SANEAMENTO EM DESASTRES: TESTAGEM DE FERRAMENTA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM MUNICÍPIOS GAÚCHOS AFETADOS POR INUNDAÇÕES

Isadora Scopel Simon[1];Rodrigo Sanchotene Quintela[2] & Fabielle Martins[3] Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho[4]

Palavras-Chave – Prevenção, Gestão de Risco, Saneamento.

INTRODUÇÃO

O resumo apresenta uma das ferramentas que estão sendo aperfeiçoadas no âmbito do projeto ClimaRes WaSH – Ações integradoras de Gestão, Governança e Soluções Baseadas na Natureza para Água, Saneamento e Saúde no contexto da Resiliência Climática, unidade do Centro de Referência Internacional em Estudos Relacionados às Mudanças Climáticas (CRIEC) do Rio Grande do Sul, projeto coordenado pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS).

Um dos objetivos do ClimaRes WaSH é aprimorar a ferramenta GESSADE-IPH, utilizada para auxiliar na tomada de decisão da gestão de saneamento em situações de desastres e emergências, mediante validação por meio de estudos de caso no Rio Grande do Sul. Como parte desse processo, este resumo descreve a etapa inicial de testagem da ferramenta, abrangendo os eixos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos.

O GESSADE-IPH foi desenvolvido na pesquisa de mestrado da Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS), no trabalho intitulado Ferramenta de Gestão de Saneamento para Tomada de Decisão em Situações de Desastres e Emergências com Ênfase em Inundações de autoria de Quintela (2025).

Segundo Quintela (2025), a ferramenta foi pensada para ser utilizada em nível municipal e em contextos preferencialmente pré-evento, podendo ser inserida em documentos como Planos de Contingência, Planos de Saneamento Básico, Planos de Segurança de Água, Planos de Segurança de Saneamento Básico e similares.

A interface da ferramenta está organizada em três partes, a parte 1 concentra informações de boas práticas de higiene, a parte 2 ações de prevenção e a parte 3 a ferramenta de apoio à tomada de decisão, que apresenta ações de resposta para serem realizadas na cadeia de saneamento. O GESSADE-IPH foi pensado para uso em situações de desastres e emergências relacionadas a eventos de chuvas extremas, tendo como público-alvo prestadoras de serviços de saneamento, profissionais responsáveis pela elaboração de planos de contingência e entidades de ajuda humanitária.

METODOLOGIA

Para elaborar os estudos de caso com o uso da ferramenta, a testagem concentrou-se em responder às perguntas da parte 3 do GESSADE-IPH, dedicada ao diagnóstico classificativo (figura 1), que organiza um conjunto de perguntas com respostas “sim” ou “não” para os três eixos de saneamento abordados na ferramenta (Resíduos Sólidos, Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário). As informações necessárias para poder responder às perguntas da ferramenta derivam de diversas fontes:

1) Bolsista Mestre ClimaRes WaSH, núcleo (IPH/UFRGS), isadora_scopel_simon@hotmail.com.
2) Doutorando do Núcleo de Estudos em Saneamento Ambiental (NESA, IPH/UFRGS), rodrigosquintela@gmail.com
3) Bolsista Iniciação Científica ClimaRes WaSH, núcleo (IPH/UFRGS), fabielle.martins@outlook.com.
4)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

notícias, relatórios técnicos e trabalhos acadêmicos. Algumas puderam ser respondidas com base em notícias, enquanto outras exigiram o levantamento de características do território estudado, como fontes de abastecimento de água, localização das fontes e modais, incidência solar, tipo de solo predominante e forma de captação de água.

