

AUTORES:

LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA, ROMARIO TRENTIN
ANDERSON AUGUSTO VOLPATO SCCOTI, ANDREA VALLI NUMMER
CARLOS VALDIR DE MENESES BATEIRA, SUSANA PEREIRA

Desastres Hidrológicos:

Levantamento para o estado do
Rio Grande do Sul, Brasil



M
MÉRIDA
PUBLISHERS

ORGANIZADORES:

LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA, ROMARIO TRENTIN
ANDERSON AUGUSTO VOLPATO SCCOTI, ANDREA VALLI NUMMER
CARLOS VALDIR DE MENESES BATEIRA, SUSANA PEREIRA

Desastres Hidrológicos:

Levantamento para o estado do
Rio Grande do Sul, Brasil

Canoas
2024



SOB O TEMPORAL

*Levantei o meu barraco
Na encosta do morro
Veio o temporal
Levou tudo morro abaixo
E cuspindo barro
Gritei por socorro
Sob o temporal
Êta vidinha danada
Essa da gente que é pobre
Sofrida, desamparada
Sem ouro, prata e nem cobre
Sem guarida e sem morada
Vai se virando como pode
Levantei o meu barraco
No vale, eu saí do morro
Veio o temporal
Encheu, transbordou o riacho
E cuspindo barro
Gritei por socorro
Sob o temporal
Êta vida desgraçada
Da gente que nada tem
Sofrida, desamparada
Sem um mísero vintém
Sem guarida e sem morada
Só conta com Deus mais ninguém*

(composição de Selito SD)

Desastres Hidrológicos: Levantamento para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil

© 2024 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-88270-42-4>

Autores

Luis Eduardo de Souza Robaina

Romario Trentin

Anderson Augusto Volpato Scoti

Andrea Valli Nummer

Carlos Valdir de Meneses Bateira

Susana da Silva Pereira

Adaptação da capa e desenho gráfico

Luis Miguel Guzmán

Foto da capa

<https://www.reuters.com/>



Canoas - RS - Brasil

contact@meridapublishers.com

www.meridapublishers.com

Todos os direitos autorais pertencem a Mérida Publishers. A reprodução total ou parcial dos trabalhos publicados, é permitida desde que sejam atribuídos créditos aos autores.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

D441 Desastres hidrológicos: levantamento para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil / Luis Eduardo de Souza Robaina... [et al.]. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-88270-42-4

1. Desastres hidrológicos – Rio Grande do Sul. 2. Desastres socioambientais – Rio Grande do Sul. I. Robaina, Luis Eduardo de Souza. II. Trentin, Romario. III. Scoti, Anderson Augusto Volpato. IV. Nummer, Andrea Valli. V. Bateira, Carlos Valdir de Meneses. VI. Pereira, Susana da Silva.

CDD 363.35

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

EQUIPE EDITORIAL

Editor Chefe

Prof. Dr. Luis Guillermo Ramírez Mérida
Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC), Uruguai.

Comitê Editorial

Prof^a. MSc. Alba Morón de Salim
Universidad de Carabobo (UC), Venezuela.

Prof^a. Dr^a. Carla Rosane Barboza Mendonça
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil.

Prof^a. Dr^a. Caroline Dellinghausen Borges
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil.

Prof^a. Dr^a. Flávia Michelin Dalla Nora
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil.

Dr^a. Ihana Aguiar Severo
Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil.

Dr. Joceli Augusto Gross
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil.

Dr. José Bruno Malaquias
Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil.

Dr. Luis Manuel Hernández García
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Brasil.

Prof^a. Dr^a. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil.

Prof. Dr. Rafael Fernández da Silva
Universidad de Carabobo (UC), Venezuela.

Prof. Dr. Richard Alberto Rodríguez Padrón
Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC), Uruguai.

Prof^a. Dr^a. Tassiane dos Santos Ferrão
Instituto Federal de Roraima (IFRR), Brasil.

Prof. MSc. Valdemiro Simão João Pitoro
Universidade de Lúrio, Moçambique.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento do trabalho foi possível pelo apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que financiou o desenvolvimento de Pós-Doutorado dos Professores Luis Eduardo de Souza Robaina e Anderson Augusto Volpato Scoti na Universidade do Porto. Os autores destacam, também, a Universidade Federal de Santa Maria e a Universidade do Porto por disponibilizar tempo dos pesquisadores/professores, que participam do trabalho, e dos laboratórios para discussão e desenvolvimento da Pesquisa. Agradecemos a possibilidade do levantamento dos dados realizados no Centro de Documentação e Informação do Jornal Zero Hora com dados e imagens jornalísticas desde o ano de 1980. Além disso, agradecemos o apoio de diferentes profissionais da Defesa Civil dos vários municípios que desenvolvemos pesquisa nos últimos anos.



Autores

Luis Eduardo de Souza Robaina

Possui graduação em Geologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1984), mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1990), doutorado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1999) e Pós-Doutorado na Universidade do Porto, Portugal e na Universidade du Maine, Le Mans/França. Atualmente é professor/pesquisador colaborador do programa de pós-graduação em geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professor titular da Universidade Federal de Santa Maria, do curso de geografia e do programa de Pós-graduação em geografia e geociências. Coordena o Grupo de Pesquisa do CNPq LAGEOLAM organizado em 1995. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em estudos geomorfológicos, geoambientais e de desastres naturais.

Romario Trentin

Possui Graduação em Geografia Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (2004), Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (2007) e Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (2011). Pós-Doutorado em Geografia pela Le Mans Université, França (2021) pelo PrInt - Programa de Institucional de Internacionalização. Atualmente é professor titular do Departamento de Geociências, do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geotecnologias, atuando principalmente nos seguintes temas: Bacia Hidrográfica, Arenização, Geomorfologia, Uso e Ocupação da Terra, Caracterização Geoambiental e Áreas de Risco.

Anderson Augusto Volpato Scoti

Bacharel em Geografia, formado na Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Geografia pela UFSM, área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, linha de pesquisa Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental. Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, área de concentração: Análise Ambiental. Pós-Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondônia. Tem experiência em Geoprocessamento e Análise Ambiental. Trabalha com Geociências e Cartografia Temática, com ênfase em: mapeamentos Pedológicos, Geológicos, Geomorfológicos, Geoambientais e identificação de áreas com risco Geológico-Geomorfológico. Professor Classe C - Adjunto - Nível 1, lotado no Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria.

Andrea Valli Nummer

Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1987), mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996) e doutorado em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003). Pós-doutorado na Faculdade de Letras -Universidade do Porto, Portugal (2022). Atualmente é professora Titular da Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia de Engenharia e Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: erosão, movimentos de massa, geologia ambiental e geomorfologia.

Carlos Valdir de Meneses Bateira

Possui Doutorado em Geografia Física apresentado à Faculdade de Letras da Universidade do Porto (Portugal), em 2002. Atualmente é Professor Associado na Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Investigador do grupo Riskam do Centro de Estudos Geográficos do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território. Tem experiência na área de Geografia, com destaque em Geografia Física, tendo como principais áreas de atuação/investigação: Riscos e dinâmicas naturais. Os temas específicos relacionam-se com os Movimentos de Vertente, Cartografia de Riscos Naturais; Geografia Física, Ordenamento do Território e Estudos Ambientais; Sistemas de Informação Geográfica e modelação espacial em Riscos e Proteção Civil

Susana Pereira

Professora Auxiliar do departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Licenciada em Geografia – ramo Educacional (2004), pós-graduada em Sistemas de Informação Geográfica (2005), doutorada em Geografia Física (2010) pela Universidade do Porto e Pós-Doutoramento (2010-2016) na Universidade de Lisboa. Investigadora integrada do Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território da Universidade do Porto e do Grupo de Investigação em Avaliação e Gestão de Riscos Ambientais – RISKam da Universidade de Lisboa. Interesses de investigação: Avaliação da perigosidade, exposição, vulnerabilidade e risco; riscos hidro-geomorfológicos, instabilidade de vertentes; inundações, Bases de dados, Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território. Autora e coautora de mais de 30 artigos indexados na base de dados Scopus. Investigadora principal do projeto de investigação FORLAND - Riscos hidro-geomorfológicos em Portugal: forçadores e aplicações ao ordenamento do território, financiado pela FCT. Investigadora em 10 projetos nacionais financiados pela FCT nas áreas da Geografia Física, bases de dados de riscos naturais, perigos naturais e mistos (instabilidade de vertentes, erosão costeira, cheias, tsunamis, espécies invasoras e incêndios florestais) e investigadora em projetos europeus (INTERREG-SUDOE).

Apresentação

A publicação que trata do risco a desastres hidrológicos do estado do Rio Grande do Sul é um trabalho elaborado pelo Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) com participação de pesquisadores da Universidade do Porto, componentes do Grupo de Avaliação e Gestão de Perigosidades e Risco Ambiental (RISKam). Os estudos foram construídos durante os trabalhos de Pós-doutorado apoiados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio do Programa de Internacionalização CAPES-PrInt.

O trabalho apresenta um conjunto de dados sobre a ocorrência de eventos hidrológicos que causam acidentes/desastres nos municípios do Rio Grande do Sul. Os dados são sistematicamente organizados cartograficamente e, por meio de tabelas e gráficos, revelam os municípios mais atingidos e a época que mais municípios foram atingidos. Parte do conceito de espaço geográfico que reflete a análise dos processos naturais e sociais e da relação do ser humano no espaço. As análises abordam as interrelações dinâmicas entre os elementos do ambiente e a intervenção antrópica, como subsídio ao ordenamento do território com vistas a promover o manejo integrado dos recursos naturais e sua preservação e conservação. As áreas de risco a desastres surgem como uma interação entre o meio natural e o meio social, ou seja, a natureza impõe obstáculos para a ocupação de certas áreas, mas são os seres humanos, ao ocupar as áreas suscetíveis, que acabam desencadeando o surgimento do risco e potencializando a ocorrência de desastre.

As discussões estão divididas em quatro capítulos. O primeiro capítulo apresenta, de forma resumida, a ocupação e o surgimento dos municípios no estado do Rio Grande do Sul; as bases legais, em âmbito do Brasil e do estado do Rio Grande do Sul, no tratamento das áreas de risco e discute conceitos básicos associados aos termos Perigo, Vulnerabilidade e Risco e a classificação dos riscos hidrológicos. No segundo capítulo são apresentadas informações sobre as condições climáticas que causam eventos de grande volume de chuvas e as características das principais bacias hidrográficas que compõem o estado. O terceiro capítulo traz uma análise temporal dos eventos, definindo os anos e

os meses com mais municípios com registro de eventos hidrológicos causadores de danos. O quarto e último capítulo é uma análise espacial da ocorrência de eventos que permite indicar probabilidade de um município ser atingido por um evento hidrológico e analisa as possibilidades socioeconômicas de enfrentar os eventos pelos municípios.

Levantamento dos Dados

O levantamento dos dados referentes às ocorrências de desastres naturais hidrológicos, nos últimos 40 anos, no estado do Rio Grande do Sul, foi realizado em três fontes: na Defesa Civil, na imprensa e no trabalho de Dissertação de Reckeizegel (2007).

Os dados legais referem-se aos decretos de Situação de Emergência e de Estado de Calamidade Pública, tendo sido levantados junto à Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul e nas publicações do Diário Oficial do Estado.

