

Atlas de Risco a Inundações do Rio Grande do Sul

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente da República

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

Waldez Góes

Ministro

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Diretoria Colegiada

Veronica Sánchez da Cruz Rios (Diretora-Presidente)

Ana Carolina Argolo

Larissa Oliveira Rêgo

Cristiane Collet Battiston

Leonardo Góes Silva

Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul

Marjorie Kauffmann (Secretária)

Carlos José Sobrinho da Silveira (Diretor do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento - SEMA/RS)

Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil - Casa Militar do Rio Grande do Sul

Cel PM Luciano Chaves Boeira (Chefe da Casa Militar e Coordenador Estadual de Proteção e Defesa Civil)

Cel PM Santiago Soares Dias de Castro (Subchefe de Proteção e Defesa Civil)

Ten Cel PM Ana Maria Hermes (Diretora do Departamento de Gestão de Riscos)

Serviço Geológico do Brasil

Francisco Valdir Silveira (Diretor-Presidente Interino)

Alice Silva de Castilho (Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial)

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional

Atlas de Risco a Inundações do Rio Grande do Sul

Brasília - DF

ANA

2025

Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Edifício Sede, Bloco M

CEP: 70.610-200 – Brasília/DF

Telefone: (61) 2109-5400 / 5252

Endereço eletrônico: <https://www.gov.br/ana/pt-br>

Comissão de Editoração

Joaquim Gondim

Humberto Cardoso Gonçalves

Ana Paula Fioreze

Mateus Monteiro de Abreu

Superintendência de Operações e Eventos Críticos

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Elaboração e revisão dos originais

Equipe Técnica da ANA

Alan Vaz Lopes

Bruno Bernardo dos Santos

Geraldo José Lucatelli Dória de Araújo Júnior

Marcos Airton de Sousa Freitas

Maurício Cezar Rebello Cordeiro

Paulo Roberto Roballo Ungaretti

Raísa Fernanda Ribeiro de Vasconcelos

Equipe da Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA)

Marjorie Kauffmann

Carlos José Sobrinho da Silveira

Raíza Cristóvão Schuster

Sumirê da Silva Hinata

Equipe da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil - Casa Militar do Rio Grande do Sul

Cel PM Luciano Chaves Boeira

Cel PM Santiago Soares Dias de Castro

Ten Cel PM Ana Maria Hermes

Ten PM Ana Amelia Da Cas Lima Duarte

Serviço Geológico do Brasil

Andrea de Oliveira Germano

Diogo Rodrigues A. da Silva

Renato Mendonça

Projeto Gráfico e Diagramação

Antonio Augusto Drumond Ramos Gondim

Foto capa

Ricardo Stuckert / Presidência da República (Flickr)

As ilustrações e tabelas sem indicação de fonte foram elaboradas pela ANA.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

Catálogo na fonte: Divisão de Biblioteca/CEDOC

A265a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil).
Atlas de risco de inundações do Rio Grande do Sul / Agência Nacional
de Águas e Saneamento Básico. – Brasília : ANA, 2025.
49 p. : il.

ISBN: 978-85-8210-070-7

1. Inundação. 2. Atlas. 3. Rio Grande do Sul (Estado). I. Título.

CDU 551.311.2(084.4)

Elaborada por Fernanda Medeiros – CRB-1/1864

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Métodos para elaboração do Atlas de Risco a Inundações.	13
Figura 2. Categorias de risco adotados para o método hidrológico e das manchas de inundação.....	16
Figura 3. Matriz de classificação de risco pelo método qualitativo.....	17
Figura 4. Número de municípios com registro de inundações e enxurradas entre 1991 e 2024	21
por faixas de desabrigados e desalojados e por número de eventos no Rio Grande do Sul	21
Figura 5. Classificação de risco pelo método de manchas de inundação (GLOFAS e SGB).....	24
Figura 6. Classificação de risco a inundações em cada município do Rio Grande do Sul pelos métodos hidrológico e qualitativo.....	25
Figura 7. Classificação de risco a enxurradas em cada município do Rio Grande do Sul pelos métodos hidrológico e qualitativo.....	26
Figura 8. Mancha de inundação do GLOFAS para tempo de retorno de 100 anos, na região Metropolitana de Porto Alegre.....	27
Figura 9. Mancha de inundação da Área Diretamente Afetada, na região Metropolitana de Porto Alegre.....	27
Figura 10. Classificação final de riscos a inundações e enxurradas dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul.	29
Figura 11. Número de municípios por classe de risco e bacia hidrográfica.....	30

Sumário

Apresentação	5
1. Introdução	8
2. Processo de Elaboração	12
3. Metodologia	13
4. Inundações no Rio Grande do Sul.....	20
5. Classificação do Risco a Inundações	24
6. Recomendações	32
Referências	37
Glossário.....	38
Anexo A – Classificação de Risco por Município.....	40
Anexo B – Mapas por bacia Hidrográfica.....	43

■ Apresentação

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em parceria a Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA) e a Casa Militar e Defesa Civil do Rio Grande do Sul, e o Serviço Geológico do Brasil (SGB) apresentam o Atlas de Risco a Inundações do Estado do Rio Grande do Sul, reunindo informações sobre a frequência e os impactos de inundações em áreas urbanizadas situadas ao longo dos rios em cada município do Estado.

Este estudo é uma atualização do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações, publicado pela ANA, em 2014, e prevista no Plano Nacional de Recursos Hídricos, que tem por objetivo indicar as cidades de maior risco a inundações, de modo a auxiliar na priorização de medidas para prevenção e mitigação de impactos. Para tanto, foi adotada uma nova metodologia, baseada nos dados hidrológicos e de impactos de desastres, registrados na última década.

O processo de elaboração inicia com o Estado do Rio Grande do Sul, em razão das cheias extremas que afetaram a região em 2023 e 2024, e terá sequência em cada Estado e Região do País. As análises e informações aqui apresentadas resultam de um esforço conjunto de diversas instituições envolvidas com a gestão de riscos de inundações. Os resultados foram revisados e validados por órgãos do Estado do Rio Grande do Sul, que também disponibilizaram dados importantes sobre a vulnerabilidade e resiliência dos municípios.

As avaliações identificaram **346 municípios** com risco significativo de inundações ou enxurradas no Estado do Rio Grande do Sul, 70% do total no Estado, sendo **43 municípios** com risco **muito alto**, **82 municípios** com **risco alto**, **108 municípios** com **risco médio**, **113 municípios** com **risco baixo**. Parte desses municípios já conta com ações de redução de risco implantadas ou em andamento, como obras de proteção contra inundações e sistemas de alerta. Complementarmente, o Atlas apresenta também um conjunto de recomendações que buscam subsidiar medidas adicionais de redução dos riscos identificados.

Tendo em vista que a mudança do clima já tem contribuído significativamente para a intensificação dos eventos hidrológicos extremos nos últimos anos, alterando o regime de chuvas e ampliando a frequência e os impactos de desastres naturais, a atualização das avaliações de risco a inundações torna-se ainda mais importante. Nesse contexto, a ANA busca com esta publicação fortalecer e acelerar a implementação de políticas públicas e investimentos voltados à prevenção e redução de riscos e danos provocados por enxurradas e inundações, alinhando-se, portanto, ao objetivo da Política Nacional de Recursos Hídricos de prevenir e defender sociedade contra eventos hidrológicos críticos.

Esta publicação destaca os principais aspectos metodológicos e resultados do estudo, e os mapas e tabelas de dados estão disponíveis no portal do [Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos \(SNIRH\) da ANA](http://www.snirh.gov.br) (www.snirh.gov.br).

Diretoria Colegiada da ANA

Atlas de Risco a Inundações do Rio Grande do Sul



Acesse também pelo QR Code

■ 1. Introdução

O Atlas de Risco a Inundações é um conjunto de mapas e bases de dados que caracterizam a frequência e os impactos de inundações em áreas urbanizadas existentes ao longo de rios em cada município brasileiro, elaborados a partir da análise e consolidação de informações dos Estados, do Distrito Federal e da União. Trata-se de uma atualização e aprimoramento do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações, publicado em 2014 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a partir de informações obtidas em discussões e oficinas com órgãos gestores de recursos hídricos e de defesa civil de cada Estado e do Distrito Federal. A atualização e aperfeiçoamento do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações é uma das ações previstas no Plano Nacional de Recursos Hídricos, no seu subprograma 3.4 (Gestão de Eventos Hidrológicos Críticos e Conflitos pelo Uso da Água), sob responsabilidade conjunta da ANA e órgãos gestores estaduais de recursos hídricos.

Esta importante ferramenta estratégica visa identificar e classificar municípios quanto ao risco a inundações, auxiliando na implementação de políticas públicas e investimentos para prevenção e mitigação de impactos e redução de danos decorrentes desses desastres hidrológicos. Alinha-se, dessa forma, ao objetivo da Política Nacional de Recursos Hídricos de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (art. 2º, III, Lei nº 9.433, de 1997). Adicionalmente, de acordo com a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, cabe à ANA planejar e promover ações para prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e em articulação com o órgão central de Proteção e Defesa Civil, e em apoio aos Estados, o Distrito Federal e municípios.

O primeiro Atlas de Vulnerabilidade a Inundações, elaborado entre 2012 e 2014, era uma das ações previstas no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres, desenvolvido pelo Governo Federal após os desastres da região serrada no Rio de Janeiro que resultaram em mais de 900 óbitos em 2011. Naquele momento, foram produzidos mapas dos principais rios brasileiros, na escala então disponível de 1:1.000.000 (milionésimo), indicando a classificação de trechos de rio em alta, média e baixa vulnerabilidade a inundações. Esses mapas foram elaborados pela ANA em conjunto com órgãos estaduais de recursos hídricos e de defesa civil, e com apoio do Serviço Geológico do Brasil (SGB). À época, essa classificação foi obtida a partir da percepção e conhecimento dos diversos órgãos estaduais quanto à frequência e impacto de inundações.

Nos últimos anos, o Brasil vem sofrendo impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos. Segundo o Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC, 2023), essas alterações tendem a afetar a segurança hídrica devido às alterações nos padrões de precipitação e à maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos. Diversos estudos sobre o impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil indicam uma tendência de aumento na magnitude e frequência de cheias e inundações na Região Sul do País (ANA, 2024b).

Por outro lado, desde o último estudo, houve um aprimoramento notável dos registros e bases de dados nacionais sobre desastres, consolidadas no [Sistema Integrado de Informações sobre Desastres \(S2iD\)](#) e no [Atlas Digital de Desastres do Brasil](#), mantidos pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR). Nesse período, houve também uma significativa expansão da Rede Hidrometeorológica Nacional, com a incorporação de novas estações convencionais e automáticas que permitiram o aprimoramento de estudos sobre cheias e a implementação de sistemas de alerta, operados pelo SGB nas bacias dos rios Caí (desde 2012), Taquari (desde 2015) e Uruguai (desde 2018).

Adicionalmente, o SGB também desenvolveu estudos de setorização de riscos de inundação em centenas de municípios em todo o País, contemplando 97 municípios no Rio Grande do Sul entre 2012 e 2024. Esses estudos consistem no levantamento em campo de áreas já ocupadas e sujeitas a inundações e outros desastres hidrológicos, com uma estimativa da população residente, que totaliza 500.323 pessoas. Portanto, são importantes fontes de informação para caracterização do risco, também usadas neste Atlas.

Por fim, a representação espacial da hidrografia passou por importante aprimoramento na última década, consolidada na [Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas](#) elaborada pela ANA, que representa digitalmente a rede hidrográfica do Rio Grande do Sul na escala de 1:50.000. Essa escala permite realizar cruzamentos espaciais entre áreas urbanas e trechos de rios e identificar com mais acurácia as áreas urbanas sujeitos a inundações.

Considerando esse panorama, e tendo em vista as recentes cheias extraordinárias que afetaram o Rio Grande do Sul em 2023 e 2024, o Estado foi priorizado para início da elaboração do Atlas de Risco a Inundações. Esse processo de atualização contou com a participação, revisão e validação pelo Estado por meio da Casa Militar (Defesa Civil) e da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), notadamente na identificação, classificação e definição de limiares de riscos de inundações.

Na presente atualização, foi adotada uma nova metodologia que permite a quantificação do risco de inundações em cada município afetado pelo transbordamento de rios que cortam suas áreas urbanizadas (rurais ou urbanas), que consiste em três abordagens complementares:

- cruzamento de áreas urbanas com manchas de inundação para cada tempo de retorno obtidas por simulação hidrológica e hidráulica, quando disponíveis;
- estimativa do tempo de retorno das cheias associadas às inundações e enxurradas reportadas no S2iD, com base em dados de estações fluviométricas próximas; e
- aplicação de uma matriz de classificação de risco aos registros históricos de desastres e danos humanos constantes no S2iD.

Dessa forma, este estudo incorpora avanços metodológicos na caracterização do risco de inundações em áreas urbanizadas, dado pelo produto entre a probabilidade de ocorrência e os danos associados, em termos de número de desabrigados e desalojados. Ao combinar dados de manchas de inundações, estudos de cheias a partir de dados das estações fluviométricas da ANA e registros históricos de desastre, a metodologia permite a verificação cruzada de avaliações de riscos de inundações e, assim, maior robustez dos resultados.