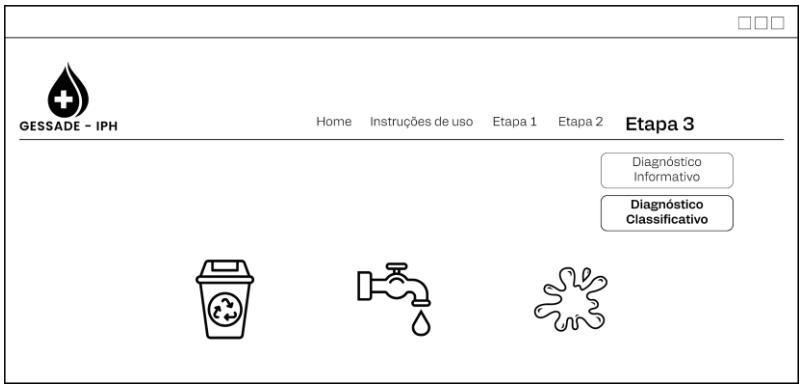


Figura 1: Ilustração da interface do GESSADE-IPH na Etapa 3 utilizada para os estudos de caso. Fonte: Autoria própria, 2026.

O processo de elaboração dos estudos de caso passou por oito etapas ao total, resumidas no diagrama apresentado na figura 2.

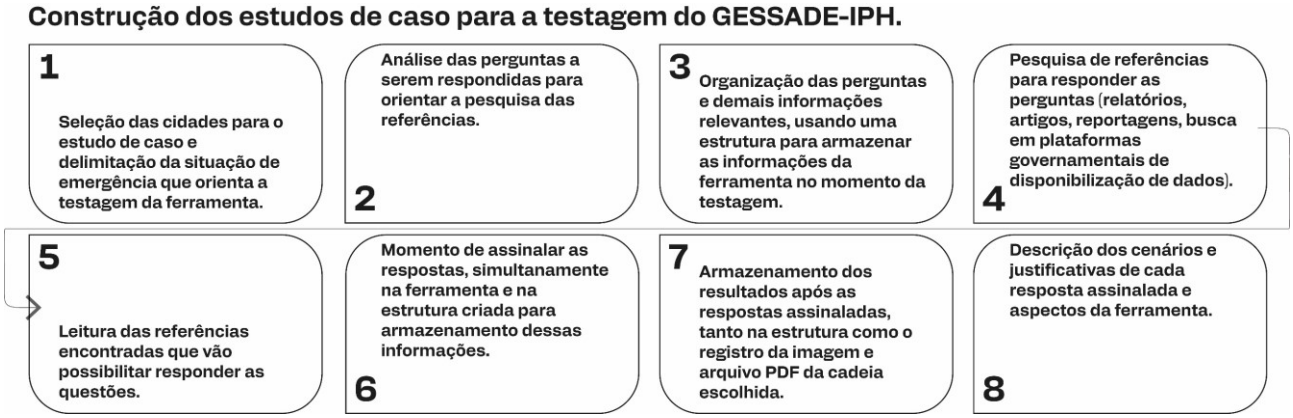


Figura 2: Sistematização das etapas de construção dos estudos de caso para uso da ferramenta. Fonte: Autoria própria, 2026.

Os estudos de caso elaborados percorreram quatro municípios gaúchos impactados pela enchente de abril e maio de 2024: Caxias do Sul, São Leopoldo, Porto Alegre e Pelotas. Alguns foram testados duas vezes nos três eixos de saneamento disponíveis no GESSADE-IPH, e outros apenas em um eixo, devido a características específicas do município que tornaram necessário experimentar outros cenários.

Para armazenar as respostas da plataforma, foi criada uma planilha que organizou as perguntas e as opções correspondentes às soluções para cada eixo. O GESSADE-IPH apresenta dois diagnósticos: o informativo, com perguntas abertas, e o classificativo, com perguntas de respostas "sim" ou "não", sendo este último o foco deste resumo. As perguntas do diagnóstico classificativo estão organizadas por eixo de saneamento. Ao assinalar cada resposta, a ferramenta filtra opções correspondentes as etapas que, juntas, formam uma cadeia de saneamento[5]. As opções estão reunidas por grupo funcional, como no caso do abastecimento de água com tratamento centralizado, que organiza os grupos como: fonte de água, fonte de energia, captação, bombeamento, tratamento de sólidos suspensos, desinfecção, armazenamento, distribuição e transporte, tratamento doméstico e sistema completo.

[5] De acordo com Zacaria *et al.* (2015), uma cadeia de saneamento é formada por uma sequência de etapas, com diversos processos individuais de saneamento introduzidos em uma ordem lógica.