O veículo de imprensa escolhido foi o jornal Zero Hora, no qual foram levantadas as reportagens que continham alguma notícia a respeito da ocorrência de inundações, enxurradas e alagamentos no estado do Rio Grande do Sul. A coleta de informações junto à imprensa foi realizada com o objetivo de complementar os dados referentes à ocorrência de desastres no estado, porque os dados disponíveis na Defesa Civil e levantados no Diário Oficial do estado dizem respeito apenas aos desastres acompanhados de decretos de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP). Considera-se SE a situação de intensa e grave alteração das condições normais de um determinado município, estado ou região, decretada em decorrência de um desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta. Por outro lado, o ECP é entendido como a situação de intensa e grave alteração das condições normais de um determinado município, estado ou região, decretada em decorrência de um desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta.

A escolha do jornal Zero Hora como fonte de informação deve-se à abrangência estadual e à maior facilidade de obtenção dos dados, devido à boa organização de seu acervo. Nele, foram levantadas todas as reportagens que continham

alguma notícia referente à ocorrência de algum desastre/acidente no estado durante o período analisado.

Os dados coletados nas reportagens foram: o tipo de evento adverso que ocorreu; a data de ocorrência do evento; o(s) município(s) atingido(s). A pesquisa referente ao período compreendido entre janeiro de 1980 e junho de 1988 foi realizada analisando-se todas as publicações (diárias) arquivadas na forma de microfilme. As reportagens referentes ao período de julho de 1988 a janeiro de 1995 encontram-se resumidas em formato digital, tendo sido efetuada a pesquisa na forma de busca por evento, selecionado a data e a página de publicação da reportagem e consultada sua edição completa no microfilme. As reportagens publicadas nos últimos onze anos (1995 a 2022) encontram-se todas em formato digital, efetuando-se a pesquisa pelo sistema de busca por evento e armazenado a reportagem completa em uma base de dados. As reportagens encontram-se em formato “*.pdf”, tendo-se armazenado a página toda em que a reportagem foi publicada.

Utilizou-se o software Microsoft Office Excel® na compilação das informações e os softwares ArcGIS 10.8®, desenvolvido pela ESRI, e o QGis 3.28 para estruturar os bancos de dados georreferenciados, os quais serviram de base para a geração dos mapas. As bases cartográficas utilizadas estão disponíveis na web site de órgãos oficiais, como CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler), SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura) e da Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul.

A publicação desse livro busca repassar conhecimento técnico-científico sobre os eventos hidrológicos que causam acidentes/desastres nos municípios do Rio Grande do Sul de forma aberta e gratuita a todos interessados. O livro está disponibilizado através de publicação impressa, na página <https://www.ufsm.br/laboratorios/lageolam/> e no canal de youtube do Laboratório (LAGEOLAM/UFSM).

Índice

CAPÍTULO 1	14
Povoamento do Rio Grande do Sul e base legal para a gestão de riscos a desastres naturais	14
1.1. O PROCESSO DE POVOAMENTO E FORMAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL.....	14
1.2. BASE LEGAL A GESTÃO DE RISCOS A DESASTRES NATURAIS.....	24
1.2.1. A Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (DIRDN).....	27
1.2.2. Legislação Brasileira para os desastres	28
1.2.3. Legislação Estadual e os Desastres	32
CAPÍTULO 2	36
Clima e hidrografia do Rio Grande do Sul	36
2.1. CLIMA E OS EVENTOS EXTREMOS NO RIO GRANDE DO SUL	36
2.1.1. Caracterização climática	36
2.1.2. Caracterização dos tipos de tempo geradores de eventos de precipitação	39
2.1.3. O fenômeno ENSO e precipitações extremas	42
2.2. CARACTERÍSTICAS DA REDE HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE DO SUL.....	44
2.2.1. Bacias Hidrográficas do Alto Uruguai.....	48
2.2.2. Bacias Hidrográficas do Médio Uruguai.....	49
2.2.3. Bacias Hidrográficas do Baixo Uruguai	51
2.2.4. Bacias Hidrográficas do Rio Jacuí.....	52
2.2.5. Bacias Hidrográficas do Guaíba-Gravataí.....	53
2.2.6. Bacias Hidrográficas do Sinos-Caí.....	54
2.2.7. Bacia Hidrográfica Taquari-Antas.....	55
2.2.8. Bacias Hidrográficas do Litoral.....	57
2.2.9. Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã	58
CAPÍTULO 3	60
Análise temporal	60
3.1. ANÁLISE TEMPORAL - MESES COM MAIOR NÚMERO DE MUNICÍPIOS AFETADOS POR DESASTRES ASSOCIADOS A EVENTOS HIDROLÓGICOS	60
3.1.1. Análise para cada mês	63
3.2. ANÁLISE TEMPORAL - DETERMINAÇÃO DOS ANOS COM MAIOR NÚMERO DE MUNICÍPIOS AFETADOS POR DESASTRES DE PROCESSOS HIDROLÓGICOS	77
CAPÍTULO 4	90
Municípios atingidos e decretos de situação de emergência	90
4.1 MUNICÍPIOS ATINGIDOS POR RISCO DE DESASTRES HIDROLÓGICOS NO RIO GRANDE DO SUL ...	90

4.1.1.Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 01 – CREPDEC 01	92
4.2. DECRETOS DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA: DESASTRES E AS CONDIÇÕES DE ENFRENTAMENTO DOS MUNICÍPIOS	164
CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181

CAPÍTULO 1

Povoamento do Rio Grande do Sul e base legal para a gestão de riscos a desastres naturais

1.1. O processo de povoamento e formação dos municípios do Rio Grande do Sul

Desde a formação dos primeiros agrupamentos humanos até a concepção das cidades modernas, a sociedade convive com a ocorrência de eventos de ordem natural que geram perdas sociais e econômicas (VEYRET, 2007). Os rios têm uma forte ligação com o desenvolvimento da sociedade. A construção de novos territórios ocorreu por meio dos rios, dando origem a inúmeras cidades, que, ao localizarem-se às margens dos rios, utilizaram-nos em seu benefício. Na época, os processos de inundações, muitas vezes de caráter cíclico, estiveram na origem de diversos mitos e temores, assim como originaram processos de ajustamento para proteção e controle. A maior ou menor regularidade dos regimes deu origem a padrões diversos de utilização do espaço pela sociedade e de intervenção sobre os rios. A partir da expansão de áreas urbanizadas em locais suscetíveis à inundação, ampliou-se o risco de processos hidrológicos causarem desastres.

O Rio Grande do Sul tem seus processos de formação e desmembramento dos municípios, predominantemente, condicionados ao fator “povoamento” (MORAES E CUNHA, 2018). Rhoden (1999) quando analisa o povoamento do Rio Grande do Sul identifica dois processos distintos. De um lado, a concessão de sesmarias por parte da Coroa Portuguesa, para tropeiros e militares. Por outro lado, um pouco mais tarde, um processo que se desenvolveu ao longo dos rios ou de caminhos de tropeiros de gado bovino, onde foram sendo criados pequenos povoados, fomentados por movimentos migratórios, que acabaram se transformando em núcleos importantes na rede urbana.

As reduções jesuíticas, no oeste do estado, próximas ao rio Uruguai, foram fundadas a partir de 1626, e são considerados os primeiros povoados organizados no Rio Grande do Sul, além da ocupação dos povos originários.

Nessa época, o gado bovino foi introduzido na região. Em 1641, os jesuítas foram expulsos pela ação dos bandeirantes, atravessando o rio Uruguai e indo se abrigar no território espanhol. Por causa disso, em um primeiro momento, grande parte do gado espalhou-se pela região e tornou-se selvagem (orelhanho ou cimarrón) (MAESTRI, 2010; COSTA E SILVA, 1968; FORTES, 2001).

A partir de 1682, foram reerguidas as reduções de São Nicolau e São Miguel, assim como foram criadas cinco outras: São Francisco de Borja (1682), São Luiz Gonzaga (1687), São Lourenço Mártir (1690), São João Batista (1697) e Santo Ângelo Custódio (1707), as quais constituíram o que ficou conhecido como os Sete Povos das Missões.

Esses povoamentos localizaram-se na bacia do rio Uruguai, próximos ao rio Uruguai e seus afluentes da margem esquerda, os rios Ijuí e Piratinim (FIGURA 1.1). Os Sete Povos tornaram-se centros econômicos importantes, dedicando-se à produção de erva-mate, extração de couro e atividades criatórias (MAESTRI, 2010). Nos anos 1753 a 1756, a derrota missioneira pelas tropas luso-espanholas despovoou relativamente os Sete Povos (COSTA et al., 2015)

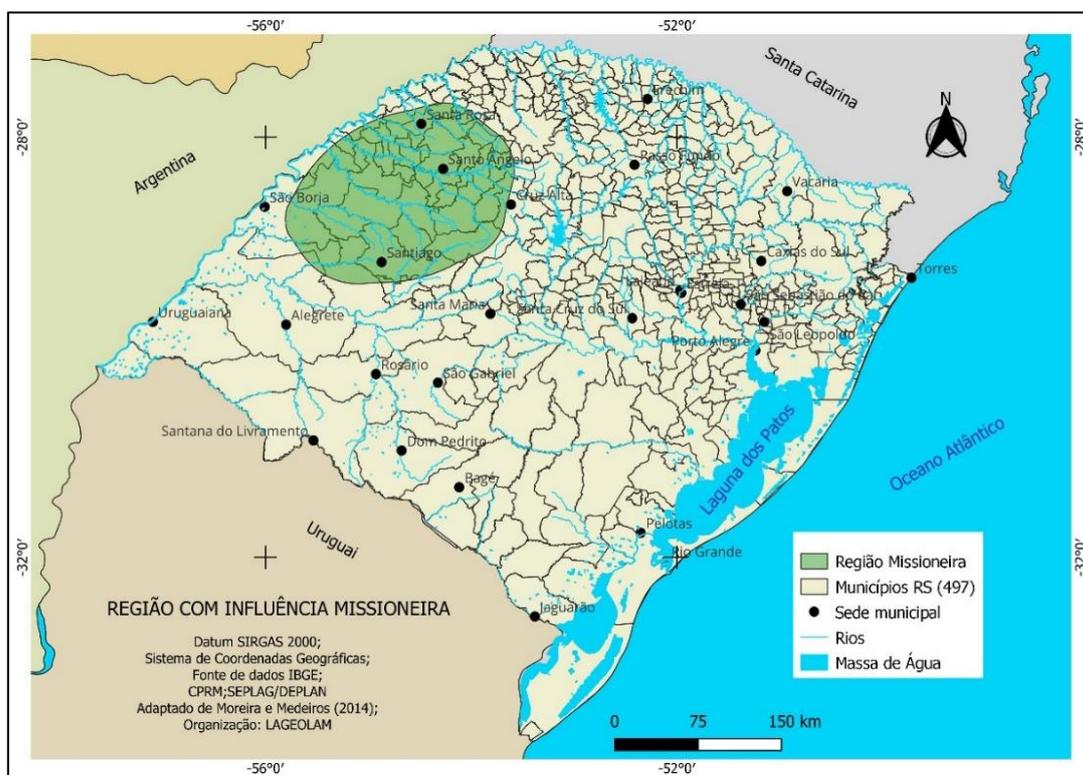


Figura 1.1. Região de influência das reduções jesuíticas, considerados os primeiros povoados organizados no Rio Grande do Sul. (Fonte: autores).

