identificando desafios e oportunidades em governança adaptativa, universalização, digitalização, sustentabilidade financeira e resiliência climática.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados são parciais, uma vez que alguns núcleos encontram-se em fase inicial de implementação, e a plataforma integrada de monitoramento e apoio à decisão segue em desenvolvimento. As coletas realizadas no Guaíba no primeiro semestre de 2026 já geraram informações relevantes sobre a qualidade da água bruta, incluindo a detecção de microrganismos de relevância clínica e ambiental, reforçando a necessidade de integrar monitoramento ambiental, saúde e saneamento. Os resultados da segunda campanha, atualmente em análise, deverão aprofundar esse diagnóstico e subsidiar o desenvolvimento da plataforma integrada nas próximas etapas do projeto.

REFERÊNCIAS

BOHNENBERGER L.; GOMES RIBEIRO M. H.; MORAIS DA ROSA, L.; PEREIRA DA SILVA C.S., VINÍCIUS DUARTE SOROKA V.; ALBORNOZ, L. L.; RIBEIRO RODRIGUES, L. H.; WOHLMUTH DA SILVA, S. (2026) "*Spatio-temporal dynamics of water quality during and after an extreme flood event in southern Brazil*". Science of The Total Environment, v.1032.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO (2026). *Água, esgoto e higiene (WASH) - Como garantir serviços resilientes no contexto das mudanças climáticas?* [s.n.].

KLAFKE, L. Z.; PELISSARI, C.; ALBORNOZ, L. L.; MORAES, L. F. de; CAVALHERI, P. S.; CARABAJAL, C. T.; GRAEBIN, A. B.; MAGALHÃES FILHO, F. J. (2026). *"Clogging assessment of a combined sewer overflow full-scale horizontal flow treatment wetland: Performance and resilience"*. Ecological Engineering, v. 230.

MAGALHÃES FILHO, F. J.; MENDES, A. T.; SANTOS, G. R. dos; BENETTI, A. D.; DORNELLES, F. (2024). *"Enchentes e inundações no Rio Grande do Sul em 2024: impactos e desafios para a gestão integrada de políticas públicas no saneamento básico"*. Boletim Regional, Urbano e Ambiental Ipea, v. 33, p. 23–32.

MARQUES, G. F.; KUELE, P. M.; DALCIN, A. P.; MAGALHÃES FILHO, F. J.; PACHECO, G.; SIGALIS, A.; POSSANTTI, I. B. (2024). *"A cheia de 2024 no estado do Rio Grande do Sul e as linhas de ação para a resiliência contra eventos extremos"*. Nota Técnica, Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (GESPLA), Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), 9 maio 2024.

WOHLMUTH DA SILVA, S., ALBORNOZ, L., POSSANTTI, I., RIBEIRO RODRIGUES, L. H., CORRÊA MAGALHÃES FILHO, F. J., MORAIS DA ROSA, L., & DA MOTTA MARQUES, D. (2025). *Water quality during and after the climate disaster of May 2024 in southern Brazil (0.0.5)* [Data set]. Zenodo.