A partir da aplicação das três diferentes abordagens, os municípios foram classificados em quatro níveis de risco - **baixo**, **médio**, **alto** e **muito alto**, conferindo maior visibilidade aos municípios com maior risco a inundações. Em favor da segurança, foi adotada como classificação final aquela de maior risco, entre as resultantes dos três métodos aplicados. As análises e resultados foram verificados considerando os dados de desastres de 2024 e a mancha de inundação do evento extraordinário de maio de 2024. A classificação de risco e essas verificações foram discutidas e validadas pelos órgãos do Estado (Devesa Civil e SEMA), incorporando, assim, a visão e avaliação local sobre os riscos de inundação.

O Atlas também reporta importantes informações complementares relacionadas à vulnerabilidade e resiliência de cada município, quando existentes, fornecidas pelo Estado, e sobre população sob risco, obtidas junto ao SGB e Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres (CEMADEN). Por fim, com base nos resultados e discussões com o Estado e SGB, são apresentadas recomendações que buscam subsidiar ações de redução dos riscos de inundações identificados, como a consistência de dados sobre desastres, a caracterização de áreas de risco, a expansão da rede monitoramento e alerta, o zoneamento de áreas de risco, a elaboração de planos de contingência e a implementação de intervenções para proteção das comunidades.

Este Atlas é um importante instrumento de auxílio ao planejamento e priorização de medidas e intervenções voltadas à redução de riscos de inundações na escala de cada Estado. Entretanto, ela deve ser complementada por estudos locais, mapeamentos municipais de áreas de risco, e não substitui a necessidade de sistemas de alerta e monitoramento. Seus resultados não devem ser utilizados para substituir zoneamento urbano e planos de contingência, mas sim como referência técnica inicial e estratégica para orientar diagnósticos, priorização de investimentos e aprimoramento de políticas públicas voltadas à redução do risco de desastres.

PARA QUE SERVE ESTE PRODUTO

Este produto tem por objetivo apresentar um panorama essencialmente global e estratégico dos riscos de inundações, voltada à escala regional e nacional. Com essa visão, busca-se indicar prioridades e orientar políticas públicas e medidas de redução de riscos em escala nacional e estadual. Assim, o produto não deve ser utilizado como mapeamento de áreas de risco em escala municipal. Para essa finalidade, os mapeamentos detalhados de áreas de risco e suscetibilidade a inundações elaborados pelo SGB são mais adequados e precisos para subsidiar a gestão municipal do território.

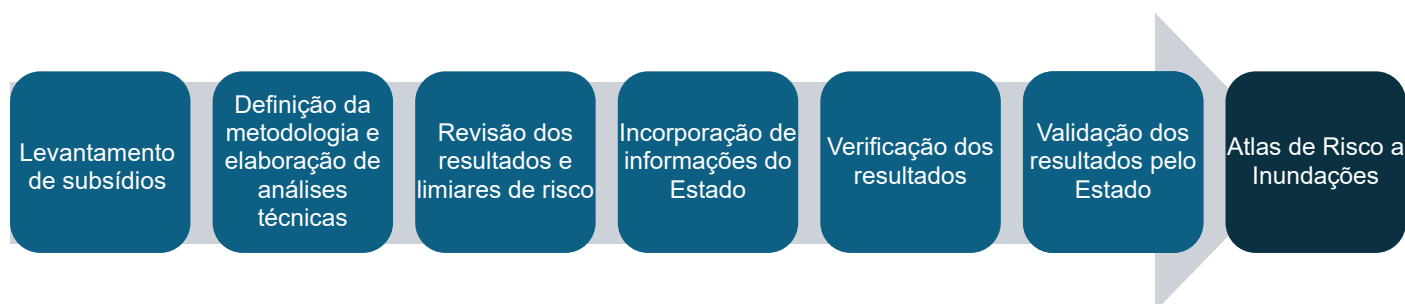


LAJEADO (RS) - 05/09/2023
Foto: Mauricio Tonetto

■ 2. Processo de Elaboração

O processo de elaboração do Atlas de Risco a Inundações consistiu em um conjunto de etapas que buscaram reunir e consolidar análises e informações existentes sobre inundações no Estado do Rio Grande do Sul, incorporando a visão e experiência dos órgãos estaduais de recursos hídricos e proteção e defesa civil, especialmente, nas discussões e validação dos resultados:

1. **Levantamento de subsídios:** [Workshop](#) com instituições nacionais e internacionais envolvidas com o tema, para levantamento do estado da arte sobre informações e métodos disponíveis, realizado em dezembro de 2023;
2. **Definição da metodologia e elaboração das análises técnicas:** avaliação dos resultados preliminares e ajustes de limiares de risco a partir de discussões com órgãos do Estado;
3. **Revisão dos resultados e limiares de risco:** avaliação dos resultados preliminares e ajustes de limiares de risco a partir de discussões com o Estado;
4. **Incorporação de informações do Estado:** obtenção de informações complementares relacionadas à vulnerabilidade e resiliência, como a existência de sistemas de alerta e obras de redução de risco de inundação em cada município;
5. **Verificação dos resultados:** avaliação das classificações de risco obtidas em comparação com as indicações do Estado sobre municípios sob risco de inundação e municípios prioritários para monitoramento, e com o risco estimado a partir da mancha de inundação e dados de impactos dos eventos de cheia de 2024;
6. **Validação dos resultados pelo Estado:** avaliação e correções finais dos resultados com a incorporação dos ajustes indicados pelo Estado.



3. Metodologia

A metodologia para quantificação e classificação de riscos consistiu na aplicação de três métodos distintos, ilustrados na Figura 1: o método das manchas de inundação, o método hidrológico e o método qualitativo. Cada método resulta em uma classificação de risco, adotando-se, como classificação final dos municípios, o maior risco dentre os três resultados, em favor da segurança.

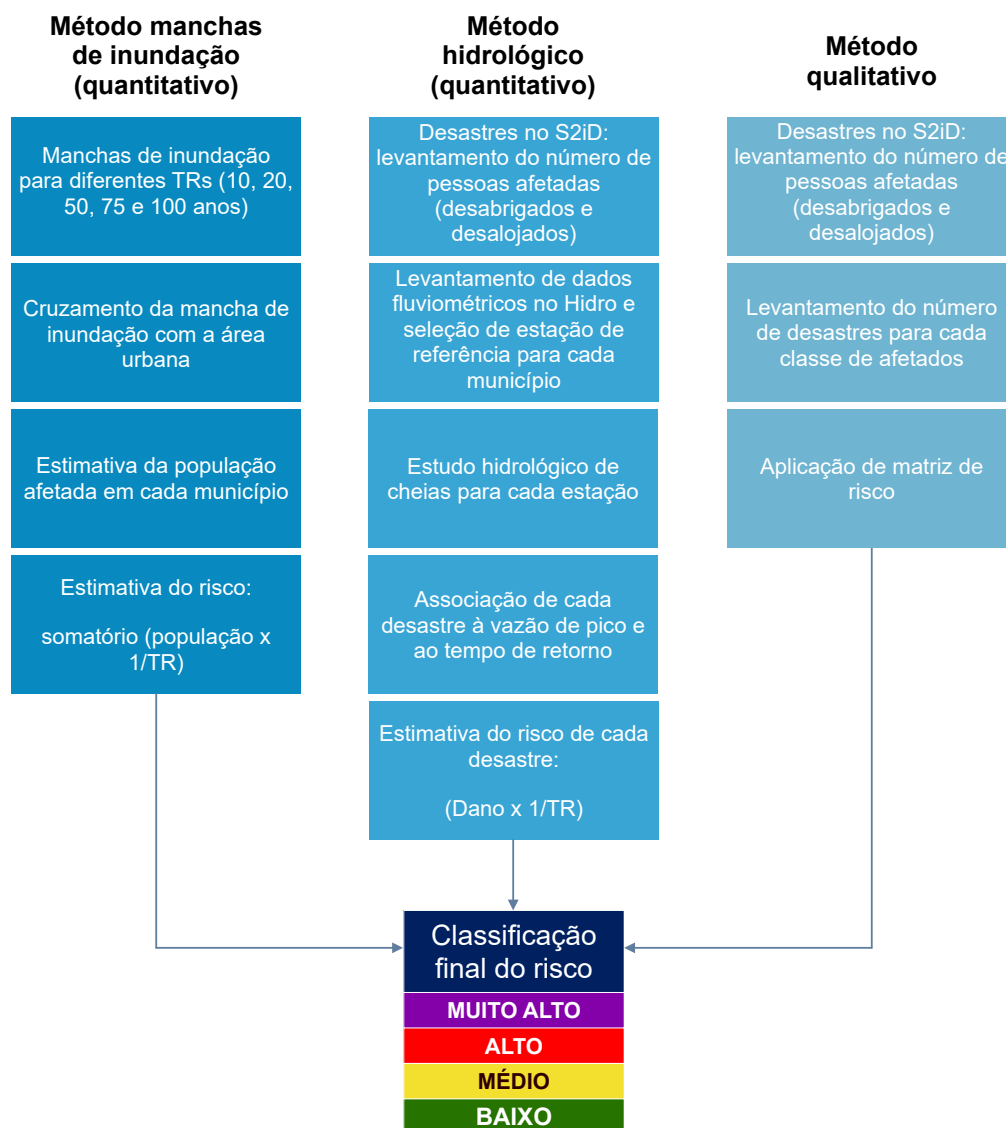


Figura 1. Métodos para elaboração do Atlas de Risco a Inundações.

Nos três métodos, buscou-se caracterizar o risco de inundações ou enxurradas pelo produto entre a probabilidade de ocorrência do desastre e sua consequência ou dano associado. Para tanto, foram analisados apenas desastres do tipo inundação ou enxurrada, por estarem diretamente relacionadas ao transbordamento de calhas fluviais, conforme Classificação e Codificação Brasileira de Desastres ([COBRADE](#)), estabelecida pela Portaria nº 260, de 2 de fevereiro de 2022, do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR) e adotado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC).

O dano decorrente desses desastres foi quantificado pelo número total de pessoas desabrigadas e de desalojadas em cada evento, o que está diretamente relacionado com outros danos humanos e materiais decorrentes do desastre. Quando havia manchas de inundação disponíveis, elaboradas por modelos de simulação hidráulica, esse dano pôde ser quantificado pela estimativa da população residente nas áreas urbanizadas afetadas, usando dados do censo populacional de 2022 e de áreas urbanizadas de 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na inexistência de manchas de inundação, o dano foi obtido nos registros históricos de desastres constantes do S2iD da SEDEC, de 1991 a 2023, usando dados hidrológicos e de desastres que estavam consolidados à época da definição e aplicação da metodologia. Posteriormente, os resultados foram verificados utilizando-se os registros de inundações e enxurradas no S2iD do ano de 2024 e as manchas de inundações da cheia de maio de 2024, evento de maior magnitude já observado no Estado.

A probabilidade de ocorrência dos desastres foi considerada como o inverso do tempo de retorno associado a cada mancha de inundação, quando existente. Quando havia estação fluviométrica próxima à área urbana e com dados suficientes, o tempo de retorno do desastre foi obtido a partir do ajuste de distribuições de probabilidade ao histórico de vazões máximas anuais observadas. Finalmente, não havendo estação fluviométrica com dados adequados à análise hidrológica, a probabilidade foi inferida pelo número de eventos registrados no S2iD, aplicando-se uma matriz de riscos.

Método das Manchas de Inundação

O **método manchas de inundação** consiste no cruzamento espacial de manchas de inundação de diferentes tempos de retorno com as áreas urbanizadas levantadas pelo IBGE (2019), possibilitando a determinação da fração da área urbanizada potencialmente afetada. A fração da área urbanizada afetada pela mancha de inundação é então multiplicada pela população urbana residente do município, também obtida pelo IBGE (2022), para se obter a estimativa do dano ou população potencialmente afetada. Esse dano corresponde à quantidade máxima de pessoas que seria desabrigada ou desalojada quando da ocorrência de inundações, assumindo-se, distribuição uniforme da população nas áreas urbanizadas.

Na maior parte dos municípios, as manchas de inundação utilizadas foram as geradas pelo [Global Flood Awareness System \(GLOFAS\)](#), sistema de alerta de cheias em escala global (Alfieri, 2013), mantido pelo Centro de Pesquisas Conjunto da Comissão Europeia (*Joint Research Center – JRC/EU*). Para os municípios em que estavam disponíveis, foram usadas as [manchas de inundação elaboradas pelo SGB](#), desenvolvidas por meio de modelagem hidráulica em escala local, com maior acurácia. No Rio Grande do Sul, esse foi o caso dos municípios de Montenegro, São Sebastião do Caí, Alegrete, Uruguaiana e Lajeado.

As manchas de inundação do GLOFAS foram produzidas a partir da aplicação do modelo hidrológico distribuído LISFLOOD, desenvolvido também pelo JRC-EU desde 1997 (JRC-EU, 2020). As áreas inundadas

estão disponíveis para vazões com 10, 20, 50, 75 e 100 anos de tempo de retorno, em imagens raster com resolução espacial de 90 metros, em escala global, para rios com área de drenagem maior do que 500km². Apesar de limitações de escala e abrangência, os resultados do GLOFAS são os únicos que atualmente cobrem todo o território nacional de maneira geograficamente uniforme, o que permite a aplicação desta metodologia em todos os Estados brasileiros.

O risco associado a cada mancha de inundação é computado pelo produto entre a população afetada (dano) e a probabilidade de ocorrência anual, dada pelo inverso do tempo de retorno. Como em um dado ano qualquer uma das manchas de inundação pode ocorrer, o risco total de inundação, neste método, é então estimado pelo somatório dos riscos associados a cada mancha de inundação.