No século XVIII, houve uma intensa disputa entre Portugal e Espanha pelo território onde se localiza o Rio Grande do Sul. A estratégia adotada pela Coroa Portuguesa para garantir a posse e a defesa das terras foi a instalação de acampamentos militares e a construção de fortes e presídios, bem como a distribuição de sesmarias a pessoas de prestígio e/ou militares (PESAVENTO, 1997). Essa classe de militares, que se tornou dona de terras, originou a aristocracia pastoril gaúcha, consolidando o regime das estâncias como uma das bases econômicas da região (BARBOSA, 1985).

Em 1726, os espanhóis fundaram a cidade de Montevidéu, a leste da colônia de Sacramento, para reduzir a influência portuguesa. Em resposta, os portugueses fundaram o Forte de Jesus Maria José em 1737, que corresponde, hoje, à cidade de Rio Grande (COSTA E SILVA, 1968). Logo depois, o primeiro grupo de povoadores oficialmente apoiados pelo governo veio da Ilha dos Açores. A partir de 1748, começaram a chegar ao estado famílias açorianas, enviadas pela Coroa Portuguesa. Instalaram-se primeiro em Rio Grande e, depois, outras se fixaram na região da futura Porto Alegre, um povoado erguido junto ao porto de Viamão (FORTES, 2001). Receberam terras para desenvolver atividades agrícolas, principalmente a produção de trigo e, dessa forma, abastecer a Colônia. Essa ocupação possibilitou o surgimento de propriedades rurais menores, assim como criou a base para o surgimento de inúmeros núcleos urbanos (MAGNOLI, OLIVEIRA E MENEGOTTO; 2001).

Os povoamentos no norte do Estado, na região dos campos de cima da Serra, estiveram muito ligados à estrada das tropas, aberta em 1727 e 1729, destinada, primeiramente, ao comércio de gado para o sudeste do Brasil. Seguindo a Estrada Real que vinha de São Paulo até os Campos de Viamão, contavam-se grandes estâncias de gado na área, o que possibilitou a colonização dos campos de Vacaria e Tramandaí por grupos de tropeiros (FIGURA 1.2). Partindo de Viamão, outros grupos avançaram pelos vales dos rios Taquari e Jacuí, estabelecendo novos povoamentos (BUENO, BARRETO e DIAS, 2021).

A cidade de Rio Grande já havia se consolidado desde 1737, mas a fronteira do estado só foi definida no início do século XIX, em 1801, com a assinatura do Tratado de Badajoz (MAGNOLI, OLIVEIRA E MENEGOTTO,

2001). A economia das cidades como Porto Alegre e Rio Grande era baseada no charque (carne típica da região) e no trigo. Nessa época, iniciava-se um período de organização administrativa, social e econômica. Nos poucos povoados urbanos, a sociedade começava a estruturar-se (COSTA et al., 2015).

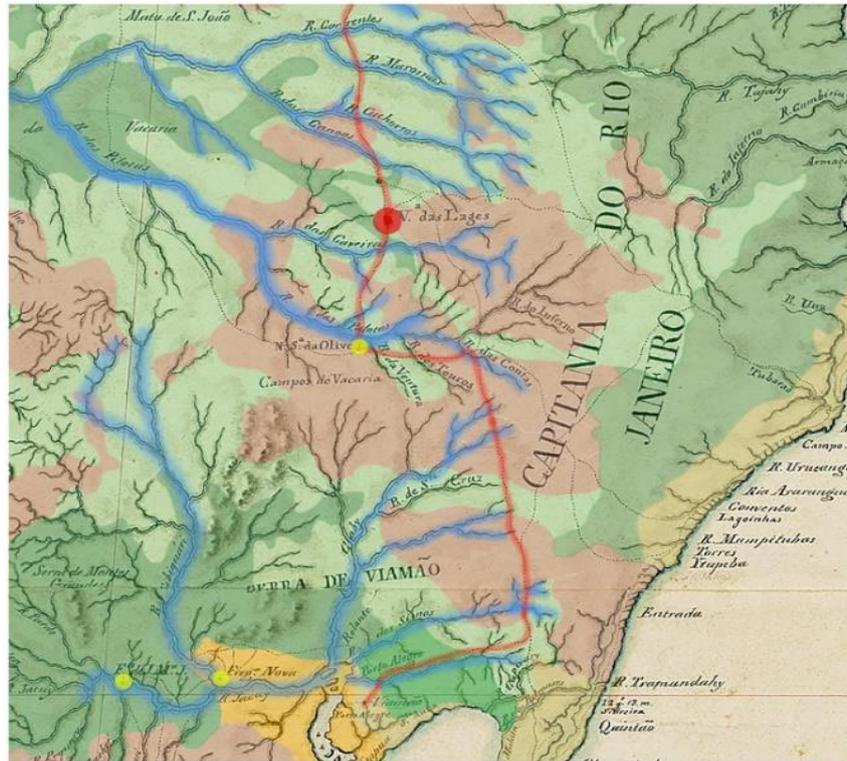


Figura 1.2. Detalhe da Carta Geográfica de Projeção Esférica da Nova Lusitânia ou América Portuguesa e Estado do Brasil. Lisboa: Direção dos Serviços de Engenharia, 1797. Observa-se a estrada real marcada pela linha vermelha (Fonte: BUENO, B.P.S.; BARRETO,A.P.; DIAS,G.S.2021)

Em 1807, a Capitania de São Pedro do Rio Grande do Sul ganhou sua autonomia e, em 1809, foi elevada à Capitania Geral (FORTES, 2001), estruturando sua primeira divisão administrativa composta por apenas quatro municípios: Porto Alegre, Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande e Rio Pardo (FIGURA 1.3), que dividiam entre si toda a extensão do estado (Rio Grande do Sul,2021).

Em 1811, o estado via-se envolvido em nova disputa internacional, iniciada por Artigas em Buenos Aires e que pretendia unificar todos os estados

do Prata. Dom João enviou tropas para combater. Na esteira do avanço militar pelo pampa, fundaram-se cidades como Bagé, nas nascentes do arroio Bagé e o povoamento que daria origem à cidade de Alegrete, localizada junto ao rio Ibirapuitã (BARBOSA, 1985; FORTES, 2001).

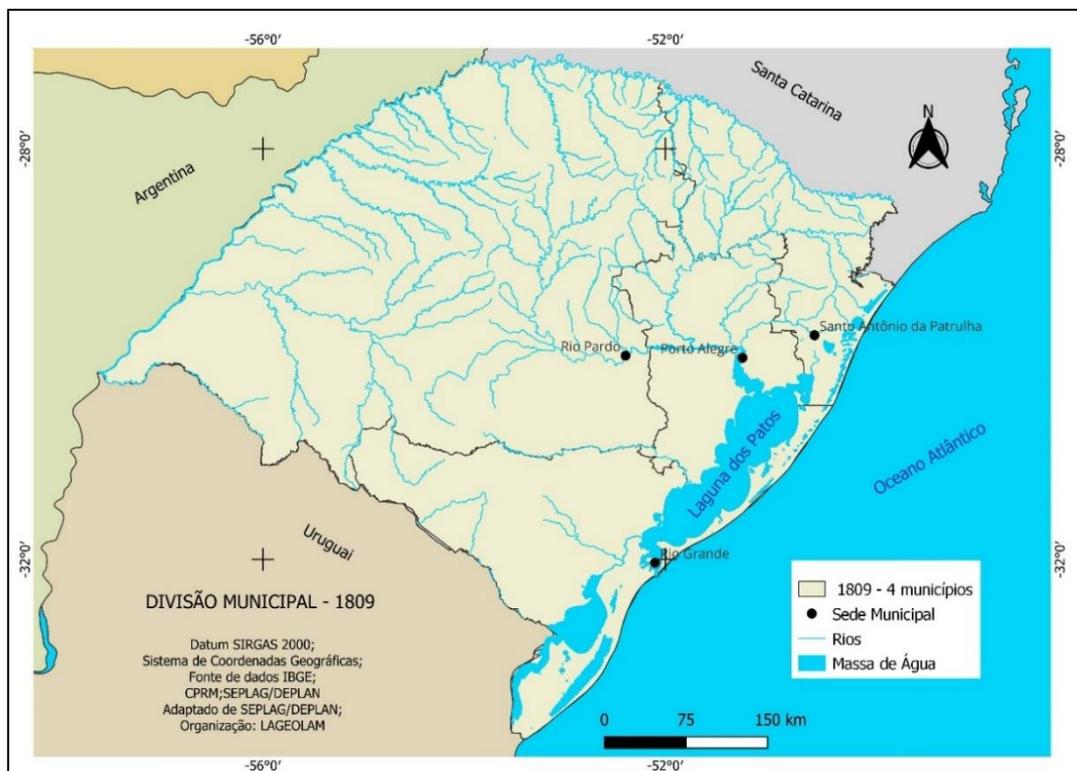


Figura 1.3. Divisão administrativa do Rio Grande do Sul no ano de 1809. (Fonte: autores).

Em 1822, com a Independência do Brasil, a Capitania tornou-se uma Província e, pelo interior, os povoados multiplicavam-se, avançando pelos vales dos rios, como Jaguarão, Passo Fundo, Cruz Alta, Triunfo, Taquari e Santa Maria (FORTES, 2001). No ano de 1860, como pode ser observado na Figura 1.4, a organização administrativa do estado passou para 28 municípios (Rio Grande do Sul, 2021).

Durante o século XIX, o Rio Grande do Sul foi influenciado pelo processo de assentamento da imigração, inicialmente, alemã (1824) e, posteriormente, italiana (1875), fugindo da fome, das epidemias e das guerras (FIGURA 1.5). Viviam como agricultores, localizaram-se principalmente na região centro-leste e nordeste do estado (FORTES, 2001). Os primeiros colonos estabeleceram-se

em área de terras devolutas no vale do Rio dos Sinos, formando o povoamento de São Leopoldo.