RESULTADOS

Com os cenários de cada município montados, foi possível aplicar as questões do diagnóstico classificativo e identificar tanto melhorias no uso da ferramenta quanto lacunas para seu aperfeiçoamento. No total, foram realizadas sete testagens (Tabela 1), contemplando Caxias do Sul nos três eixos; São Leopoldo nos três eixos; Porto Alegre em dois cenários distintos para cada eixo; e uma segunda testagem de abastecimento de água em Caxias do Sul e Pelotas, com diferentes configurações de manancial e fonte de água. Na figura 3 pode ser observado o esquema exemplificando os resultados obtidos para o primeiro cenário de Caxias do Sul.

Tabela 1 – Estudos de caso GESSADE-IPH por município e eixo de saneamento

Município	Cenário/Testagem	Resíduos sólidos	Abastecimento de água	Esgoto sanitário
Caxias do Sul	manancial subterrâneo	☒	☒	☒
	manancial subterrâneo e superficial	—	☒	—
São Leopoldo	bairros inundados	☒	☒	☒
Pelotas	fonte de água à montante	☒	☒	☒
	fonte de água à jusante	—	☒	—
Porto Alegre	bairros submersos	☒	☒	☒
	bairros isolados sem submersão	☒	☒	☒

A ferramenta demonstrou flexibilidade para cenários pré-evento e pós-evento e, com pequenas variações nas respostas nos três eixos, permitiu a indicação de soluções distintas para cada cadeia, evidenciando sensibilidade aos diferentes aspectos de um contexto de desastre que abrange os quatro municípios. Observou-se, também, que um mesmo cenário pode gerar múltiplas opções de solução para o usuário. No eixo de esgoto sanitário, por exemplo, o grupo funcional "tanque séptico" permaneceu disponível em modalidades de água escura, água cinza e água escura e cinza coletadas em conjunto em alguns casos, mesmo quando as respostas indicavam solo pedregoso e presença de água durante a escavação, condições que tecnicamente inviabilizam essa alternativa.

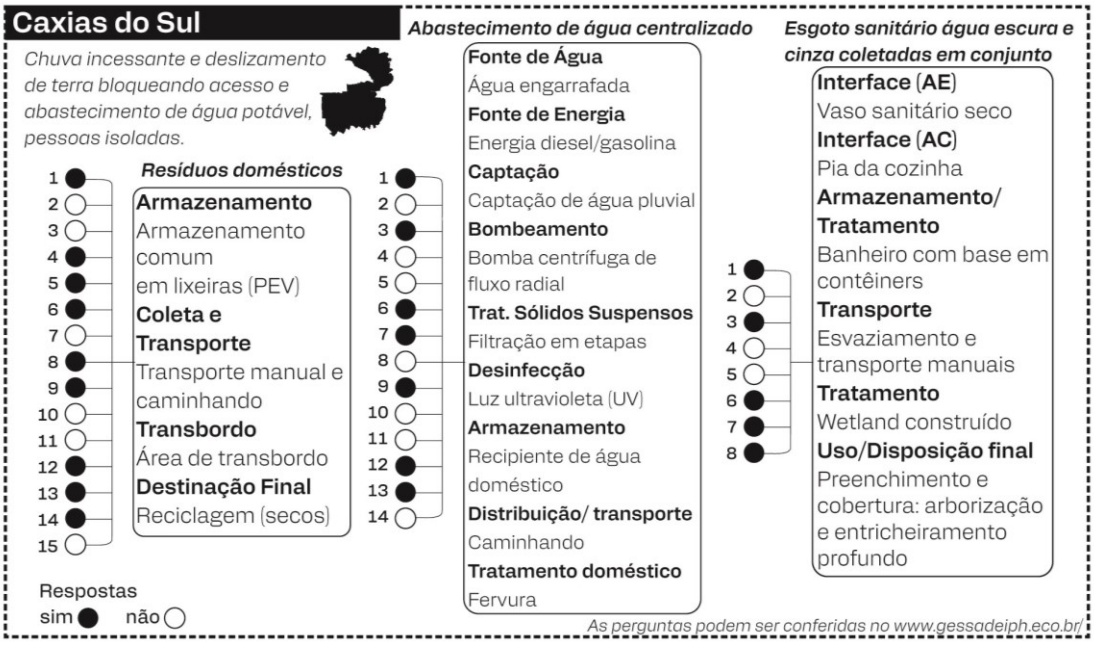


Figura 3: Soluções filtradas no cenário 1 de Caxias do Sul conforme cada eixo. Fonte: Autoria própria, 2026.