Método Hidrológico

O **método hidrológico** busca estimar o risco por meio da atribuição de uma probabilidade de ocorrência a cada evento de inundação ou enxurrada reportada no sistema S2iD, a partir da análise das vazões observadas em uma estação fluviométrica próxima e de referência no município. Para tanto, cada desastre registrado no S2iD é associado ao pico de cheia observado, por proximidade de datas de ocorrência. O tempo de retorno correspondente ao desastre é então calculado pelo ajuste de distribuições de probabilidade à série histórica de vazões médias diárias observadas.

Para a seleção da estação fluviométrica de referência em cada município, foram consideradas aquelas em operação e com pelo menos 20 anos de dados disponíveis na base de dados do sistema [HIDROWEB](#) mantido pela ANA. Em seguida, para cada área urbanizada municipal, foram identificadas as estações localizadas a montante e jusante dos trechos de rios que interceptam a mancha urbana, dentro de uma distância máxima linear de 100 Km. Para esse processamento, foram aplicadas técnicas de hidrorreferenciamento, utilizando-se a base hidrográfica ottocodificada da ANA mais recente, a [BHO V6](#) (ANA, 2022).

Em cada estação fluviométrica, foram ajustadas distribuições de probabilidade Log-normal, Gumbel e Log-Pearson 3 às vazões máximas anuais, permitindo estimar os tempos de retorno das cheias associadas a cada desastre, a partir da distribuição de melhor desempenho no teste de aderência Kolmogorov-Smirnov bilateral. A estação fluviométrica de referência foi selecionada como aquela mais próxima da área urbanizada ou com melhor coerência entre a magnitude de vazões e danos associados e melhor ajuste da distribuição de probabilidades.

O risco para cada um dos eventos é então calculado pelo produto entre o dano reportado no desastre (número de desabrigados e desalojados) e o inverso do tempo de retorno da vazão de cheia associada. Tendo em vista o pequeno número de eventos com dados consistentes em cada município, foi selecionado o evento de maior risco em cada município para fins de classificação de risco, adotando-se assim uma abordagem conservadora em favor da segurança.

Método Qualitativo

Por fim, o **método qualitativo** consistiu na aplicação de uma matriz de riscos que relaciona o número de eventos e os respectivos danos humanos reportados, para determinação da categoria de risco de cada município, apresentada na Figura 3. Diversas categorizações e matrizes de risco foram testadas e comparadas com os resultados dos métodos anteriores, chegando-se à matriz da figura 3 como a de melhor aderência entre os resultados nos municípios em que todos os métodos puderam ser aplicados. Esse método foi essencial principalmente para as situações em que não há estação fluviométrica de referência ou mancha de inundação para um município.

Para cada município, foi levantado o número de eventos de inundações e enxurradas registrados no S2iD de 1991 a 2023 em cada categoria de dano humano associado, correspondente ao número de desalojados e desabrigados abaixo de 10, entre 10 e 100, entre 100 e 1000 e acima de 1000 pessoas. Os municípios foram agrupados também em categorias de frequência, com base no número de eventos registrados com danos humanos reportados, que podem indicar uma ordem de grandeza do tempo de retorno: apenas 1 evento registrado (baixa frequência, com tempo de retorno superior a 20 anos), 2 ou 3 eventos registrados (média frequência, com tempo de retorno entre 7 e 10 anos aproximadamente) e mais de 4 eventos registrados (alta frequência, com tempo de retorno estimado igual ou abaixo de 5 anos).

Classificação de Riscos

Para classificação dos municípios quanto ao risco de inundações, no método das manchas de inundação ou no método hidrológico, foram adotadas as categorias de risco apresentadas na Figura 2. Os limiares de risco foram definidos após discussão com o Estado, considerando como primeiro patamar de risco relevante a situação de 100 pessoas afetadas por uma cheia com 50 anos de tempo de retorno, o que corresponde a um risco de 2 pessoas afetadas anualmente, em média. Nesse patamar, já existe risco relevante de inundação, mas considerado baixo em comparação com as demais classificações. A partir desse patamar, foram definidas categorias superiores de risco a cada aumento de ordem de magnitude. Para fins de exemplificação, o Figura 2 apresenta o dano esperado em cada categoria de risco para cheias extraordinárias, com tempos de retorno de 50 anos.

Categoria de Risco	Risco de Inundação (Dano humano x Probabilidade)	Dano humano para cheia com tempo de retorno de 50 anos
Baixo	< 2	< 100
Médio	≥ 2 e < 20	≥ 100 e < 1.000
Alto	≥ 20 e < 200	≥ 1.000 e < 10.000
Muito Alto	≥ 200	≥ 10.000

Figura 2. Categorias de risco adotados para o método hidrológico e das manchas de inundação.

Para a classificação do município método qualitativo, foi aplicada a matriz de riscos apresentada na Figura 3, a partir do número de eventos registrados em cada categoria de dano humano (número de desabrigados e desalojados de cada evento). A matriz foi inicialmente aplicada separadamente para eventos de inundação e de enxurrada e, para a classificação final por esse método, considerou-se o total de eventos (inundações e enxurradas).

		Número de eventos registrados		
		1	2 e 3	≥ 4
Danos Humanos	1 a 9	Baixo	Baixo	Médio
	10 a 99	Baixo	Médio	Alto
	100 a 999	Médio	Alto	Alto
	≥ 1000	Médio	Alto	Muito Alto

Figura 3. Matriz de classificação de risco pelo método qualitativo.

A **classificação final** de risco em cada município foi obtida pela classificação de maior risco entre as resultantes dos três métodos. Essa abordagem foi adotada visando assegurar uma classificação mais conservadora, em favor da segurança, permitindo o uso de diferentes bases de dados e a verificação cruzada de resultados entre os métodos, de modo a se obter maior robustez na avaliação final de riscos. Como produtos intermediários, também foram elaboradas classificações individualizadas para o método das machas de inundação e para cada tipologia (inundações e enxurradas), a partir da classificação de maior risco resultante dos métodos hidrológico e qualitativo.

Verificação e Validação dos Resultados

Para verificar a consistência dos resultados de classificação, foram realizadas verificações e revisões a partir da análise de risco dos eventos extraordinários de 2024 da seguinte forma:

- Aplicação do método hidrológico a partir da avaliação dos desastres de inundações e enxurradas com registros de desabrigados e desalojados ocorridos em 2024 conforme dados do S2iD, adotando-se o tempo de retorno de 100 anos, em favor da segurança; e
- Quantificação do risco por meio da estimativa da população afetada, a partir do cruzamento das áreas urbanizadas com a mancha de inundação da área diretamente afetada (ADA) pelos eventos extremos de maio de 2024, e adotando-se o tempo de retorno de 100 anos, em favor da segurança. A mancha de inundação da ADA foi elaborada pela Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Rio Grande do Sul e parceiros - CEMADEN, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE),

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH) e Agência para o Desenvolvimento da bacia da Lagoa Mirim (ALM).

Os resultados dessas análises foram discutidos com a Casa Militar (Defesa Civil) e a Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), que avaliaram cada um dos municípios com registros de eventos ou afetados pela mancha de inundação, indicando alterações na classificação final levando em consideração o conhecimento local sobre os municípios e a excepcionalidade hidrológica dos eventos de 2024.

A revisão e validação dos resultados pelo Estado, com a participação da Casa Militar (Defesa Civil) e da SEMA, foi crucial no aprimoramento da metodologia, na classificação e definição de limiares de risco de inundações. Com base nas informações do Estado, a classificação final foi confirmada ou retificada, incorporando o conhecimento técnico local e as especificidades territoriais do Rio Grande do Sul, em especial para os municípios sem dados reportados no S2iD. O Estado ainda contribuiu na complementação de informações regionais sobre fatores de vulnerabilidade a inundações, como a existência de sistemas de alerta e obras de redução de riscos.



SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ - 20/11/2023
Foto: Maurício Tonetto/SECOM

■ 4. Inundações no Rio Grande do Sul

De 1991 a 2024 foram registrados, no Rio Grande do Sul, 2.282 desastres de **inundações** e **enxurradas** no [Atlas Digital de Desastres](#), dos quais 774 possuem dados de desabrigados e desalojados, abrangendo 289 municípios (58% dos 497 municípios do Estado). Segundo essa base de dados, esses eventos resultaram em 556.990 desabrigados e desalojados e 81 óbitos, além de R\$ 4,63 bilhões em danos materiais, R\$ 1,84 bilhões em prejuízos públicos e R\$ 12,14 bilhões em prejuízos privados.

Os dados de desabrigados e desalojados passaram a ser registrados nessa base de dados a partir de 2002, de modo que esse histórico remonta efetivamente aos últimos 22 anos. Como ilustrado na Figura 4, a maior parte dos eventos e dos municípios teve uma população afetada por inundações inferior a 1000 pessoas:

- 48% (368 eventos) resultaram em menos do que 100 desabrigados e desalojados e afetaram **231 municípios**;
- 37% (289 eventos) resultaram entre 100 e 1000 desabrigados e desalojados e afetaram **138 municípios**;
- 15% (117 eventos) resultaram em mais do que 1000 desabrigados e desalojados e afetaram **49 municípios**.

Por outro lado, muitos municípios sofrem com inundações recorrentes, sendo que 456 municípios reportaram ao menos um evento de inundação ou enxurrada desde 1991, embora apenas 289 tenham reportado desabrigados ou desalojados. Desse conjunto de municípios:

- 119 municípios reportaram apenas 1 evento com danos humanos (41% dos eventos);
- 109 municípios reportaram 2 ou 3 eventos com danos humanos no período (38% dos eventos); e
- 61 municípios reportaram 4 ou mais eventos com danos humanos no período (21% dos eventos).

Entretanto, há ainda impactos de inundações e enxurradas não reportados no Atlas Digital de Desastres, ou reportados como outras tipologias, como chuvas intensas. Por exemplo, apenas o evento extraordinário de 2024 resultou em impactos em **478 municípios**, cerca de 226 mil desabrigados e desalojados e 186 óbitos confirmados, além de 27 desaparecidos (ANA, 2025). Assim, para caracterização dos riscos de inundação no Estado é importante considerar outras fontes de dados e informações dos órgãos estaduais.

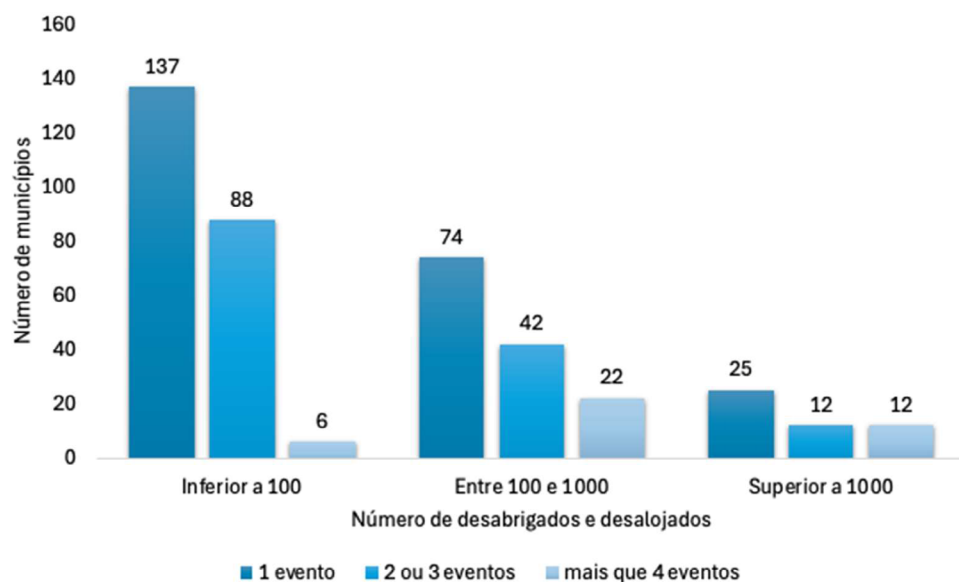


Figura 4. Número de municípios com registro de inundações e enxurradas entre 1991 e 2024 por faixas de desabrigados e desalojados e por número de eventos no Rio Grande do Sul.



EVENTOS EXTREMOS 2023 – 2024

Na Região Sul, as precipitações causaram cheias históricas com impactos graves sobre as populações nos anos de 2023 e 2024. As enchentes no Rio Grande do Sul em setembro e novembro de 2023 tiveram um enorme impacto nas comunidades locais, causando danos materiais, perdas de vidas humanas e de animais, desabrigados e desalojados, principalmente nas bacias hidrográficas do rio Taquari-Antas, do rio Uruguai e a do rio Caí (ANA, 2024a).

Nos dez primeiros dias de setembro de 2023, houve registros de precipitação total acumulada superiores a 500 mm em estações na bacia do rio Taquari-Antas, e de mais de 450 mm na bacia do rio Uruguai. No período entre 11 e 18 de novembro, o estado novamente foi atingido por chuvas intensas, quando várias estações apresentaram precipitação diária próxima ou superior a 100 mm nas regiões norte e nordeste do estado. Na bacia do Guaíba, estações registraram precipitação acumulada superior a 200mm nesse período, com algumas superando os 300mm.