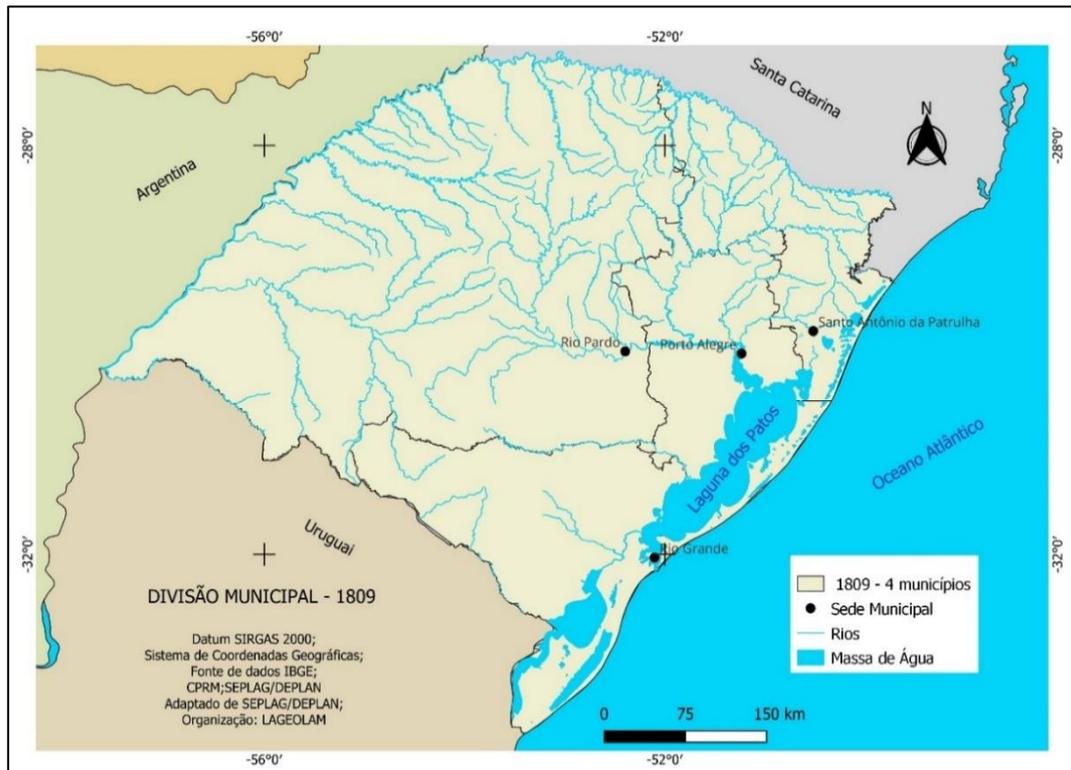


Figura 1.4. Divisão administrativa do Rio Grande do Sul no ano de 1860. (Fonte: autores)

Por meio da onda imigratória italiana de 1875 fundaram-se cidades como Caxias do Sul, Antônio Prado, Nova Pádua, Bento Gonçalves, Nova Trento e Garibaldi, introduzindo-se produções novas como a uva, os embutidos e o vinho. A produção diversificada, baseada em pequenas propriedades, criou uma distribuição de renda menos concentrada, resultando na formação uma rede urbana formada por pequenos núcleos próximos entre si.

Os imigrantes alemães e italianos, que fundaram diversas cidades e incrementaram significativamente a produção rural, tornaram a zona colonial economicamente uma das mais importante do estado já no início do século XX. Nas cidades, a economia diversificava-se amplamente com a atividade industrial e crescente urbanização do eixo Porto Alegre - Caxias do Sul. Essa região caracterizou-se pela formação de muitos municípios com pequena área

territorial, evolução municipal com ritmo acelerado e alta densidade demográfica rural.

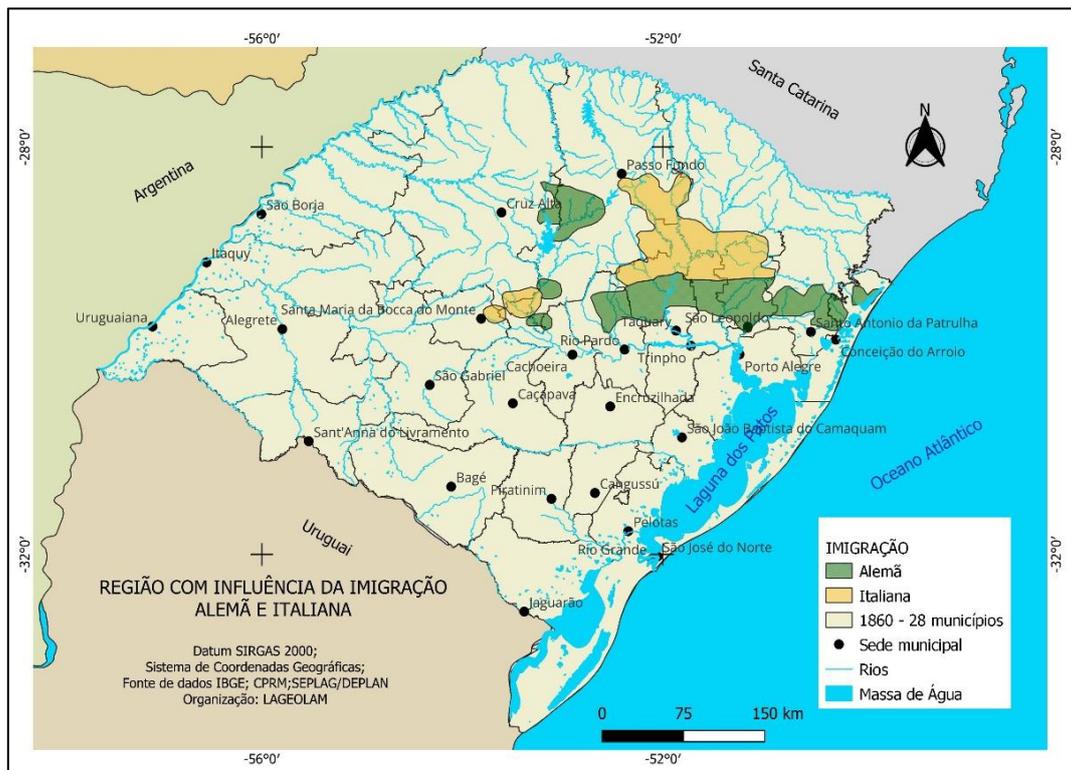


Figura 1.5. Região de influência da imigração de Italianos e Alemães no RS. (Fonte: autores).

O processo de industrialização e urbanização que foi acelerado, no final do século XIX e início do XX, exigiu de toda a sociedade brasileira novas formas de organização social e política. Os trabalhadores negros e indígenas que haviam sido os suportes da acumulação primitiva de capital nas charqueadas do Rio Grande do Sul, com o início do processo de imigração em 1824, passaram a ocupar cada vez mais as bordas do capitalismo emergente (RHODEN, 1999). Nas cidades, a maioria morava nos piores lugares, nos cortiços, nos morros e zonas alagadas; no meio rural tornaram-se agregados e afilhados que trabalhavam para comer e morar nas terras dos antigos senhores. Nessa época, no início do século XX, o Rio Grande do Sul era formado administrativamente por 66 municípios (FIGURA 1.6) (Rio Grande do Sul, 2021).

Na região oeste do estado, associada às estâncias, dois momentos caracterizam o povoamento e a formação de municípios: até 1954, os municípios

possuíam muitos distritos, devido a uma área territorial expressiva. Após isso, houve um intenso processo de municipalização. Entre os anos de 1954 e 1965, foram criados 140 municípios, ou seja, quase dois terços dos municípios do estado (LA SALVIA e MARODIN, 1976).

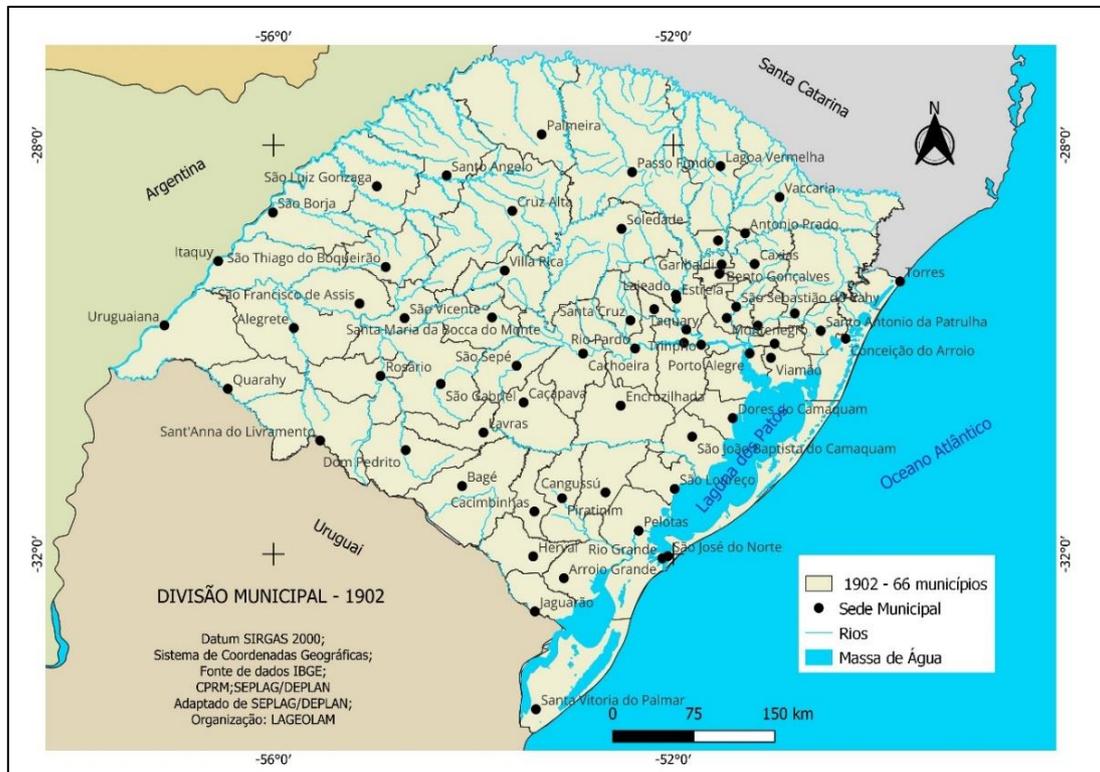


Figura 1.6. Divisão administrativa do Rio Grande do Sul no ano de 1902. (Fonte: autores)

A ampliação de criação de municípios no Rio Grande do Sul aconteceu justamente após a Constituição Federal de 1946. Com ela, foi possível uma maior liberdade em termos políticos e administrativos aos municípios, reforçando, assim, o movimento municipalista (MEIRELLES,1993). Contudo, esse quadro foi profundamente modificado a partir de 1964, com o período dos governos militares. A Constituição de 1967 determinou uma maior centralização administrativa, reduzindo a autonomia nas esferas estaduais e municipais. Nesse período, o número de municípios gaúchos estabilizou-se em 232, como pode ser visto na Figura 1.7 do estado do Rio Grande do Sul.