Esse achado é compatível com o *Compendio de sistemas y tecnologias de saneamiento* de Tilley *et al*. (2014), referência internacional amplamente utilizada para a seleção de tecnologias sanitárias. O

Compêndio destaca a adequação do solo e a profundidade do lençol freático como critérios relevantes para sistemas baseados em infiltração, recomendando evitar sua implantação em áreas densamente ocupadas, com lençol freático elevado ou sujeitas a inundações frequentes, devido ao risco de saturação do solo, contaminação e impactos à saúde da população. Para além desses aspectos, outro elemento de destaque da ferramenta foi a incorporação de Soluções Baseadas na Natureza (SbN), que contribuem para aumentar a resiliência e reduzir impactos de desastres por meio de abordagens ecossistêmicas complementares às soluções de engenharia tradicionais. Nesse sentido, a ferramenta GESSADE-IPH adota uma perspectiva integrada e holística para sistemas de saneamento sustentáveis e interconectados. A inclusão de SbN está alinhada a marcos globais defendidos pela UNDRR e por Cohen-Shacham *et al.* (2016), reforçando a transição de respostas reativas para estratégias proativas de redução de risco.

CONCLUSÕES

A construção dos estudos de caso exigiu consulta a fontes técnicas especializadas, como SIAGAS, SunData, notas técnicas da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) e dados da Embrapa. Isso evidencia que o uso pleno da ferramenta em situações reais de emergência pressupõe disponibilidade prévia de informações que podem não estar acessíveis no momento do desastre, reforçando a recomendação do autor de que ela seja inserida em instrumentos de planejamento pré-evento, como Planos de Contingência.

Além disso, a testagem demonstrou que o GESSADE-IPH é capaz de gerar cadeias de solução distintas a partir de variações nas condições do território, o que foi evidenciado pelas diferenças de resultado entre os dois cenários de Porto Alegre e as duas testagens de Caxias do Sul no eixo de abastecimento de água. Isso indica que a lógica de filtragem da ferramenta responde à diversidade de contextos.

Sua relevância é reforçada pela frequência crescente de eventos hidrológicos extremos, que exigem respostas rápidas e estruturadas aos diferentes cenários possíveis para proteger a infraestrutura de saneamento e as populações vulneráveis.

Por fim, a testagem permitiu identificar inconsistências concretas na ferramenta que serão aperfeiçoadas no âmbito do projeto ClimaRes WaSH. Cabe registrar também que algumas perguntas do diagnóstico classificativo não puderam ser respondidas com base em dados confirmados, sendo as respostas construídas por inferência ou plausibilidade a partir do contexto de cada município. Essa limitação não invalida os estudos de caso, mas aponta uma oportunidade de aprimoramento: indicar, junto a cada pergunta, quais fontes de dados podem ser consultadas para respondê-la com maior precisão.

REFERÊNCIAS

COHEN-SHACHAM, E., WALTERS, G., JANZEN, C. AND MAGINNIS, S. (eds.) (2016). "*Nature-based Solutions to address global societal challenges".* Gland, Switzerland: IUCN. 97p.

QUINTELA, R. S. (2025). "*Ferramenta de gestão de saneamento para tomada de decisão em situações de desastres e emergências com ênfase em inundações".* Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

TILLEY, E.; ULRICH, L.; LÜTHI, C.; REYMOND, P.; ZURBRÜGG, C. (2014). "*Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento".* 2. ed. rev. Dübendorf: EAWAG. 178p.

Zakaria, F.; Garcia, H.A.; Hooijmans, C.M.; Brdjanovic, D. (2015). "*Decision support system for the provision of emergency sanitation".* Science of The Total Environment,v. 512–513. p. 645-658.