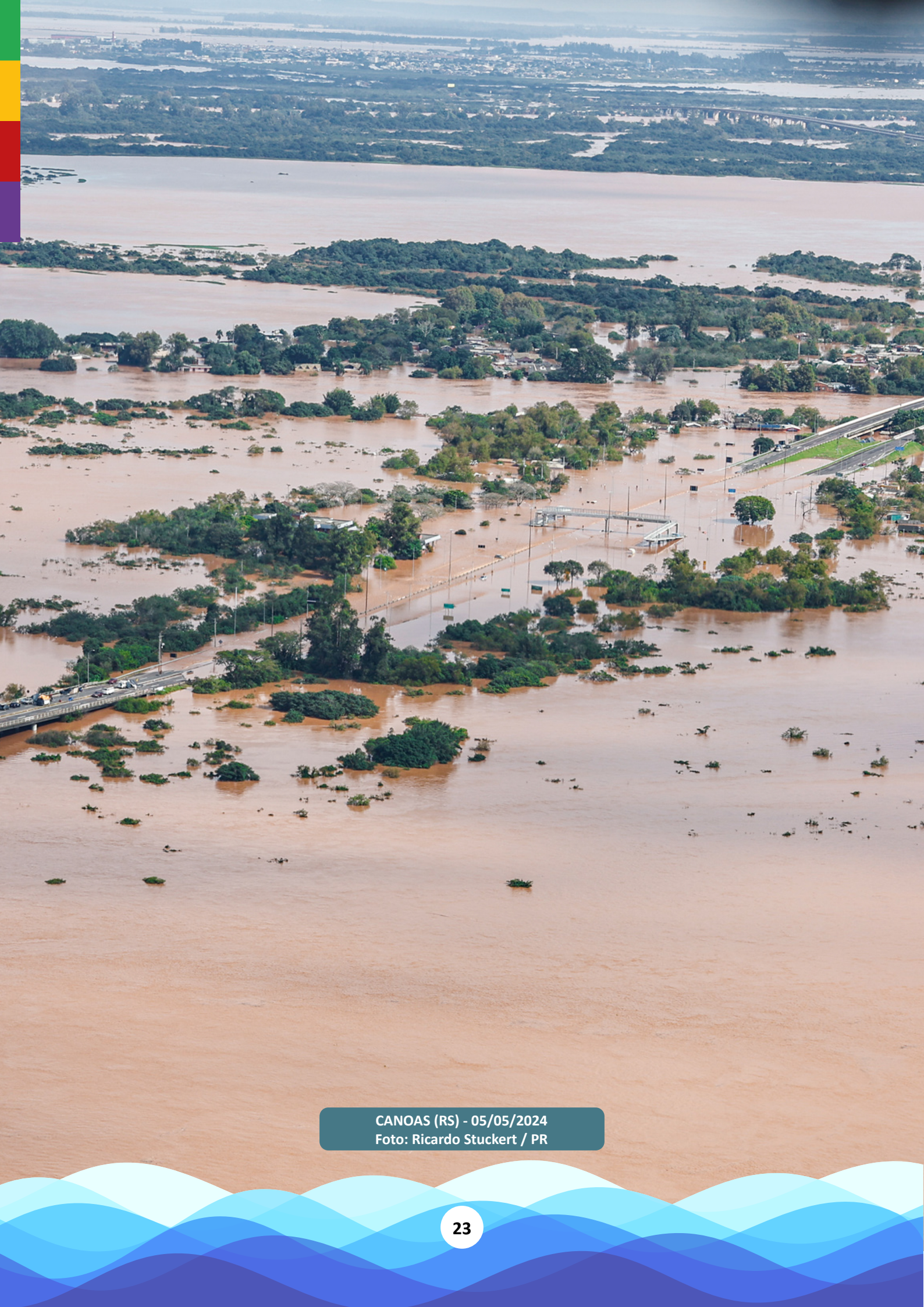
Já as inundações que atingiram o estado do Rio Grande do Sul no ano de 2024 foram um dos eventos hidrológicos extremos mais catastróficos já registrados no Brasil, com chuvas de intensidade e duração significativas. De acordo com estudos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas apoiados pela ANA (ANA, 2025), os acumulados de chuvas superaram 700 mm na parte norte do estado. Entre 25 de abril e 15 de maio de 2024, 1062 mm foi observado na estação pluviométrica Muçum, localizada no município de Muçum, o que corresponde a 8 vezes a média histórica calculada para abril e maio, que é de 126,2 e 137,6 mm respectivamente.

As principais bacias hidrográficas atingidas foram as do rio Taquari-Antas, do rio Jacuí e a do rio dos Sinos. Em 2 de maio de 2024, o nível do rio Taquari no município de Lajeado, ultrapassou 33 metros na estação Estrela (Código ANA 86879300), superando o recorde de setembro de 2023. O rio Jacuí também registrou níveis elevados, causando inundações em várias localidades. A bacia do rio dos Sinos enfrentou enchentes significativas, afetando especialmente áreas industriais e residenciais próximas ao rio. A combinação das cheias nos rios na bacia de contribuição do Guaíba, resultou na maior cheia da história no Guaíba, em Porto Alegre. Em 5 maio de 2024, o nível do Guaíba no local da estação Cais Mauá C6 (Código ANA 87450004) atingiu 5,37 metros, correspondente a um nível nunca antes observado, superando a cheia de 1941 em 45 cm.

Para mais informações:

https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Busca/Download?codigoArquivo=171447&tipoMidia=0

https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura2024_04122024.pdf



CANOAS (RS) - 05/05/2024
Foto: Ricardo Stuckert / PR

5. Classificação do Risco a Inundações

A aplicação do método das manchas de inundação (GLOFAS) permitiu estimar o risco para **168 municípios** do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 5). Esses são os municípios com áreas urbanizadas afetadas por rios de maior porte, impactadas por manchas de inundação simuladas pelo modelo hidrológico global do sistema GLOFAS. No caso de 4 municípios, o risco foi quantificado com base nas manchas de inundação elaboradas pelo SGB, resultando na mesma classificação obtida pelas manchas do GLOFAS. Do total dos municípios analisados por esse método, **28 (17%) como risco muito alto**, **55 (33%) como risco alto**, **51 (30%) como risco médio** e **34 (20%) municípios foram classificados como risco baixo**.

Observa-se que a maior parte dos municípios com risco muito alto está localizada na bacia de contribuição do Guaíba, notadamente ao longo dos rios Gravataí, Sinos e Caí. Adicionalmente, muitos municípios com risco alto estão situados ao longo desses rios e dos rios Taquari, Antas e Jacuí.

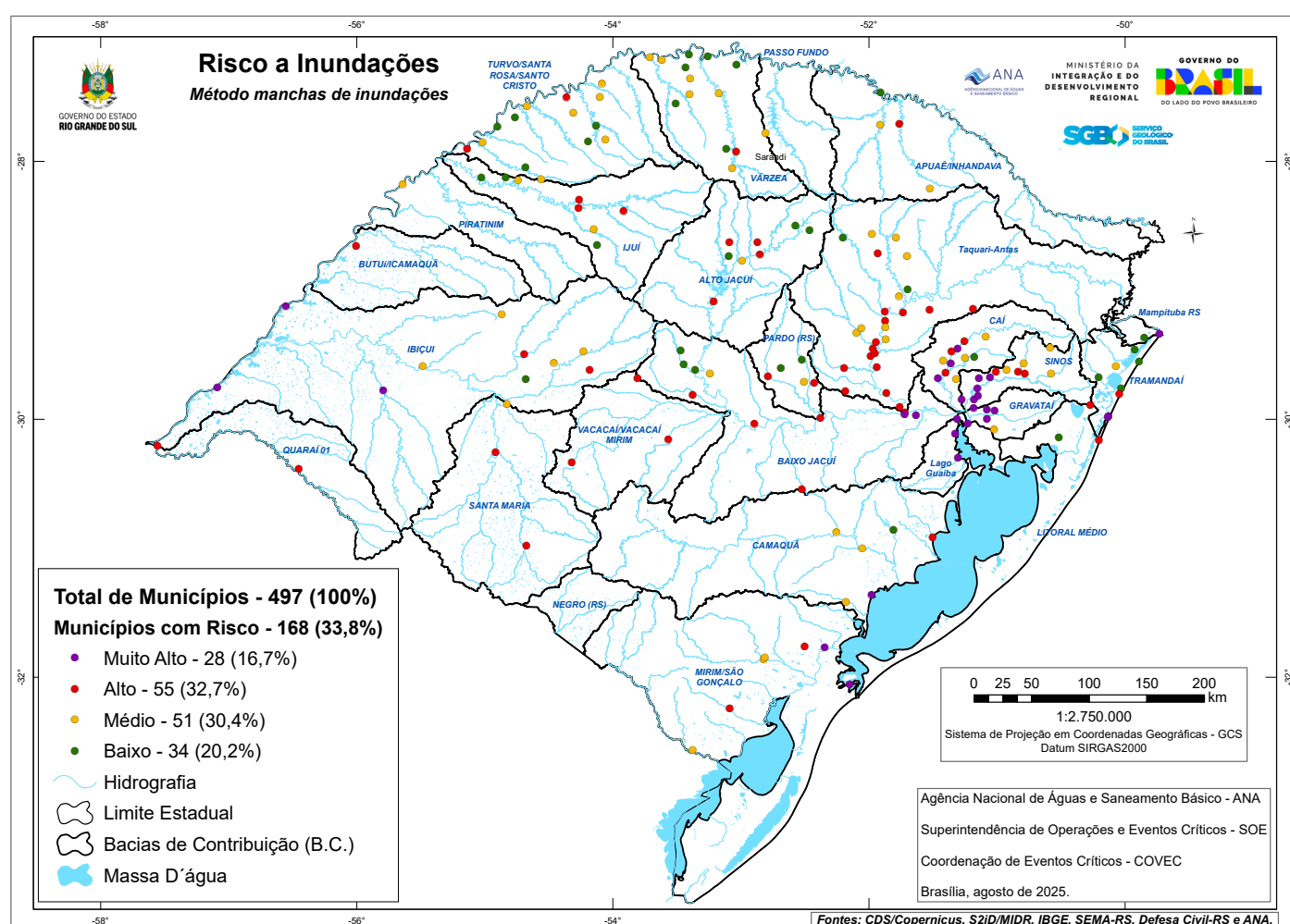


Figura 5. Classificação de risco pelo método de manchas de inundação (GLOFAS e SGB).

Os métodos hidrológico e qualitativo foram primeiramente aplicados em separado para os desastres de inundações e enxurradas, o que possibilita identificar espacialmente os municípios mais sujeitos a cada tipologia de desastre. Adotando-se a classificação de maior risco entre os dois métodos, para a **tipologia de**

inundações foram identificados **110 municípios** com risco de transbordamento gradual de calhas de rios em áreas urbanizadas, sendo **17 (15%) com risco muito alto**, **40 (36%) com risco alto**, **36 (33%) com risco médio** e **17 (15%) municípios classificados com risco baixo** (Figura 6).

Os municípios com riscos mais altos de inundação estão localizados **ao longo do rio Uruguai** e na **bacia de Contribuição do Guaíba**, principalmente nas bacias dos rios do Sinos, Caí, Gravataí e Taquari-Antas. É importante destacar que este estudo contempla exclusivamente a parte brasileira da bacia do rio Uruguai.

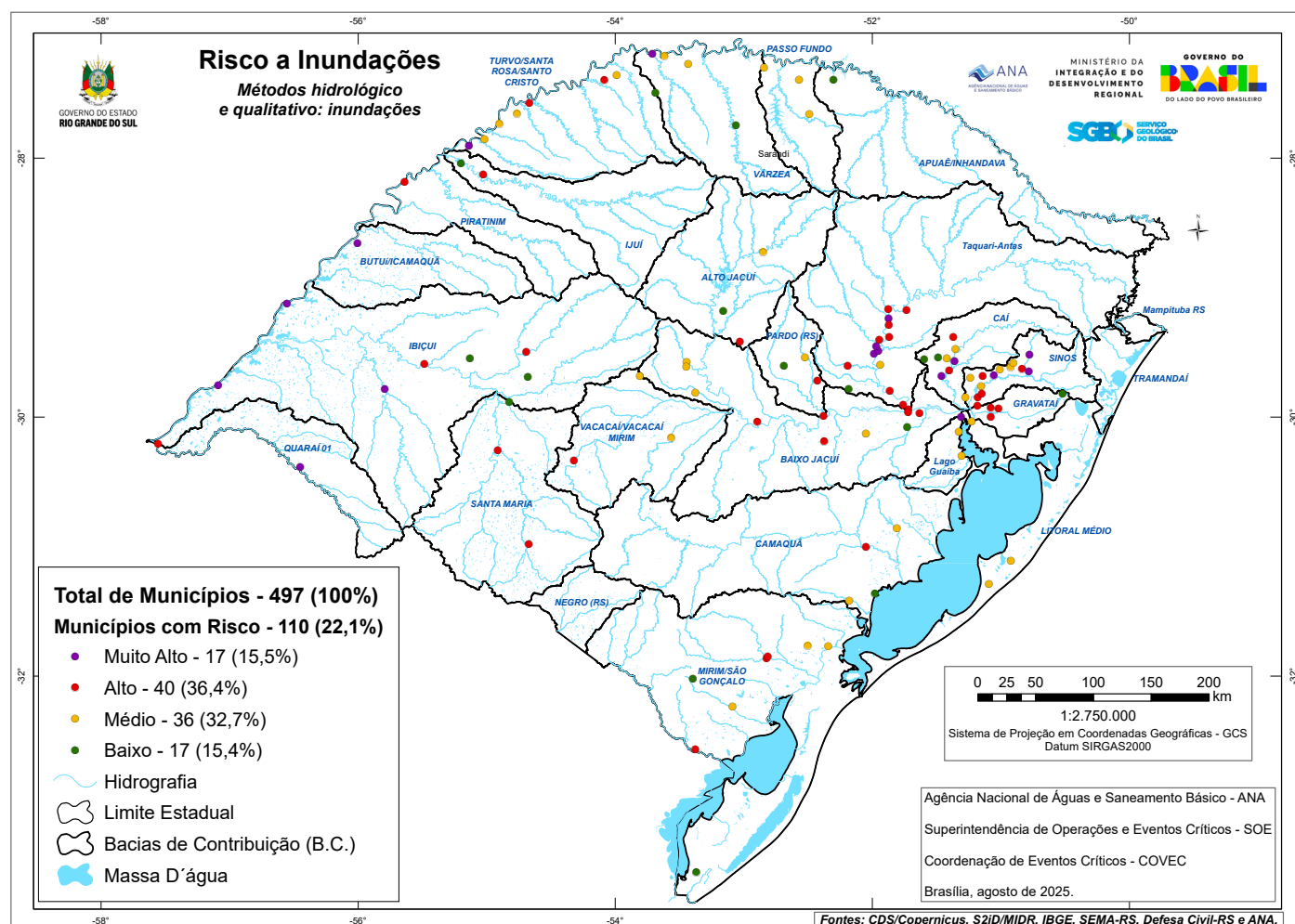


Figura 6. Classificação de risco a inundações em cada município do Rio Grande do Sul pelos métodos hidrológico e qualitativo.