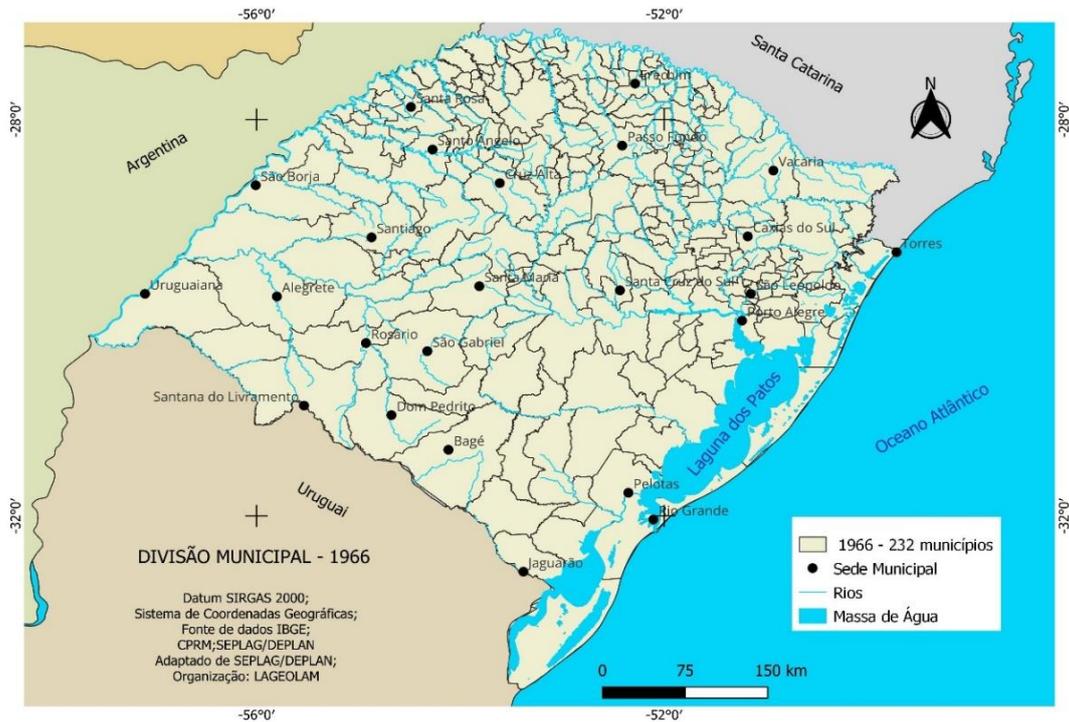


Figura 1.7. Divisão administrativa do Rio Grande do Sul no ano de 1966. (Fonte: autores)

A partir da Constituição Federal de 1988, novamente estados e municípios adquiriram um grau de autonomia (TOMIO, 2002). A partir de então, a competência para a criação de municípios, além de outras alterações de cunho territorial, como fusões, anexações e desmembramentos, passou para a responsabilidade da esfera estadual. Esse crescimento emancipacionista teve o Rio Grande do Sul como um dos grandes destaques, marcando um período de maior profusão da criação de municípios com um aumento superior a 100%. Esse acréscimo viria em três “ondas”: a primeira em 1987-1988; a segunda em 1992; e a terceira em 1995-1996, concentrando-se principalmente nas regiões noroeste e nordeste do Estado. Em 1991, após a primeira onda de emancipações, o estado passou a contar com 333 municípios (FIGURA 1.8).

Após a segunda e terceira onda de emancipações, o estado passou a contar com o número atual de municípios. O Rio Grande do Sul é constituído por 497 municípios (FIGURA 1.9), sendo o terceiro maior número dentre as unidades da Federação e o maior da Região Sul.

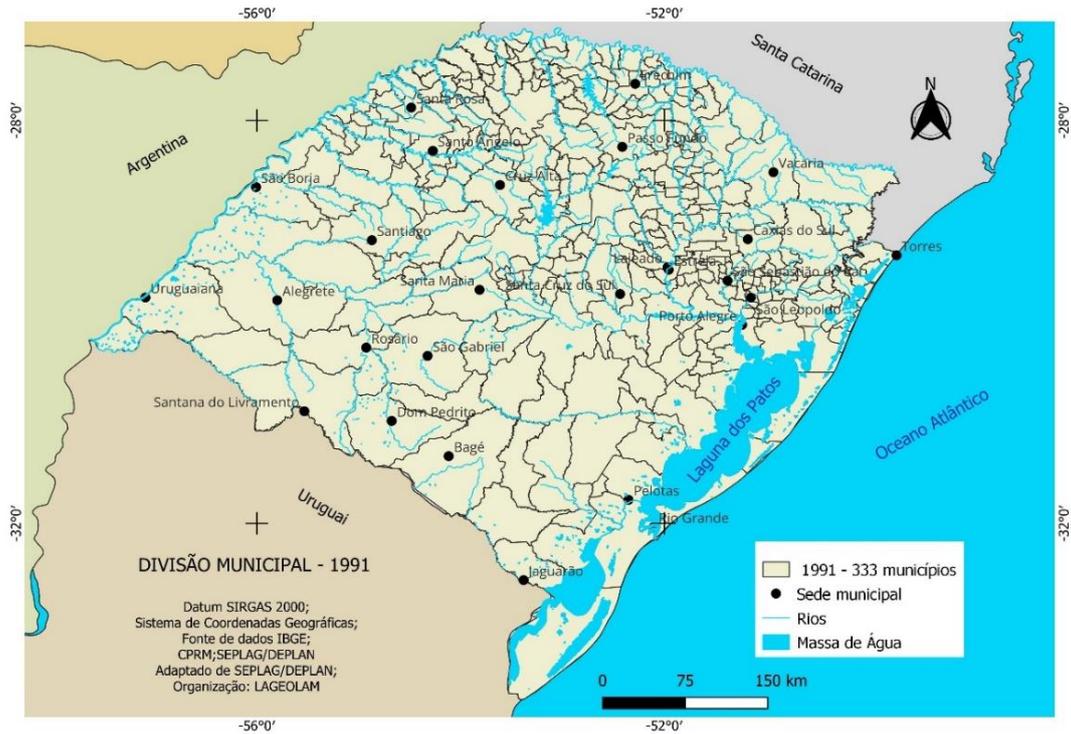


Figura 1.8. Divisão administrativa do Rio Grande do Sul no ano de 1991. (Fonte: autores)

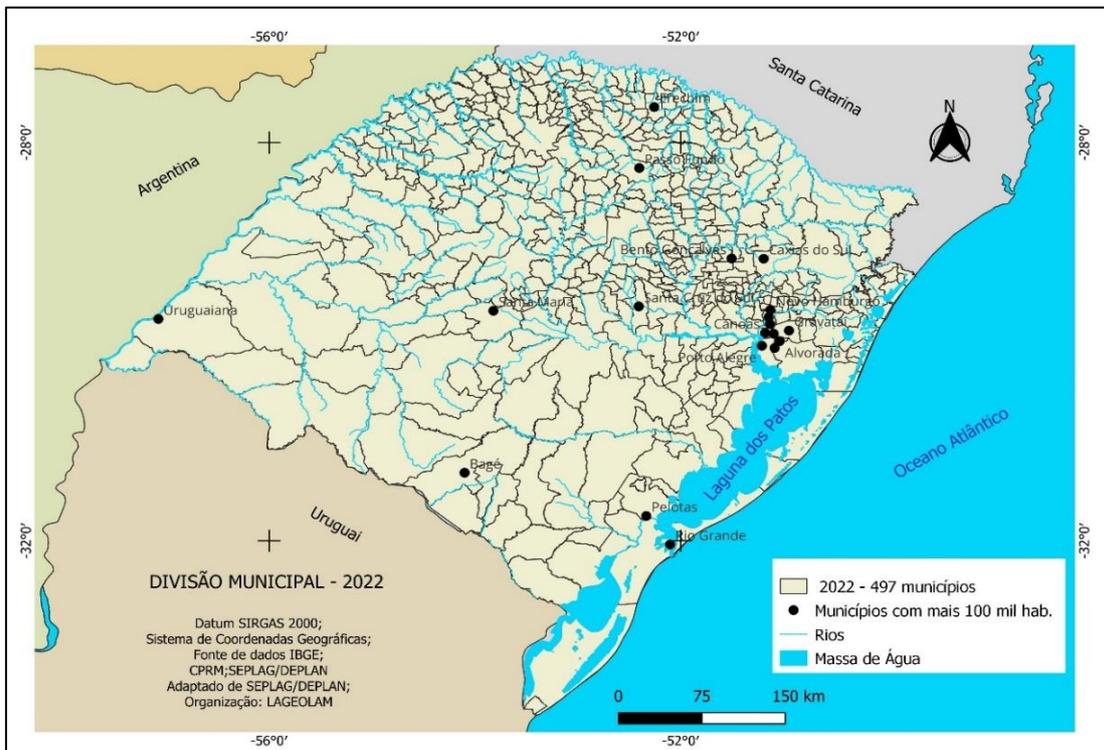


Figura 1.9. Divisão administrativa do Rio Grande do Sul no ano de 2022. (Fonte: autores)

De acordo com o Censo 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado do Rio Grande do Sul possui 10.882.965 pessoas. A capital do estado, Porto Alegre, é o município mais populoso com 1,3 milhão de habitantes e, em segundo lugar, está a cidade de Caxias do Sul, com uma população de 463.338. Além desses municípios, o estado, ainda, possui 19 municípios com mais de 100.000 habitantes.

1.2. Base legal a gestão de riscos a Desastres Naturais

Em uma perspectiva histórica da análise e do gerenciamento de riscos, considera-se o grupo denominado Asipu, que viveu na Mesopotâmia por volta de 3200 a.C., como um dos primeiros povos que realizavam algo similar ao que hoje entendemos como “análises de riscos”. Na história antiga, um evento catastrófico também foi marcado por uma resposta de emergência organizada, a erupção do Vesúvio em 79 d.C. Duas cidades ao sopé do vulcão foram seriamente atingidas, Herculano e Pompéia, a primeira que estava ao pé do vulcão e, portanto, diretamente no caminho de seu fluxo de lava, foi destruída imediatamente; já uma boa parte da população de Pompéia sobreviveu e as evidências sugerem que os líderes da cidade organizaram uma evacuação em massa (COPPOLA, 2011).

Com relação às inundações, os arqueólogos encontraram evidências em vários locais distintos e não relacionados de que as primeiras civilizações fizeram tentativas de abordar formalmente o risco de inundação. O rio Amarelo sempre teve muita importância para a economia Chinesa, por seu vale com terras férteis e importantes jazidas minerais. Foi ao longo desse rio que a civilização chinesa começou. Entretanto, é extremamente propenso às inundações, gerando ascensão ou declínio de imperadores que, desde tempos muito remotos até hoje, desenvolvem ações estruturais para lidar com o problema.

No Egito, ocorreu uma das tentativas mais célebres para controle de inundações, durante o reinado de Amenemhet III (1817–1722 aC). Amenemhet III criou o que foi descrito como o primeiro projeto substancial de controle de rios da história. Usando um sistema de mais de 200 “rodas d’água”, algumas das

quais permanecem até hoje, o faraó desviou efetivamente as águas das enchentes anuais do Rio Nilo para o Lago Moeris (COPPOLA, 2011).

É importante ressaltar que as concepções sobre os danos causados pelos eventos naturais extremos, durante muitos séculos, estiveram associadas a interpretações místicas e religiosas, que figuram no campo da metafísica. No passado, grandes catástrofes eram vistas como "Atos de Deus" (SMITH e PETLEY, 2009). Dessa forma, até meados do século XVIII, a civilização ocidental considerava os perigos como "atos de deus" no sentido bíblico, como punição pelos pecados das pessoas.

Veyret (2007) destaca que na França até o século XIX, onde se fazia procissão quando o Sena transbordava, rezando-se à Santa Genoveva para que ela fizesse-o retornar ao seu leito. Conforme Bryant (2005), tal interpretação também esteve associada ao terremoto que atingiu Lisboa em 1º de novembro de 1755, que, além da destruição provocada pelas ondas sísmicas, foi arrasada por um tsunami que varreu a cidade, que após foi consumida pelo fogo, destruindo o que restara. Entretanto, os pensadores iluministas Immanuel Kant e Jean-Jacques Rousseau viram o desastre como um evento natural e perceberam a necessidade de evitar as construções em locais perigosos. Assim, o terremoto de Lisboa também é um marco fundamental na mudança da forma de abordar os eventos naturais.

Portanto, foi somente a partir das ideias iluministas que aconteceu o processo de laicização das situações e dos eventos considerados perigosos para a sociedade e a sua transformação em riscos, implicando a previsibilidade a partir da probabilidade. Dessa forma, o processo de gerenciamento de risco torna-se uma ferramenta indispensável para transformar a realidade dessas comunidades, reduzindo a vulnerabilidade antes que o desastre aconteça.

A gestão de risco deve compreender atividades de planejamento, organização e participação dos atores envolvidos, ou seja, os órgãos estatais responsáveis por ações de planejamento, instituições públicas de ensino e pesquisa e a sociedade civil organizada, por meio de ONGs e associações comunitárias. Conforme a terminologia utilizada pela UNISDR (2009), a gestão do risco de desastre é um processo sistemático de utilizar diretrizes administrativas, organização, habilidades e capacidades operacionais para

executar políticas e fortalecer as capacidades de enfrentamento, com a finalidade de reduzir o impacto adverso de ameaças naturais e a possibilidade de que ocorra um desastre.

Conforme Nogueira (2002, p.13), “o gerenciamento de riscos é um dos instrumentos de gestão urbana que ganha destaque neste momento de intenso debate sobre as alternativas para a crise das cidades”. Associado com outras políticas públicas para o ambiente urbano, pode ser de grande utilidade para reduzir os níveis atuais de perdas em função de acidentes e de segregação socioespacial. O gerenciamento de risco permite tornar as populações e as cidades mais resilientes e menos expostas aos fenômenos extremos, já que os danos causados por um desastre são inversamente proporcionais ao preparo da sociedade para enfrentá-lo (ALCÁNTARA-AYALA, 2002). A diferenciação dos grupos mais vulneráveis aos riscos contribui para orientar a gestão e ações mais efetivas de resposta, planejar ações e minimizar os danos (DI GREGÓRIO et al., 2015).

O papel do Estado na condução das políticas públicas e, principalmente, na regulação do uso do espaço urbano, por meio do planejamento urbano e ambiental, é de mediação dos conflitos na defesa dos interesses sociais. Se o Estado não exercer o seu papel regulador, os mecanismos de mercado estarão livres para agir em benefício de interesses individuais. De acordo com Maricato (1996), a ausência de políticas públicas de habitação social possibilita a preponderância da lógica de mercado na condução política das decisões.

Nesse contexto, Carlos (2001) aponta que, na sociedade capitalista, o acesso ao solo urbano, orientado pelo mercado, produz um conjunto limitado de escolhas e condições de vida. Expresso em outros termos, o uso do solo urbano remete à análise das relações sociais estabelecidas a partir da produção do espaço, onde os mecanismos do mercado determinarão o acesso à propriedade privada, pela possibilidade de pagamento do preço do solo urbano. Para minimizar os danos sofridos pelas sociedades em decorrência dos desastres por processos hidrológicos, são necessários planos de gestão e o gerenciamento de áreas de risco (HOFFMANN, MENDONÇA e GOUDARD, 2014)

1.2.1. A Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (DIRDN)

Em 1972, foi criada a “Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en caso de Desastre” (UNDRO), como um reconhecimento da necessidade de instrumentar ações de cooperação em nível internacional para atender situações de desastre, principalmente, nos países em desenvolvimento (TORRES et. al., 1996).

A Década Internacional de Redução de Desastres Naturais - DIRDN foi anunciada pelos países membros da Organização das Nações Unidas em 1989. Neste sentido, a DIRDN teve como objetivo central promover, por meio de ação internacional, a redução da perda de vidas, dos danos a propriedades e a desestruturação social e econômica causados por riscos naturais (NOGUEIRA, 2002, p. 34).

No ano de 1994, aconteceram duas importantes conferências. No mês de março na cidade de Cartagena (Colômbia), ocorreu a Conferência Interamericana sobre Redução de Desastres Naturais e, em maio, do mesmo ano, ocorreu a Primeira Conferência Mundial sobre a redução de desastres, realizada entre os dias 23 e 27 na cidade de Yokohama, no Japão. A Conferência de Yokohama, de uma forma mais ampla, procurava aumentar a conscientização sobre a importância da política de redução de desastres, reafirmando que os países devem proteger seus habitantes frente aos desastres desencadeados por eventos naturais, reconhecendo que cada país tem a responsabilidade de proteger seu próprio povo.

Assim, a I Conferência Mundial sobre Redução de Desastres realizada pela ONU em 1994 adotou a Estratégia de Yokohama para um mundo mais seguro, elaborando, em seu documento final, as diretrizes para a prevenção, a preparação e a mitigação de desastres naturais. Em seu Plano de Ação, indica as seguintes orientações para reduzir os riscos de desastres e seus impactos sobre as cinco áreas seguintes: 1. Governança (institucionais, legais e política), 2. Identificação, avaliação e monitoramento de risco e alerta, 3. Gestão do conhecimento e da educação, 4. Redução dos fatores de risco subjacentes e 5. Preparação para uma resposta eficaz e recuperação eficaz.

A II Conferencia Mundial sobre a Redução de Desastres ocorreu em 2005, definida como o Marco de Ação de Hyogo, que é, atualmente, o instrumento mais importante, adotado pelos países membros da ONU, no que tange a programas e estratégias que objetivem a redução do risco de desastre.

Entretanto, nas últimas três décadas, embora fossem intensificados os esforços internacionais, estes mostraram-se incapazes de reduzir a vulnerabilidade das populações frente aos desastres.

1.2.2. Legislação Brasileira para os desastres

A legislação que trata da gestão de risco e desastres no Brasil é composta por leis e decretos. As Leis são regras formais que impõem a obrigação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Os Decretos surgem no sentido de regulamentar as leis, detalhando as regras.

De acordo com Oliveira (2014), surgiu, em 1966, a primeira proposta de implementar uma estrutura governamental que tivesse foco nos desastres, principalmente, na assistência e reconstrução no estado da Guanabara. A Política Nacional do Meio Ambiente, lei nº 6.938 de 1981, caracteriza, em seu Art. 2º, o meio ambiente como um patrimônio público a ser assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo. Contudo, somente em 1988, surgiu e foi organizado o Sistema Nacional de Defesa Civil, por meio de Decreto após a promulgação da Constituição Federal (CF).

Abordando diretamente o tema dos desastres, o Art. 21 da CF de 1988, no Inciso XVIII, estabelece a competência da União em: “planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações” e, de forma indireta, em seus Art. 23 e 225, destaca a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios de: “IV – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; e IX – promover programas de construção de moradias e melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;” e que “cabe ao Poder Público garantir o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado[...]”.

Em 2001, surgiu outra lei fundamental na perspectiva da gestão de risco e desastres a partir do planejamento urbano. A lei nº 10.257, de 10 de julho de

2001, ou Estatuto da Cidade, regulamenta os arts. 182 e 183 da CF e é, desde 1988, um dos principais instrumentos de ordenamento do território urbano brasileiro. O Estatuto da Cidade é a representação de décadas de luta da sociedade civil organizada por uma política urbana que garanta o direito de uma cidade para todos, incluindo um ambiente saudável e moradia digna para a população (OLIVEIRA, 2014).

Os municípios com a aprovação desta lei passam a ser os órgãos federativos responsáveis pela implementação da política urbana. Portanto, a lei apresenta para as cidades um conjunto de instrumentos de intervenção sobre seus territórios, além de uma nova concepção de planejamento e gestão urbanos. O Estatuto da Cidade disponibiliza um conjunto de novos instrumentos de natureza urbanística, voltados para as formas de uso, ocupação do solo, uma gestão que incorpora a ideia de participação direta do cidadão e a ampliação das possibilidades de regularização das posses urbanas.

Nos últimos anos, a legislação federal que trata diretamente dos desastres foi criada nos anos de 2010 e 2012 e complementada por decretos e instruções normativas. A legislação estabelece que atividades de gestão e gerenciamento são fundamentais para analisar e solucionar a questão das áreas de risco nos municípios brasileiros (OLIVEIRA e ROBAINA, 2015). A primeira lei dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil, o SINDEC. Além de ordenar o SINDEC, trata sobre transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastres. Porém, a Lei nº 12.340 não foi suficiente para tratar a complexidade da temática. Assim, a Lei nº 12.608 passou a vigorar no ano de 2012, com um cunho mais abrangente, preventivo e completo. Instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, PNPDEC e dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, que, anteriormente, era somente Sistema Nacional de Defesa Civil e, a partir daquele momento, passou a ser o SINPDEC. A mesma lei, também, instituiu o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil, o CONPDEC, e autorizou a criação de sistemas de informações e monitoramento de desastres. O PNPDEC busca integrar a política Urbana e a de Proteção e Defesa Civil, para que tenham sinergia na redução dos riscos de desastres (REANI et al., 2020).

Muitos programas, medidas e centros foram resultado da implantação da lei 12.608/12 auxiliando na gestão de riscos no país. Outro aspecto positivo foi a implantação do Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, o CEMADEN, no ano de 2020, e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres, o CENAD, pelo Ministério da Integração Nacional. Assim sendo, foi colocada em foco a necessidade de criar metodologias para mapear os riscos, as suscetibilidades e as vulnerabilidades referentes às populações e áreas em risco de desastres.

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) por meio da instrução normativa nº 1, de 24 de agosto, de 2012, que substituiu a Classificação dos Desastres (CODAR) até então utilizada, foi elaborada a partir da classificação utilizada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro de Pesquisas sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU). Teve como objetivo adequar a classificação brasileira às normas internacionais (BRASIL, 2012a). Na prática, a COBRADE (FIGURA 1.10) possui um código para cada subgrupo, tipo ou subtipo, que é utilizado para que os municípios possam registrar todas as ocorrências de desastres, mesmo aquelas que não necessitem de apoio quanto à homologação de decretos de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP), que serão reconhecidos pelo governo federal. Dentro da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), os desastres de origem hidrológica pertencem à classe dos desastres naturais dentro do Grupo dos desastres naturais hidrológicos.

No ano de 2020, foi instituído o Decreto nº 10.593 que traz a organização, a composição, as competências e os objetivos do SINPDEC e do CONPDEC e, no Capítulo IV, apresenta o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil (Art. 24): “conjunto de princípios, diretrizes e objetivos que nortearão a estratégia de gestão de risco e desastres a ser implementada pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios, de forma integrada e coordenada”. A Instrução Normativa nº 36 de 2020 complementa a PNPDEC, estabelecendo critérios e procedimentos para o reconhecimento federal e declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública. Ainda no parágrafo único do art. 1º, define proteção e defesa civil como “conjunto de ações de

prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos sobre a população e a promover o retorno à normalidade social, econômica ou ambiental”.

Classificação		
	Grupo	Subgrupo
Desastres Naturais	Geológico	Terremoto
		Vulcanismo
		Movimento de massa
		Erosão
	Hidrológico	Inundações
		Enxurradas
		Alagamentos
	Meteorológico	Sistemas de grande escala/ regional
		Tempestades
		Temperaturas extremas
	Seca	Climatológico
	Biológico	Epidemia
		Infestações/pragas

Figura 1.10. Classificação dos desastres naturais segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) (Fonte: Defesa Civil).