Quanto à **tipologia de enxurradas**, foram identificados **239 municípios** com risco de transbordamentos bruscos da calha fluvial em áreas urbanizadas, sendo **6 (3%) com risco muito alto**, **40 (17%) com risco alto**, **101 (42%) com risco médio** e **92 (38%) municípios classificados com risco baixo** (Figura 7).

Um número maior de municípios com risco de enxurradas foi identificado na porção norte do Estado, em especial nos afluentes do alto curso do rio Uruguai, região que compreende áreas serranas que favorecem o escoamento superficial acelerado e o desencadeamento de enxurradas. Entretanto, a maior parte desses municípios tem risco médio ou baixo, em razão da quantidade de pessoas afetada. Também é possível observar municípios com risco alto e muito alto a enxurradas nas bacias dos rios Caí, Sinos, Taquari-Antas, dentre outras.

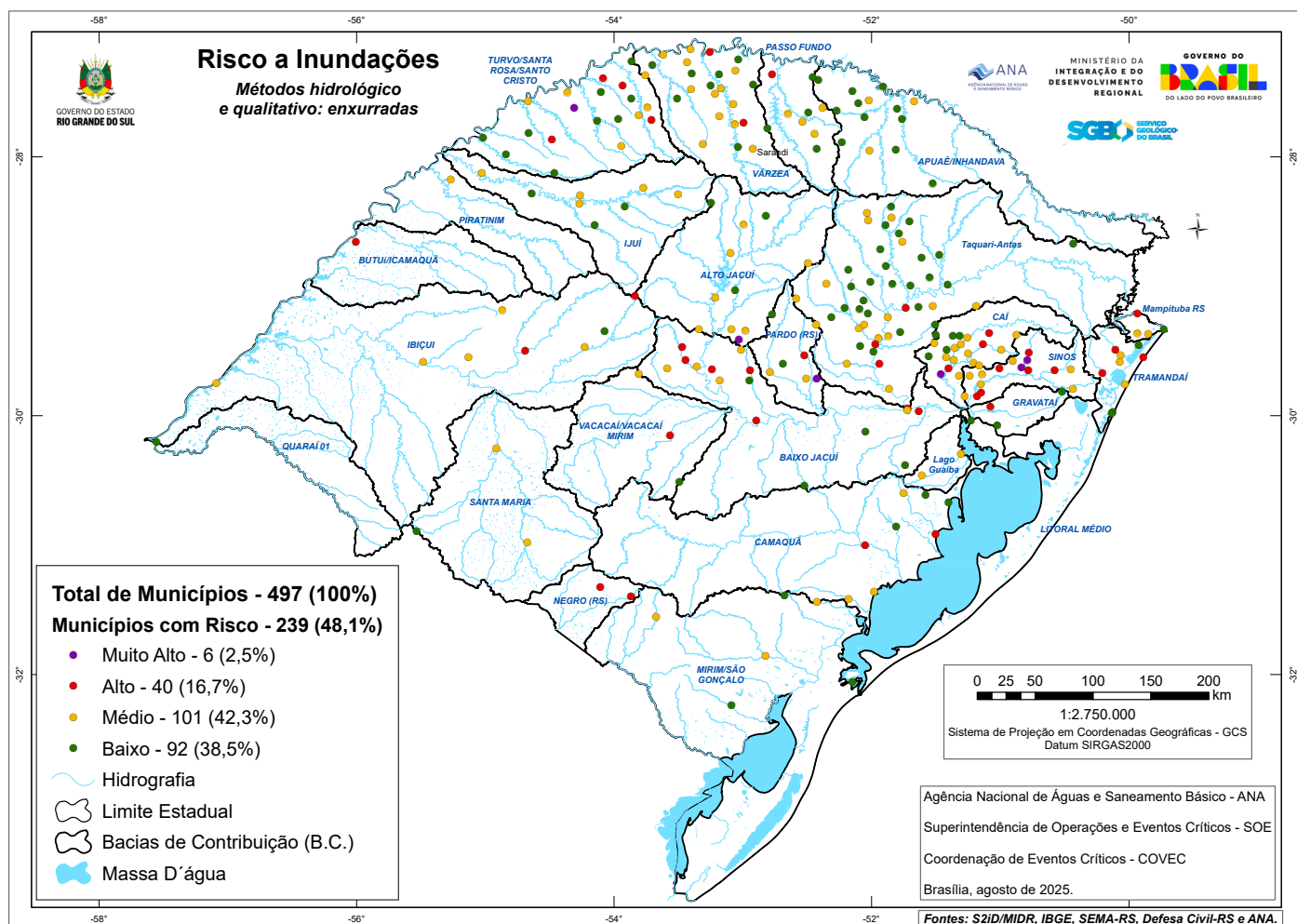


Figura 7. Classificação de risco a enxurradas em cada município do Rio Grande do Sul pelos métodos hidrológico e qualitativo.

Os resultados da classificação de maior risco entre as resultantes dos três métodos adotados foram verificados a partir da análise dos eventos de 2024. Primeiramente, foi aplicado o método hidrológico para quantificar os riscos a partir dos dados dos 47 eventos de inundações ou enxurradas reportados no S2iD por 43 municípios em 2024. Adicionalmente, foi estimado o risco associado a 211 municípios com áreas urbanizadas impactadas pela mancha de inundação do evento extraordinário de 2024, assumindo-se o tempo de retorno de 100 anos. As Figuras 8 e 9 ilustram as manchas de inundação do GLOFAS e da Área Diretamente Afetada (ADA) referente a esse evento de maio de 2024, na região metropolitana de Porto Alegre.

Como resultados dessa verificação, na maior parte dos municípios (172), a classificação de risco obtida para os eventos de 2024 foi igual ou inferior à que já havia sido indicada, confirmando os resultados obtidos com dados até 2023. Porém, 39 municípios afetados pelas cheias de 2024 tiveram elevação na categoria de risco, dos quais 32 nunca haviam reportado desabrigados ou desalojados por inundações ou enxurradas antes.

Por fim, os resultados para esse conjunto de 39 municípios foram discutidos com o Estado para ratificação ou retificação das categorias de risco a partir do conhecimento local do histórico de inundações. Com isso, 5 municípios foram classificados como risco médio e 34 municípios como risco baixo, considerando a baixíssima recorrência (alto tempo de retorno) do evento de 2024.

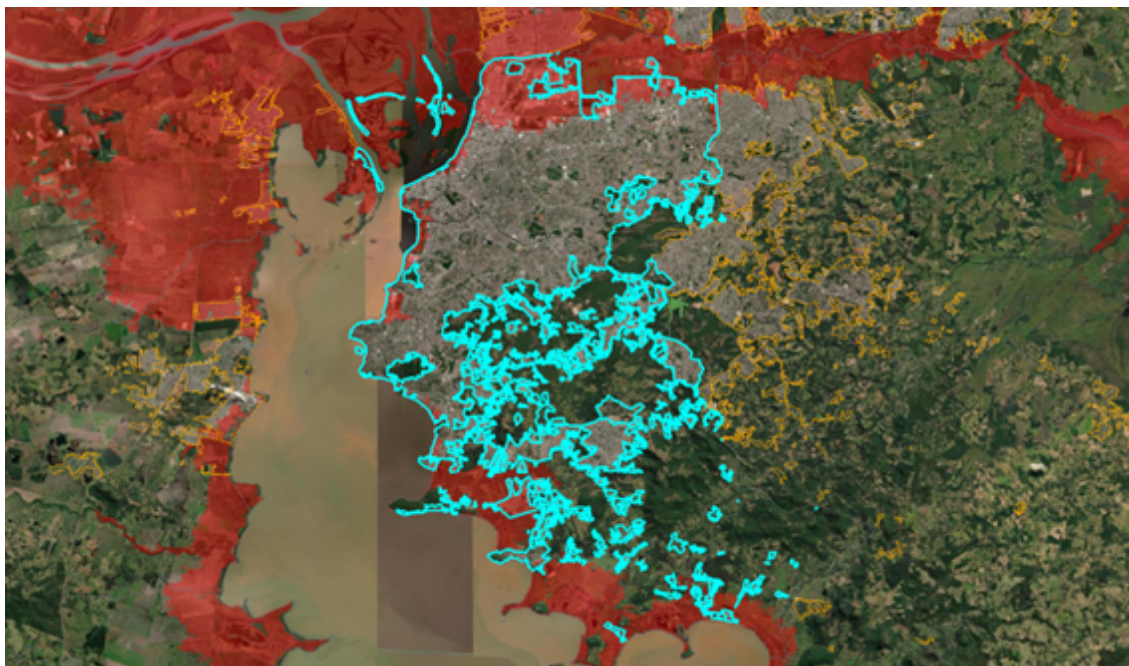


Figura 8. Mancha de inundação do GLOFAS (cor vermelha) para tempo de retorno de 100 anos, na região Metropolitana de Porto Alegre (cor ciano)

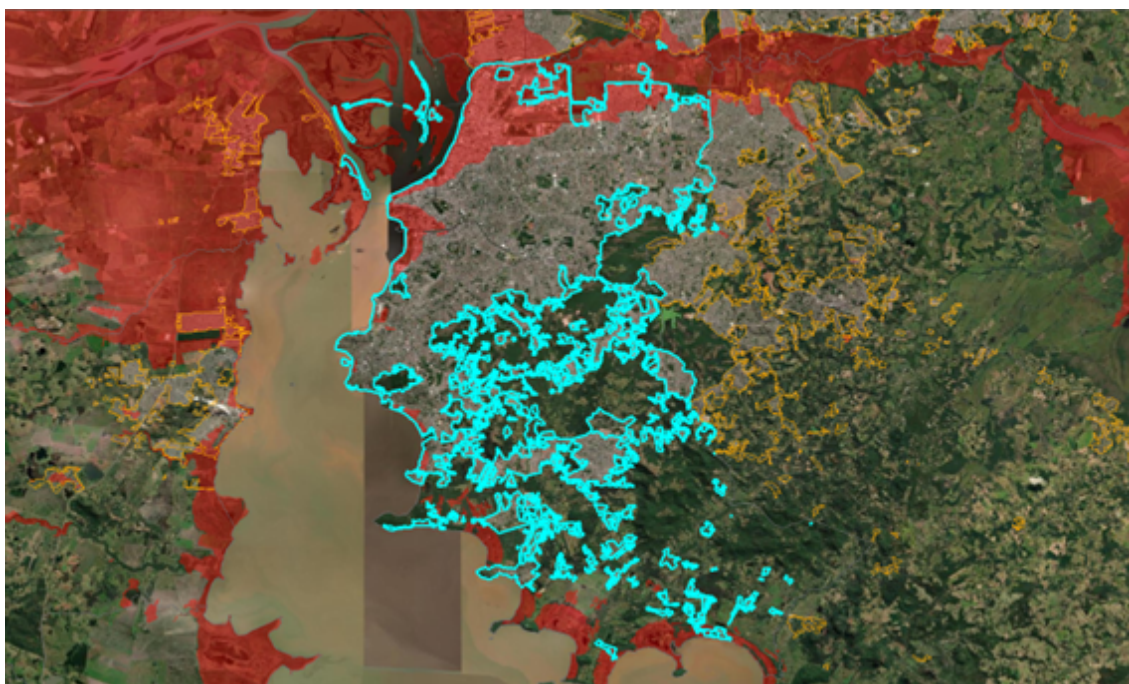


Figura 9. Mancha de inundação da Área Diretamente Afetada (ADA - cor vermelha), na região Metropolitana de Porto Alegre (cor ciano).

Após as revisões, ajustes e validações realizadas junto ao Estado, foi gerada a classificação final do Atlas de Risco a Inundações dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul, identificando-se **346 municípios com risco de inundações ou enxurradas**, dos quais **43 (12,4%) foram classificados com risco muito alto**, **82 (23,7%) com risco alto**, **108 (31,2%) com risco médio** e **113 (32,7%) com risco baixo** (Figura 10). No Anexo A deste documento é apresentada a relação desses municípios. Os mapas de classificação final de risco a inundações por bacia de contribuição podem ser consultados no Anexo B. Mapas e tabelas de dados estão disponíveis no [portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos \(SNIRH\) da ANA](http://portal.do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da ANA) (www.snirh.gov.br).