Na escala municipal, é a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) que possui o papel de acessar legalmente o Poder Executivo Municipal nas atividades de Defesa Civil de forma permanente e integral, existindo ou não evento adverso. A participação das organizações comunitárias de caráter voluntário ou outras entidades aparece, igualmente, na

legislação como importantes colaboradores que possam atuar significativamente nas ações locais de proteção e defesa civil incluídas no SINPDEC. Goulart, Cunha e Gimenes (2020) destacam como um fator limitante à governança pública de redução de riscos de desastres, pois apesar de o marco regulatório das ações de defesa civil preconizar a participação da sociedade civil, o papel do cidadão é reduzido.

1.2.3. Legislação Estadual e os Desastres

A partir da década de 1960, os estados brasileiros começaram a criar seus órgãos de Defesa Civil. No Rio Grande do Sul, por meio da lei nº 20.357, de 09 de julho de 1970, ficou estabelecida a Defesa Civil do Estado e suas atividades organizadas sob a forma de Sistema, com um órgão central: a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC). A implementação ocorreu após fortes chuvas históricas que atingiram o estado, causando inundações e deixando mais de sete mil pessoas desabrigadas na região metropolitana de Porto Alegre.

Em 2003, a Defesa Civil do Rio Grande do Sul teve a sua atual estrutura definida por intermédio do Decreto Estadual nº 42.355. Ela está diretamente ligada à Casa Militar do Gabinete do Governador e, juntamente com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, (SEDEC) é responsável por coordenar as ações realizadas pela Defesa Civil nos municípios.

O Decreto Federal nº5.376, de 17 de fevereiro de 2005, que dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) regulamenta as situações de desastres caracterizadas como Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública. Os procedimentos e a tramitação da documentação relacionada com a declaração, a homologação e o reconhecimento de Situação de Emergência e de Estado de Calamidade Pública são da competência dos prefeitos municipais. O Decreto de homologação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública, por sua vez, é da competência dos Governadores Estaduais.

Antes da decretação de situação de anormalidade, o Prefeito Municipal deverá comunicar a ocorrência do evento adverso ou desastre ao Órgão Estadual de Defesa Civil e à Secretaria de Defesa Civil, em Brasília-DF, por meio

do formulário de Notificação Preliminar de Desastre – NOPRED. Isso deve ser feito por intermédio do Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN) e acompanhado por um mapa ou croqui da(s) área(s) afetada(s) pelo desastre. A competência dada aos municípios permitiu agilizar o processo, diminuindo a burocracia. No entanto, existe dificuldade por parte dos municípios para preenchimentos, de forma qualificada, dos documentos exigidos por falta de equipes técnicas.

O Decreto Estadual nº 51.547, de 2014, dispõe sobre o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil, o SIEPDEC, que integra o SINPDEC, composto por órgãos da administração pública, entidades privadas e a sociedade civil, sob a supervisão ou coordenação do Secretário Chefe da Casa Militar, o qual representa a Chefia do Poder Executivo nessa temática. O decreto, igualmente, organiza a estrutura da Defesa Civil, o conselho e suas coordenadorias regionais, porém, ainda é incipiente na participação da sociedade civil no processo de gestão.

Atualmente, é a CEDEC/RS que mantém os registros dos eventos que são dados criados pela Divisão de Apoio Técnico da Defesa Civil Estadual, de código aberto, permitindo, assim, um aperfeiçoamento constante do sistema. Assim sendo, o banco de dados reflete a importância desse instrumento que armazena as informações sobre desastres no RS e que pode ser constantemente aperfeiçoado (OLIVEIRA, 2014).

A Defesa Civil Estadual monitora os eventos que podem desencadear desastres no Rio Grande do Sul por intermédio de uma sala equipada com computadores e telas de alta resolução, em que podem ser observadas imagens de satélite disponibilizadas pelo INPE. Atualmente, conta com dois sistemas de informações para apoio à gestão de situações de risco com o objetivo de oferecer subsídios à administração governamental e não governamental, para a previsão e gestão de riscos derivados de desastres: o Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID) e o Sistema Estadual de Gestão Integrada de Riscos e Desastres (SEGIRD).

O S2ID integra diversos produtos da SEDEC com o objetivo de qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres por meio da informatização de processos e disponibilização de informações sistematizadas. O SEGIRD é

uma iniciativa da Defesa Civil do Rio Grande do Sul que vem realizando a transição dos processos manuais para formatos eletrônicos de forma abrangente e multidisciplinar, promovendo o engajamento dos atores internos e toda a população. Ele tem como objetivo otimizar os processos e reduzir a burocracia, garantindo a prestação do serviço público de forma mais rápida e transparente.

A gestão da Defesa Civil Estadual possui nove coordenadorias regionais (FIGURA 1.11), as Coordenadorias Regionais de Proteção e Defesa Civil (CREPDEC) estão divididas em: Região Metropolitana e Litoral (CREPDEC 1), Passo Fundo (CREPDEC 2), Santa Maria (CREPDEC 3), Pelotas (CREPDEC 4), Santo Ângelo (CREPDEC 5), Uruguaiana (CREPDEC 6), Frederico Westphalen (CREPDEC 7), Lajeado (CREPDEC 8) e Caxias do Sul (CREPDEC 9).

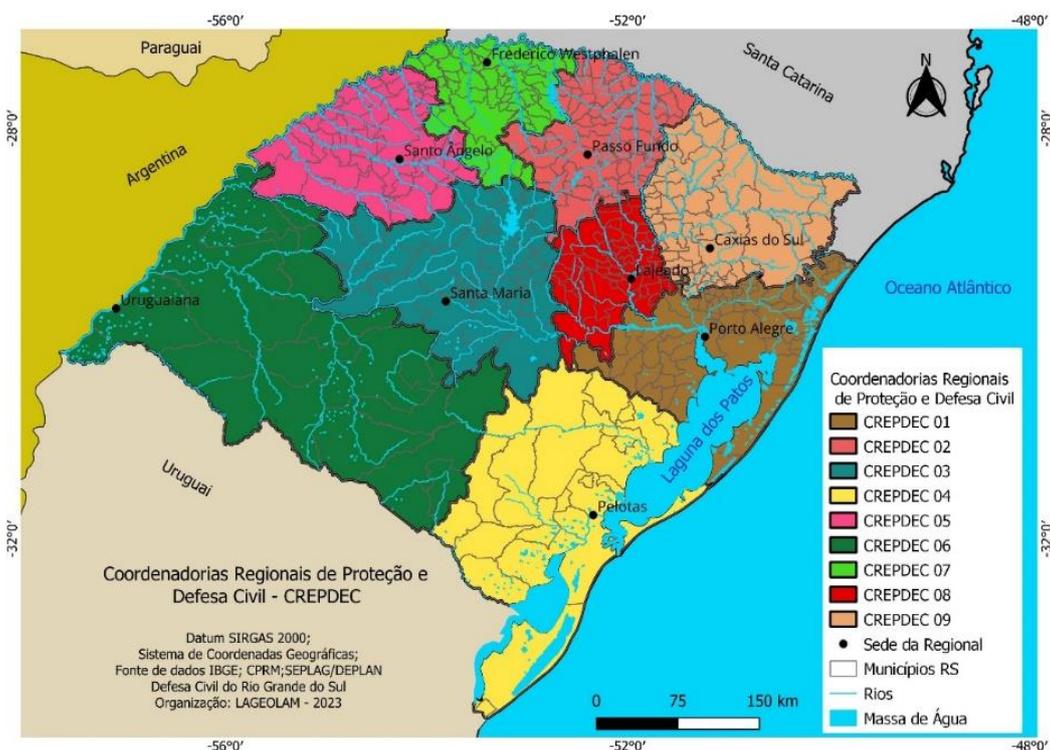


Figura 1.11. Localização das Coordenadorias Regionais de Defesa Civil – RS. Adaptado pelos autores. Fonte: Defesa Civil RS

Como é possível perceber, as legislações somam melhorias ao longo do tempo e, apesar de fornecer a base para que medidas estruturais e não-estruturais possam ser tomadas, com a criação, por exemplo, de sistemas de

informação e monitoramento de desastres, ainda persiste a ação voltada para as situações pós-desastres. A implantação da lei 12.608/12, que amplia programas, medidas e centros que auxiliam na análise e prevenção do risco em nível federal, não se reflete nos municípios, que têm ação direta sobre os eventos. Grande parte dos municípios mantém uma estrutura amadora e que substitui sua composição de pessoal a cada mudança de governo. Acredita-se que para ter uma efetiva ação de gestão de risco, buscando a prevenção, é necessário investir na carreira de profissionais que tratam do tema, eliminando a grande rotatividade, trabalhando não apenas na emergência, mas em ações de prevenção juntamente com as comunidades.

Clima e hidrografia do Rio Grande do Sul

2.1. Clima e os eventos extremos no Rio Grande do Sul

A Região do Sul do Brasil costuma ser palco de episódios intensos de precipitação, trazendo prejuízos às populações residentes, tanto no meio urbano quanto no meio rural. Este capítulo apresenta, de forma resumida, as condições de tempo que resultam eventos hidrometeorológicos, que geram perdas e danos econômicos e sociais. As características climáticas Rio Grande do Sul são condicionadas por distintas massas de ar, que, dependendo do período/estação do ano, têm destaque na produção de condições médias de temperatura e precipitação. A oscilação nas condições das massas de ar influencia eventos extremos.

2.1.1. Caracterização climática

Em termos climáticos, seguindo a proposta de classificação elaborada por Rossato (2011), o Rio Grande do Sul é dividido em quatro tipos, com base em um conjunto anual de precipitações, temperaturas médias, mínimas e máximas: Subtropical I: pouco úmido; Subtropical II: medianamente úmido com variações longitudinais das temperaturas médias; Subtropical III: úmido com variação longitudinal das temperaturas médias; e Subtropical IV: muito úmido (FIGURA 2.1).

A tipologia classificada como Subtropical I subdivide-se em dois, sendo Subtropical Ia, com sua gênese associada a sistemas polares e pela corrente fria das Malvinas, além de condições impostas pelo relevo (Escudo Sul-riograndense e Planície Costeira). A precipitação anual é de 1200 – 1500 mm, temperatura média anual entre 17-20°C, o mês mais frio apresenta médias de 11-14°C e o mês mais quente tem entre 20 e 26°C. O Subtropical Ib é influenciado por sistemas polares, mas também com participação de sistemas tropicais continentais, associados a efeitos de continentalidade. As precipitações

anuais estão entre 1400-1700 mm, temperatura média anual entre 20 – 23°C, com médias para o mês mais frio de 11 – 14°C e mais quente, com média de 23 – 26°C. (ROSSATO, 2011).

O Subtropical II é influenciado por sistemas polares e tropicais continentais, com crescente interferência de sistemas tropicais marítimos, com influências do relevo (Depressão Central). As médias anuais de precipitação oscilam entre 1500 – 1700 mm, as temperaturas médias anuais encontram-se na casa dos 17 – 20°C, com média para o mês mais frio e mais quente de 11 – 14°C e 23 – 26°C, respectivamente.