Importante ressaltar que a ausência de classificação de risco em determinado município pode decorrer de limitações de dados, como a inexistência de registros históricos de desastres de tipologias de inundações e enxurradas no S2iD, a falta de informações hidrológicas (situações em que não foi possível selecionar uma estação fluviométrica), ou inexistência de manchas de inundação. Dessa forma, um município sem classificação no Atlas de Risco a Inundações não deve ser interpretado como isento de risco, mas sim que no período de referência considerado (1991 – 2024), não há informações suficientes para estimativa do risco conforme os critérios técnicos estabelecidos na metodologia.

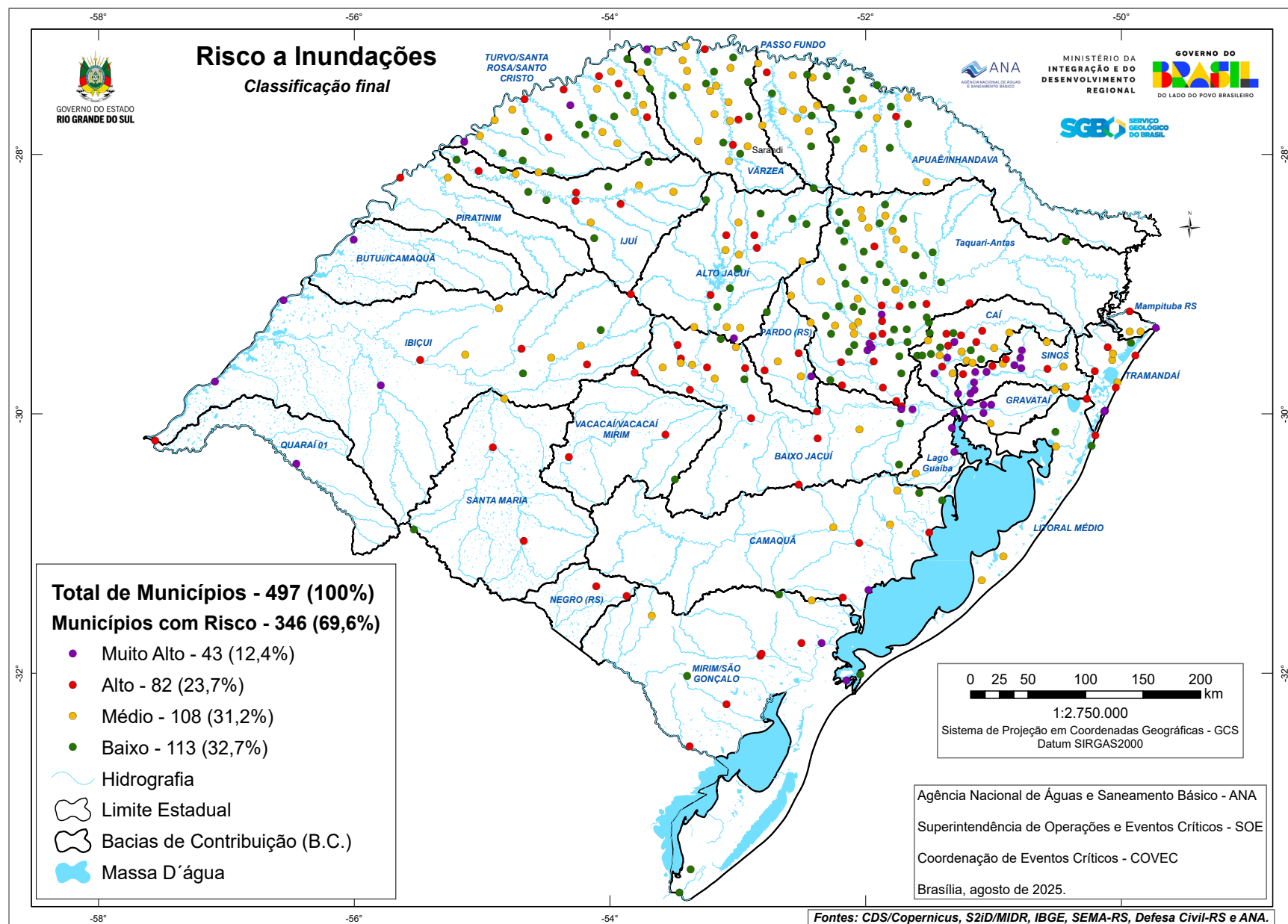


Figura 10. Classificação final de riscos a inundações e enxurradas dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Classificação de Riscos por bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica do Guaíba apresentou a maior quantidade de municípios com risco **muito alto (29) e alto (43)**, incluindo 18 municípios localizados na bacia do rio do Sinos, 14 na bacia do rio Taquari-Antas e 11 no baixo Jacuí (Figura 11). Adicionalmente, há uma grande quantidade de municípios com risco médio ou baixo na região serrana, ao longo dos afluentes dos rios Taquari, Antas e Caí.

Na região hidrográfica do rio Uruguai, **8 municípios** apresentaram **risco muito alto** e **24 municípios** apresentaram **risco alto**, destacando-se 8 municípios na bacia hidrográfica dos rios Turvo, Santa Rosa, e Santo Cristo, afluentes do rio Uruguai, 6 municípios na bacia do rio Ibicuí. Ao longo do rio Uruguai, destacam-se os municípios Barra do Guarita, Porto Xavier, São Borja, Itaqui e Uruguiana, todos com risco muito alto. Também é notável a grande quantidade de municípios com risco médio ou baixo no norte do Estado, ao longo dos afluentes do rio Uruguai.

Importante ressaltar que a classificação de risco reflete as condições naturais de inundação potencial e o histórico de cheias e danos humanos, não considerando explicitamente eventuais atenuações de risco decorrentes de medidas preventivas ou sistemas de proteção. A necessidade de implantação e manutenção dessas medidas, é exatamente um dos objetivos do Atlas, ao indicar risco de inundação em determinado município. Por exemplo, a capital Porto Alegre, situada às margens do Guaíba, foi classificada como **risco muito alto**, principalmente em razão da grande quantidade de pessoas que podem ser afetadas por inundações, como de fato ocorreu em 2024. Entretanto, a existência e o bom funcionamento do sistema de proteção de cheias e de drenagem da cidade, aliado a sistemas de alerta e planos de contingência, podem reduzir drasticamente o risco real de inundações.

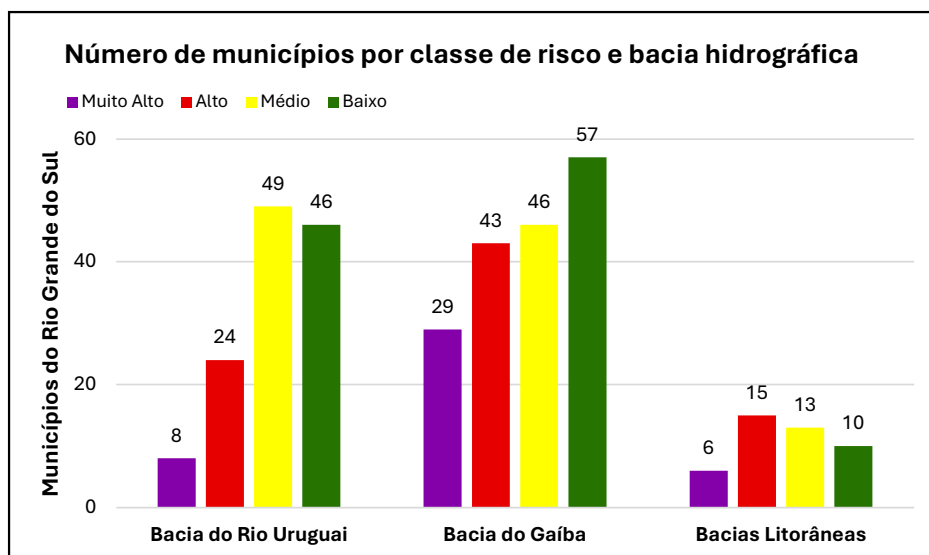


Figura 11. Número de municípios por classe de risco e bacia hidrográfica.



MUÇUM (RS) - 07/09/2023
Foto: Mauricio Tonetto e Gustavo Mansur / Palácio Piratini

■ 6. Recomendações

A partir dos resultados obtidos ao longo deste estudo, elaboraram-se algumas recomendações com o objetivo de subsidiar a tomada de decisão e promover medidas que contribuam para a prevenção e mitigação de impactos e redução de riscos.

Aprimorar a Caracterização das Tipologias de Desastres no S2iD

É notável que nos últimos anos houve um aperfeiçoamento nos dados sobre desastres no S2iD, mantido pela SEDEC/MIDR, com aumento significativo do número de registros e qualidade dos dados, permitindo a realização desse estudo. De todo modo, recomenda-se que, sempre que possível, as equipes responsáveis pelo registro de desastres priorizem a identificação específica de tipologias como inundações e enxurradas, ao invés de classificações mais genéricas como chuvas intensas. Essa distinção é fundamental para aprimorar a identificação dos fenômenos hidrológicos, possibilitar análises mais precisas dos riscos e subsidiar o planejamento de ações de mitigação e resposta mais adequadas à realidade de cada município.

Elaborar Manchas de Inundação mais Acuradas

Para maior precisão das análises de risco, é necessária a elaboração de manchas de inundação por meio da aplicação e calibração de modelos hidrológicos e hidráulicos regionais e locais, levantamentos topobatimétricos adequados e modelos digitais de terreno com melhor resolução, como os obtidos por meio de *Lidar (Light Detection and Ranging)*. É importante incorporar dados de inundação produzidos por instituições que realizaram levantamentos em campo, como os realizados pelo SGB, com medições de níveis de atingimento, bem como por outras instituições estaduais, de modo a aprimorar a acurácia espacial nas áreas urbanas de município mais intensamente atingidos. Atualmente, esses estudos elaborados pelo SGB estão disponíveis em 4 municípios do Rio Grande do Sul.

Adicionalmente, as manchas de inundação derivadas do modelo GLOFAS podem ser comparadas com manchas observadas em eventos recentes, utilizando, por exemplo, dados de levantamento de campo do SGB e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A integração entre o GLOFAS e o modelo hidrológico de grandes bacias (MGB-UFRGS) poderia contribuir para resultados mais acurados e representativos da dinâmica hidrológica regional. À medida em que estudos de modelagem hidrológica e hidráulica regionais ou locais produzirem manchas de inundação mais acuradas, ou sempre que existirem esses estudos em cada Estado, entende-se que será possível atualizar as estimativas de risco com esse método, substituindo-se as manchas de inundações do GLOFAS pelas obtidas em estudos locais.

Caracterizar as Áreas de Risco

As análises de risco podem ser aprimoradas por meio da caracterização da vulnerabilidade das áreas expostas, pois os impactos de inundações, em termos de danos materiais e humanos, variam de acordo com as características das habitações e da população residente. Fatores como tipo, material e qualidade construtiva das habitações e edifícios, número de andares, número de residentes e bens existentes influenciam o total de danos materiais (prejuízos econômicos) e humanos (número de desabrigados e desalojados) resultantes de inundações e, portanto, afetam o risco. Da mesma forma, fatores como faixa etária, condições de saúde e situação econômica afetam o total de danos e riscos de inundações. Por fim, a existência de obras de proteção, sistemas de alerta, planos de contingência e infraestrutura de emergência (como abrigos), além da resiliência de serviços de comunicação, transporte e saúde durante desastres, podem alterar significativamente os dados associados a inundações.

Dessa forma, é importante que toda área sujeita a inundações tenha sua vulnerabilidade caracterizada, por meio de levantamentos e inventários de estruturas, residências e serviços existentes. A incorporação de parâmetros relacionados à vulnerabilidade social, densidade populacional e infraestrutura crítica é fundamental para fortalecer a avaliação de risco integrado e subsidiar a priorização das ações de adaptação. Um exemplo dessa metodologia é o trabalho 'Diagnóstico da População em Áreas de Risco Geológico', do SGB, que cruzou áreas de risco mapeadas com os dados do Censo Demográfico (IBGE) de 2010. Este material está disponível no portal do SGB.

Implementar Mapeamento e Zoneamento de Áreas de Risco

A identificação das áreas do território municipal sujeitas a perdas ou danos causados por eventos hidrológicos, como inundações e enxurradas, por meio de mapeamentos e zoneamentos de áreas de risco é uma etapa fundamental para o planejamento territorial, a definição de prioridades de intervenção e a implementação de medidas de redução efetiva da vulnerabilidade da população exposta. Entre essas medidas associadas e que dependem do zoneamento de áreas de risco incluem relocação de áreas construídas, restrições de ocupação e definição de regras e padrões urbanísticos e construtivos. Entretanto, o mapeamento e zoneamento de áreas de risco deve ser preferencialmente feito a partir de manchas de inundação geradas por estudos de modelagem hidrológica e hidráulica, e levantamentos de campo para caracterização das ocupações existentes.

Expandir Rede Monitoramento em Tempo Real e Sistemas de Alerta

O monitoramento de rios em tempo real e sistemas de alerta de cheias constituem ferramentas essenciais para a redução dos impactos das inundações. Esses sistemas permitem que os municípios e comunidades localizadas em áreas de risco recebam informações antecipadas sobre a ocorrência de eventos extremos, o nível d'água previsto e as áreas potencialmente afetadas, possibilitando a evacuação preventiva da população e a minimização de danos humanos, materiais e econômicos.

Na aplicação do método hidrológico, foi possível associar estações fluviométricas a 160 municípios com registros de danos humanos decorrentes de inundações ou enxurradas, o que demonstra a relevância da ampliação da rede de observação. Porém, a maior parte dessas estações não é usada para monitoramento em tempo real.

Conforme informações disponíveis no [Sistema HIDRO - Telemetria da ANA](#), em 08/10/2025, no Estado do Rio Grande do Sul existem atualmente 78 estações fluviométricas telemétricas integrantes da Rede Hidrometeorológica Nacional, mantidas pela ANA e operadas pelo SGB. Essas estações monitoram o nível d'água dos rios em tempo real e são essenciais para a operação de sistemas de alerta. Entretanto, essa quantidade é ainda bem inferior ao número de municípios em situação de risco de inundações. Com o objetivo de fortalecer o monitoramento, o Estado contratou uma empresa especializada para instalar, até o final de 2025, mais 130 estações fluviométricas telemétricas, ampliando significativamente a capacidade de vigilância e resposta em tempo real.

Atualmente, o Serviço Geológico do Brasil (SGB) opera quatro [Sistemas de Alerta Hidrológicos](#), que realizam prognósticos numéricos das cotas futuras dos rios, apresentando valores concretos e horizontes temporais definidos — ou seja, indicando quantos metros, quando e onde os níveis d'água poderão atingir determinadas cotas. Esses sistemas atendem 11 municípios, com previsão de expansão para 28 até o final de 2026. Além disso, conforme informações do Estado, 45 municípios dispõem de sistemas de alerta locais, que emitem indicativos de tendência baseados em monitorização hidrometeorológica e observações em tempo real.

Dessa forma, torna-se essencial que a rede de monitoramento e a abrangência dos sistemas de alerta em tempo real sejam ampliadas e mantidas em operação contínua, de modo a atender à totalidade dos municípios sob risco de inundação, com prioridade para aqueles classificados como de risco alto ou muito alto.

Elaborar e Implementar Planos de Contingência para Inundações

Além de sistemas de alerta de cheias, é necessário que sejam desenvolvidos e implementados planos e protocolos operacionais de preparo e resposta a desastres, incluindo a capacitação e exercícios de treinamento da população sob risco. Essas ações permitem que as comunidades estejam preparadas e saibam que medidas devem tomar antes, durante e após a ocorrência de inundações, incluindo o deslocamento para abrigos, minimizando assim danos humanos, vítimas fatais e danos materiais.

Para que esses protocolos sejam efetivos, é fundamental que sejam implementadas e mantidas a infraestrutura local de preparação para resposta, incluindo abrigos, rotas de fuga, postos de saúde e estruturas de serviços essenciais para apoio à população desabrigada e desalojada durante inundações.

Relocar, Reforçar ou Proteger comunidades

Atenção especial deve ser dada a edificações e comunidades mais vulneráveis e estruturas críticas existentes nas áreas sob risco de inundações, como escolas e hospitais. Quando possível e viável, deve-se buscar a relocação dessas comunidades e estruturas para áreas sem risco, principalmente no caso de municípios classificados com risco alto e muito alto. Na impossibilidade de relocação, o risco e a vulnerabilidade a inundações podem ser mitigados por meio de obras de infraestrutura de proteção, como diques, reforços estruturais e elevação de edificações.

Adicionalmente, é importante avaliar soluções de redução de riscos na escala da bacia hidrográfica, como novos reservatórios de atenuação de cheias e áreas de preservação da vegetação natural, que também exercem importante papel de atenuação de picos de cheia. Nesses estudos, é importante analisar o impacto de intervenções ao longo dos rios, pois a redução de riscos em um município (por meio de diques, por exemplo) pode levar ao aumento de riscos em municípios e áreas vulneráveis a jusante.

Nesse contexto, os instrumentos de gestão de recursos hídricos instituídos na Política Nacional de Recursos Hídricos são importantes ferramentas para a formulação e implementação de ações de redução de riscos. Na escala da bacia hidrográfica, os planos de recursos hídricos são os instrumentos mais adequados para a elaboração, discussão e pactuação de intervenções em cada bacia hidrográfica, no âmbito dos Comitês de bacia, podendo a cobrança pelo uso da água custear, ainda que parcialmente, estudos e projetos de redução de riscos.



REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE (RS) - 05/05/2025
Foto: Lauro Alves/SECOM.

■ Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **As Enchentes no Rio Grande do Sul: Lições, Desafios e Caminhos para um Futuro Resiliente**. Brasília, DF, 2025. 57p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 6 (BHO 6)**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/32e309da-a8c1-443f-90ac-0cd-79ce6a33d>. Acesso em 14 nov.2025

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2024: informe anual**. Brasília, DF, 2024a. 154p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, DF, 2024b.

ALFIERI, L. *et al*: GLOFAS – global ensemble streamflow forecasting and flood early warning, **Hydrology and Earth System Science**, 17, 1161–1175, <https://doi.org/10.5194/hess-17-1161-2013>. 2013.

I B G E. **Áreas Urbanizadas do Brasil: 2019**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>

I B G E. **Censo Demográfico de 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=41852&t=resultados>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001. 2023.

JOINT RESEARCH CENTRE. European Commision (JRC-EU). **LISFLOOD - a distributed hydrological rain-fall-runoff model**. 2020. Disponível em: https://ec-jrc.github.io/lisflood-model/Lisflood_Model.pdf.

■ Glossário

Alagamento: extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

bacia hidrográfica: área de drenagem de um rio principal e seus afluentes.

Chuvas intensas: são chuvas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres (ex.: inundações, movimentos de massa, enxurradas, etc.).

Dano: resultado dos impactos causados pelo evento adverso, caracterizado pela deterioração das condições de normalidade nos aspectos humano, material ou ambiental.

Desabrigado: pessoa que foi obrigada a abandonar sua habitação de forma temporária ou definitiva em razão de evacuações preventivas, de destruição ou de avaria grave decorrentes de acidente ou desastre e que necessita de abrigo provido pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) ou pelo empreendedor cuja atividade deu causa ao acidente ou desastre;

Desalojado: pessoa que foi obrigada a abandonar sua habitação de forma temporária ou definitiva em razão de evacuações preventivas, de destruição ou de avaria grave decorrentes de acidente ou desastre e que não necessariamente carece de abrigo provido pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) ou pelo empreendedor cuja atividade deu causa ao acidente ou desastre;

Desastre: um rompimento sério das funcionalidades de uma comunidade ou sociedade em qualquer escala devido à interação de eventos perigosos com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, resultando em perdas e impactos humanos, ou materiais, ou econômicos, ou ambientais.

Enxurradas: escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.

Inundações: submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

Hidrorreferenciamento: ligação topológica dos trechos de rios (otocodificação) e que permite análise de atributos espaciais situados a montante e a jusante.

Mancha de inundação: área geográfica afetada por um evento de inundação, delimitada por modelos hidráulicos, sensoriamento remoto ou levantamentos de campo no local.

Risco: função do evento crítico (hazard ou perigo; o que causa o evento), do desempenho do sistema, estrutura ou área afetada (ou performance; ou seja, a reação do sistema ao evento) e das consequências (resultado de cada ocorrência do evento), sendo as consequências uma função da exposição (descreve quem e o que pode ser prejudicado pelo risco de inundação) e da vulnerabilidade (suscetibilidade a causar danos a seres humanos, à propriedade e ao meio ambiente quando exposto ao evento ou perigo).

Risco de desastre: potencial de perdas de vidas, ferimentos, ou de danos ou destruição de ativos que pode ocorrer a um sistema, sociedade ou comunidade em um período específico de tempo, determinado probabilisticamente como uma função da ameaça, exposição, vulnerabilidade e capacidade.

Resiliência: habilidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposta a ameaças de resistir, absorver, acomodar, adaptar transformar e recuperar dos efeitos de uma ameaça de maneira tempestiva e eficiente, incluindo meios de preservação e restauração de suas estruturas e funções básicas por meio de gestão de riscos.

Vulnerabilidade: conjunto de fatores e características físicas, sociais, econômicas e ambientais que determinam o grau de dano sofrido por uma determinada comunidade quando da ocorrência de um desastre, podendo ser caracterizado mediante levantamentos desses fatores em campo, como características de edificações e estruturas, perfil demográfico e socioeconômico da população afetada, e valor dos bens e estruturas afetadas.

Tempo de retorno: período de tempo (em anos) em que um evento hidrológico (como cheias ou chuvas intensas) tem probabilidade de ocorrer ou ser superado, sendo utilizado para dimensionar obras hídricas e mapear riscos.

■ Anexo A – Classificação de Risco por Município

Risco a Inundações dos municípios do Estado de Rio Grande do Sul (Classificação Final)		
Muito Alto (43)	Alto (82)	
Alegrete	Agudo	Nova Palma
Alvorada	Arambaré	Nova Petrópolis
Barra do Guarita	Arroio do Meio	Osório
Barra do Ribeiro	Arroio do Sal	Paim Filho
Cachoeirinha	Arroio Grande	Pantano Grande
Campo Bom	Bagé	Pareci Novo
Canoas	Barra do Quaraí	Pedro Osório
Charqueadas	Barra Funda	Picada Café
Cruzeiro do Sul	Bento Gonçalves	Portão
Eldorado do Sul	Bom Princípio	Porto Mauá
Encantado	Bom Retiro do Sul	Restinga Sêca
Esteio	Cachoeira do Sul	Rio Pardo
Estrela	Candelária	Roca Sales
Feliz	Capão do Leão	Rolante
Gravataí	Caxias do Sul	Roque Gonzales
Guaíba	Cerrito	Rosário do Sul
Horizontina	Cerro Branco	Salto do Jacuí
Igrejinha	Cidreira	Santa Maria
Imbé	Colinas	Santa Rosa
Itaqui	Constantina	Santa Tereza
Lajeado	Coronel Bicaco	Santo Ângelo
Montenegro	Cristal	São Gabriel
Nova Santa Rita	Dom Pedrito	São Pedro do Sul
Novo Hamburgo	Doutor Maurício Cardoso	São Sepé
Parobé	Encruzilhada do Sul	São Vendelino
Pelotas	Entre-Ijuís	Sapiranga
Porto Alegre	Espumoso	Serafina Corrêa
Porto Xavier	Faxinal do Soturno	Sinimbu
Quaraí	Garruchos	Tapera
Rio Grande	General Câmara	Taquari
Santa Cruz do Sul	Hulha Negra	Tiradentes do Sul
São Borja	Ibirubá	Três Passos
São Jerônimo	Ijuí	Triunfo
São Leopoldo	Iraí	Tupanciretã
São Lourenço do Sul	Itati	Turuçu
São Sebastião do Caí	Jaguarão	Vale Verde
Sapucaia do Sul	Jaguari	Vale Real
Sobradinho	Mampituba	Venâncio Aires
Taquara	Manoel Viana	Xangri-lá
Torres	Maquiné	
Tramandaí	Muçum	
Três Coroas	Nonoai	
Uruguaiana	Nova Hartz	

**Risco a Inundações dos municípios do Estado de Rio Grande do Sul
(Classificação Final)**

Médio (108)

Ajuricaba	Eugênio de Castro	Quatro Irmãos
Alecrim	Fontoura Xavier	Quinze de Novembro
Alegria	Forquetinha	Relvado
Alto Alegre	Frederico Westphalen	Rio dos Índios
Amaral Ferrador	Gentil	Riozinho
Araricá	Gramado	Rodeio Bonito
Arroio do Padre	Guarani das Missões	Ronda Alta
Arroio do Tigre	Harmonia	Salvador do Sul
Barão de Cotegipe	Ivoti	Santa Maria do Herval
Barra do Rio Azul	Jacutinga	Santiago
Barros Cassal	Lagoa Bonita do Sul	Santo Antônio do Palma
Boqueirão do Leão	Lagoa Vermelha	Santo Antônio da Patrulha
Braga	Lajeado do Bugre	São Francisco de Assis
Cacequi	Liberato Salzano	São Francisco de Paula
Caiçara	Lindolfo Collor	São João do Polêsine
Camaquã	Machadinho	São José do Hortêncio
Campo Novo	Marques de Souza	São Nicolau
Candiota	Mata	São Valentim do Sul
Canudos do Vale	Minas do Leão	Sarandi
Capão da Canoa	Morrinhos do Sul	Seberi
Capela de Santana	Mostardas	Segredo
Caraá	Nova Araçá	Sertão Santana
Carlos Gomes	Nova Bassano	Silveira Martins
Casca	Novo Xingu	Soledade
Cerro Grande do Sul	Palmares do Sul	Tavares
Cerro Largo	Palmeira das Missões	Tenente Portela
Chapada	Panambi	Terra de Areia
Charrua	Paraí	Toropi
Chiapetta	Paraíso do Sul	Travesseiro
Colorado	Pinhal	Três Forquilhas
Crissiumal	Pinhal Grande	Vale do Sol
Cruzaltense	Pinheirinho do Vale	Vanini
Dom Pedro de Alcântara	Planalto	Vera Cruz
Dona Francisca	Ponte Preta	Viadutos
Erval Grande	Porto Lucena	Viamão
Esperança do Sul	Porto Vera Cruz	Vicente Dutra

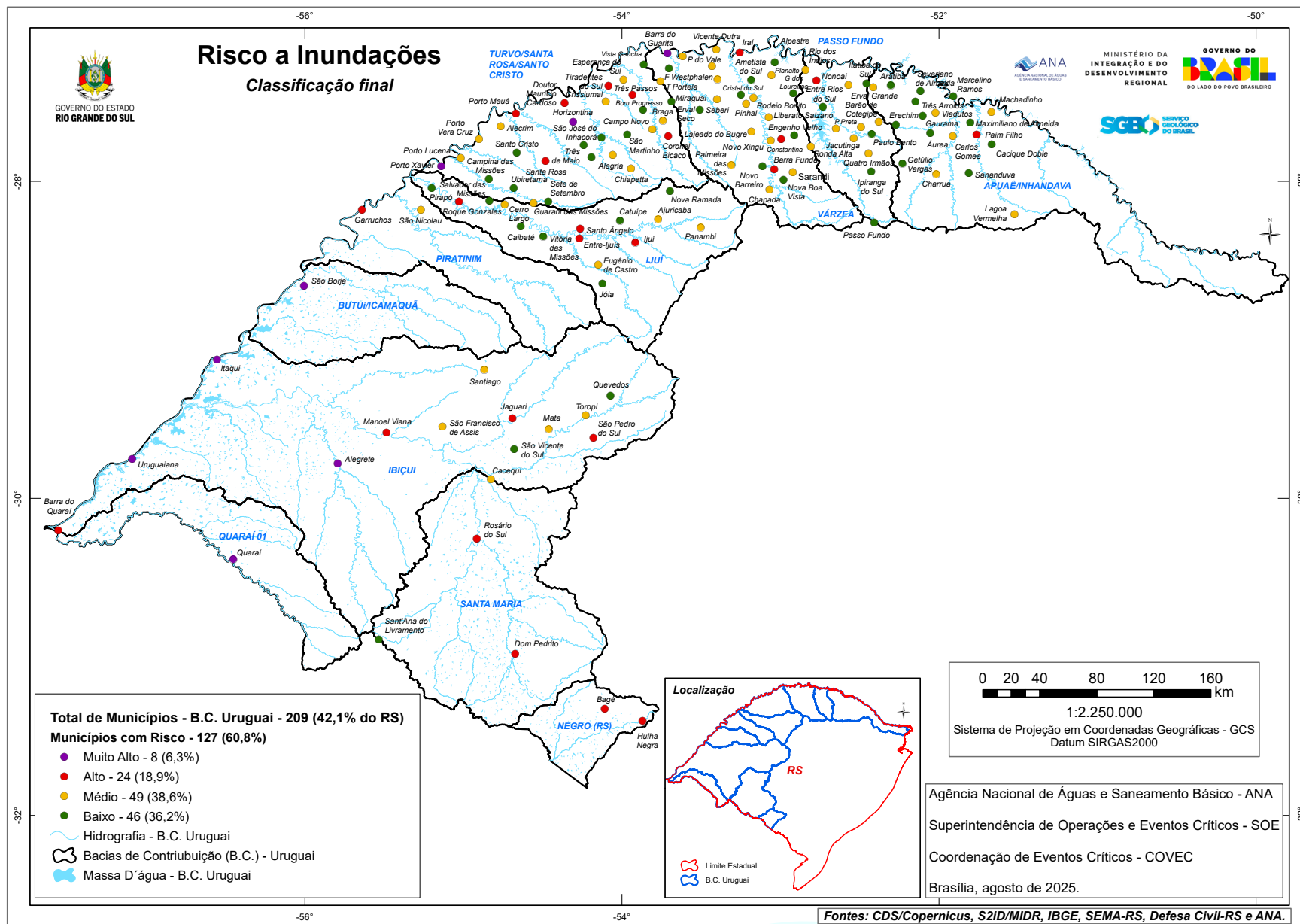
**Risco a Inundações dos municípios do Estado de Rio Grande do Sul
(Classificação Final)**

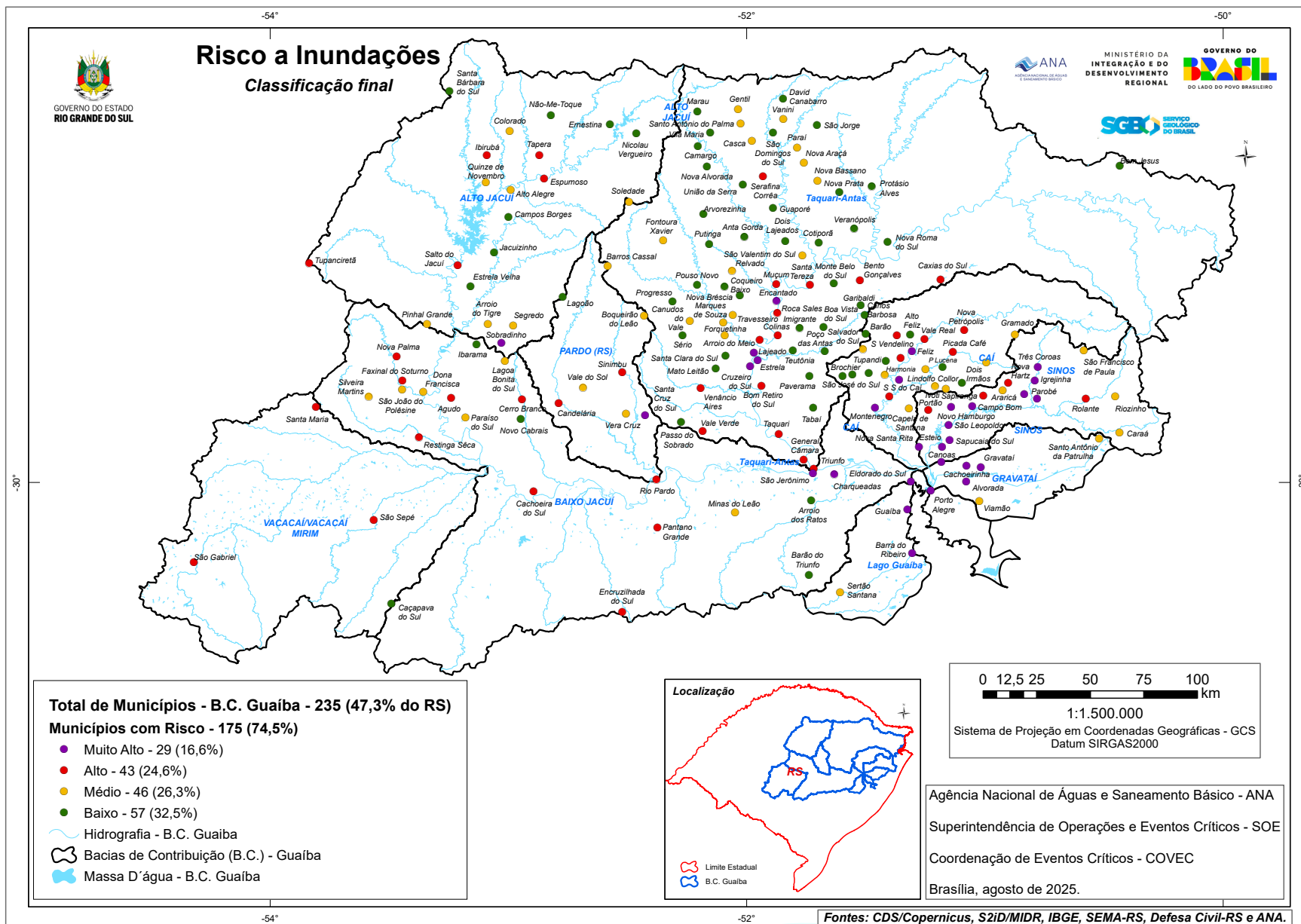
Baixo (113)

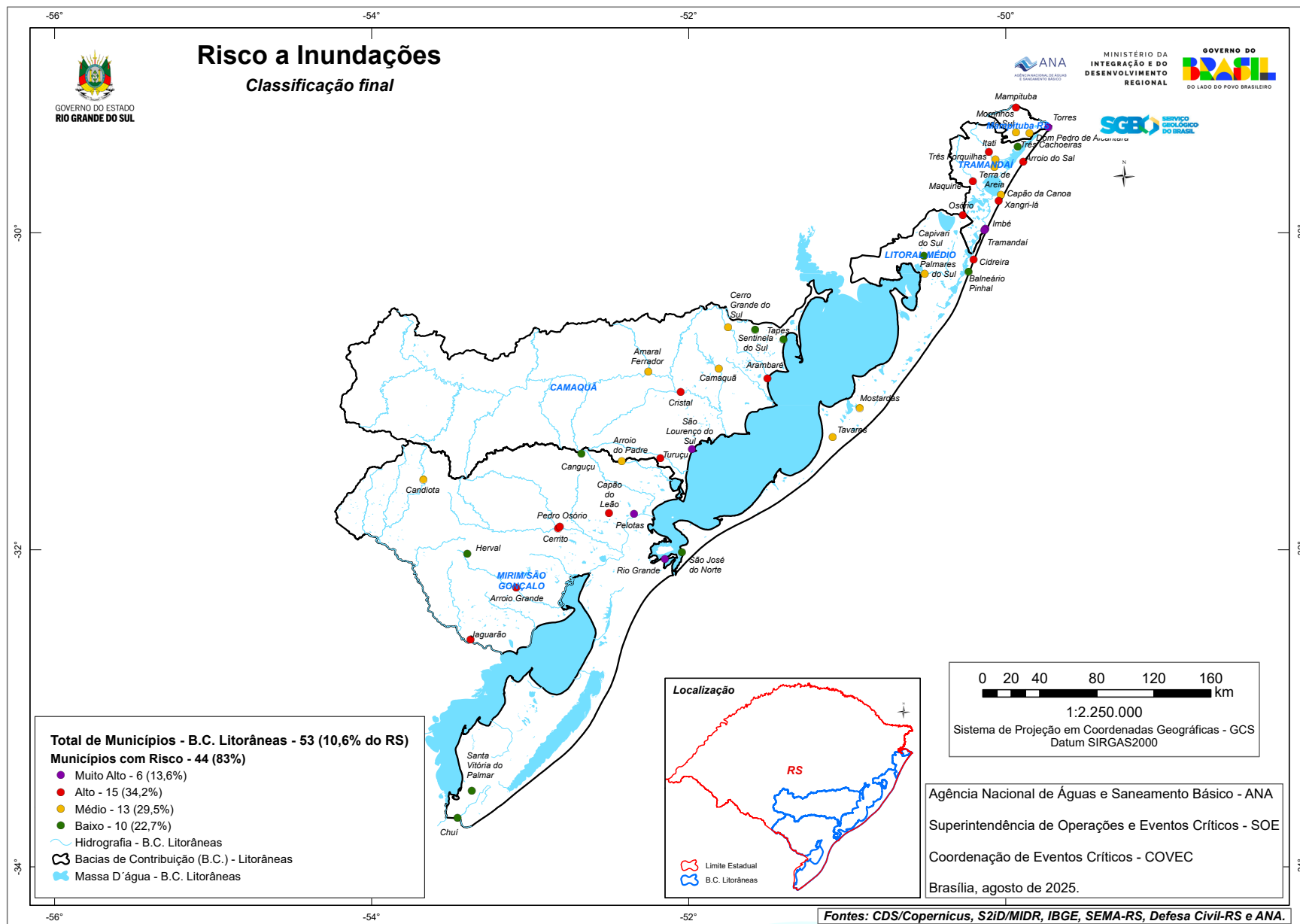
Alpestre	Erval Seco	Pouso Novo
Alto Feliz	Estrela Velha	Presidente Lucena
Ametista do Sul	Garibaldi	Progresso
Anta Gorda	Gaurama	Protásio Alves
Aratiba	Getúlio Vargas	Putinga
Arroio dos Ratos	Gramado dos Loureiros	Quevedos
Arvorezinha	Guaporé	Salvador das Missões
Áurea	Ibarama	Sananduva
Balneário Pinhal	Imigrante	Santa Bárbara do Sul
Barão	Independência	Santa Clara do Sul
Barão do Triunfo	Ipiranga do Sul	Sant'Ana do Livramento
Boa Vista do Sul	Itatiba do Sul	Santa Vitória do Palmar
Bom Jesus	Jacuizinho	Santo Cristo
Bom Progresso	Jóia	São Domingos do Sul
Brochier	Lagoão	São Jorge
Caçapava do Sul	Maratá	São José do Inhacorá
Cacique Doble	Marau	São José do Norte
Caibaté	Marcelino Ramos	São José do Sul
Camargo	Mato Leitão	São Martinho
Campina das Missões	Maximiliano de Almeida	São Vicente do Sul
Campos Borges	Miraguaí	Sentinela do Sul
Canguçu	Monte Belo do Sul	Sério
Capivari do Sul	Não-Me-Toque	Sete de Setembro
Carlos Barbosa	Nicolau Vergueiro	Severiano de Almeida
Catuípe	Nova Alvorada	Tabaí
Chuí	Nova Boa Vista	Tapes
Coqueiro Baixo	Nova Brésia	Teutônia
Cotiporã	Nova Prata	Três Arroios
Cristal do Sul	Nova Ramada	Três Cachoeiras
David Canabarro	Nova Roma do Sul	Três de Maio
Derrubadas	Novo Cabrais	Tupandi
Dois Irmãos	Novo Barreiro	Ubiretama
Dois Lajeados	Passo do Sobrado	União da Serra
Engenho Velho	Passo Fundo	Veranópolis
Entre Rios do Sul	Paulo Bento	Vila Maria
Erechim	Paverama	Vista Gaúcha
Ernestina	Pirapó	Vitória das Missões
Herval	Poço das Antas	



■ Anexo B – Mapas por bacia Hidrográfica









GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
E INFRAESTRUTURA



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
CASA MILITAR



ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL



DO LADO DO POVO BRASILEIRO

ISBN 978-858210070-7



9

788582

100707