O Subtropical III é influenciado por sistemas polares e atuação dos sistemas tropicais conjugados com as características do relevo do rebordo do planalto (escarpas e vales). As chuvas têm médias anuais que estão por volta dos 1700 – 1800 mm, em termos de temperaturas médias anuais, no mês mais frio e no mês mais quente, tem-se 17-20°C, 11 – 14°C e 23 – 26°C, respectivamente.

O Subtropical IV subdivide-se em Subtropical IVa, com influência de massas polares e sistemas tropicais marítimos e continentais, associados a efeitos do relevo característico do Planalto Basáltico e do vale do Rio Uruguai. Possui precipitação média anual na casa dos 1700 – 1900 mm, com temperaturas médias de anuais variando entre 20 - 23°C, média do mês mais frio entre 14 – 17°C e médias do mês mais quente oscilando entre 23 – 29°C. No Subtropical IVb, tem-se as mesmas condições no que se refere aos sistemas de massas de ar, porém a influência dada pelo relevo-altitude está vinculada ao Planalto Basáltico nas porções que apresentam as maiores altitudes no Rio Grande do Sul. O Subtropical IVb é considerado o mais úmido, com médias anuais na casa dos 1700 – 2000 mm, as médias de temperatura anual, no mês mais frio e no mês mais quente, são, respectivamente, 14 – 17°C, 8 – 14°C e 17 – 23°C, constituindo as médias mais baixas para todas as tipologias analisadas.

Essas características climáticas da região do Sul do Brasil estão marcadas por encontrar-se numa zona climaticamente de transição (SARTORI, 2003). As distribuições térmica e pluviométrica são comandadas pela dinâmica das massas de ar. Nimer (1989) indica que o Brasil meridional é campo de ação de quatro massas de ar: a Massa Tropical Atlântica (Ta), a Massa Polar Atlântica

(Pa), a Massa Equatorial Continental (Ec) e a Massa tropical Continental (Tc) (FIGURA 2.2).

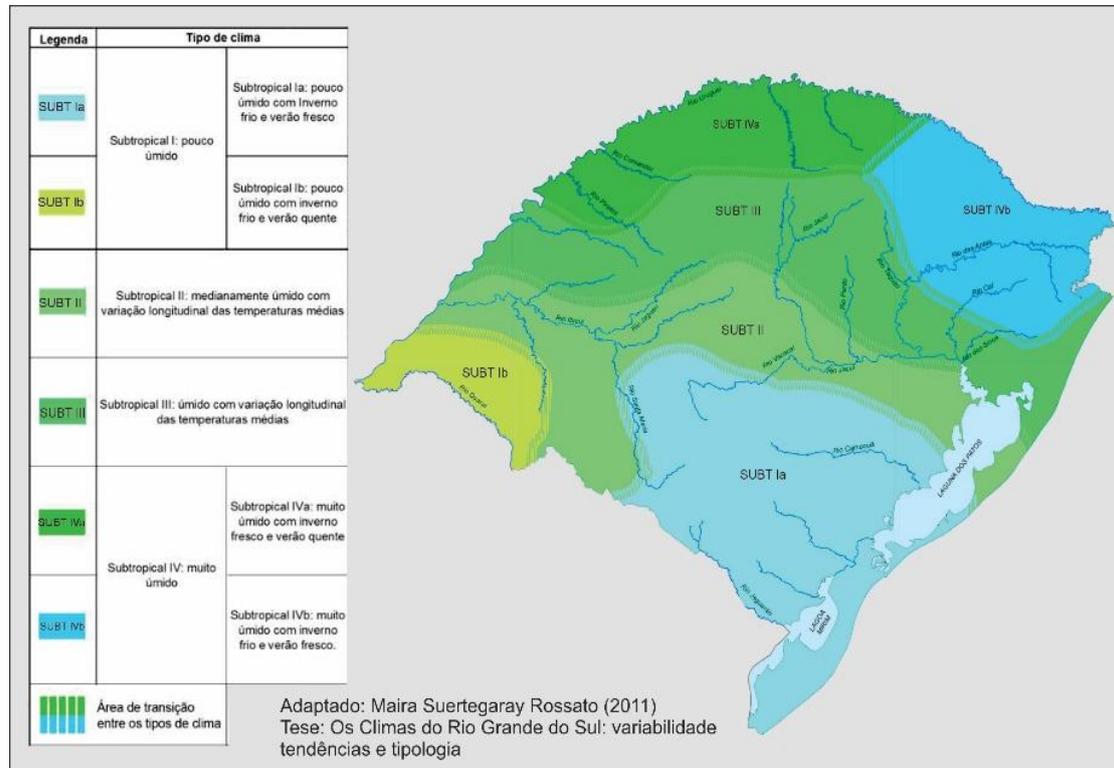


Figura 2.1. Classificação Climática do Rio Grande do Sul. (Fonte: autores)

A Massa Polar Atlântica (Pa), formada de ar polar marítimo sobre o oceano Austral ao norte de 65°S, é mais pronunciada no inverno, mas com forte atuação durante todo o ano.

A Massa Tropical Atlântica (Ta), formada no Atlântico Sul, é uma massa de ar quente, úmida e com tendência à estabilidade pela subsidência superior da Alta Subtropical do Atlântico Sul.

A Massa Equatorial Continental (Ec), formada na planície Amazônica sobre o continente aquecido, é quente e úmida e afeta a Região Sul durante o verão.

A Massa Tropical Continental (Tc), que se associa a Baixa do Chaco, é caracterizada por baixa umidade aliada à forte subsidência da Alta da Bolívia (circulação superior), o que dificulta a formação de nuvens.

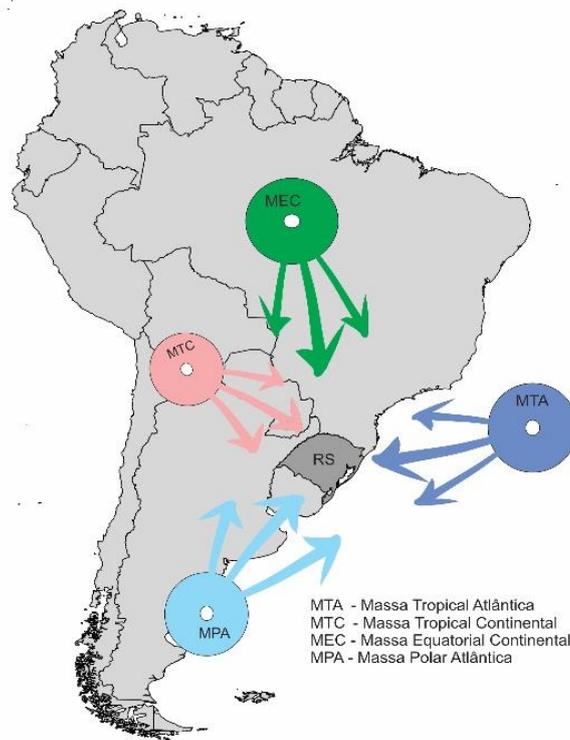


Figura 2.2. Dinâmica das massas de ar que afetam o Rio Grande do Sul. (Fonte: NIMER, 1989)

2.1.2. Caracterização dos tipos de tempo geradores de eventos de precipitação

Fernandes (2017) indica que os principais sistemas meteorológicos que contribuem para a ocorrência de precipitação são a passagem de sistemas frontais sobre o continente e o desenvolvimento de sistemas de baixa pressão em superfície no interior do Sul do Brasil, denominados Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs).

Os sistemas frontais em latitudes médias geram ondas baroclínicas nos ventos de oeste em ar superior (GRIMM et al, 1998) e esse processo resulta na ciclogênese. Em outras palavras, a pressão atmosférica, que é a força exercida pelo ar na atmosfera, diminui com a altura, em contrapartida, a pressão atmosférica afeta a temperatura. Tudo isso forma as tempestades ou ciclones devido a uma área com diferentes pressões atmosféricas. Os Jatos de Baixos Níveis (JBN) são deslocados para o sudeste por meio da cordilheira dos Andes, que funciona como uma barreira orográfica. Dessa maneira, é comum que o RS tenha formação de ciclones (TEIXEIRA e PRIETO, 2020).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens do tipo Cumulonimbus (Cb) que se unem a nuvens do tipo Cirrus formando esse sistema convectivo. Esses complexos são caracterizados por um curto período de duração, de seis a doze horas, e precipitações intensas, causando danos materiais e perdas humanas (VALENTE,2018; TEIXEIRA e PRIETO, 2020).

Outro sistema associado à chuva (mas menos frequente que os CCMs e os sistemas frontais) é o chamado Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) ou cutoff lows, caracterizado uma área, em que os ventos nos níveis mais altos da atmosfera giram no sentido horário, fazendo com que o ar seco desses níveis mais altos desça para a superfície. Dessa forma, o VCAN funciona como uma massa de ar seco para as áreas que estão mais próximas ao seu centro. Já nas bordas desse sistema, ocorre formação de nuvens, geralmente Cumulonimbus (REBOITA et al., 2010a). Nesses casos, a trajetória sinótica dos sistemas é do continente em direção ao oceano (oeste para leste nos CCMs e VCANS, e sudoeste para nordeste nos sistemas frontais). A precipitação ainda pode ocorrer devido à circulação marítima, quando um anticiclone apresenta trajetória adjacente à costa do Sul do Brasil e ocasiona a persistência de ventos do quadrante leste que trazem umidade do Atlântico subtropical para o continente (RODRIGUES e YNOUE, 2016). Essa situação é mais favorável de acontecer no verão, quando o número de frentes frias que passa sobre a região é reduzido e os ventos de leste tornam-se mais constantes (FERNANDES, 2017).

Na Figura 2.3, estão representados os principais centros de ação que atuam sobre o continente e regem a climatologia descrita no Sul da América do Sul. Os anticiclones desenvolvem as massas de ar de origem marítima, sendo o do Atlântico aquele que consegue adentrar o território brasileiro e causar mais danos, a Baixa do Chaco na estação de verão concentra, em níveis inferiores, as convergências de ar, sendo que a depressão do mar de Wendell é significativa quando atua em conjunto com uma frente polar atlântica. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) transportam e convergem a umidade em território brasileiro, sendo que, relacionado com os sistemas subtropicais, tem-se o Jato de Baixo Nível (JBN), que atinge o sul do Brasil transportando umidade e calor advindo da Amazônia.

Esses centros de ação são divididos na Baixa e Alta troposfera, como se observa a seguir:

(a) Baixa troposfera: ASAS anticiclone subtropical do Atlântico Sul; ASPS anticiclone subtropical do Pacífico Sul; B baixa pressão; BC baixa do Chaco – região de baixas térmicas; BNE região de baixas térmicas no noroeste argentino; CCM complexo convectivo de mesoescala; FF frente fria; FQ frente quente; JBN jato de baixos níveis a leste dos Andes; LIP linha de instabilidade pré-frontal; NV nuvem vírgula; RC regiões ciclogenéticas; ZCAS zona de convergência do Atlântico Sul;

(b) Alta troposfera: AB alta da Bolívia; BL região de bloqueios atmosféricos; CNE cavado do nordeste do Brasil; JS jato subtropical; JP jato polar; VCAN subvórtices ciclônicos de altos níveis subtropicais. É importante destacar que a AB e o CNE são sistemas que se configuram no verão e desaparecem no inverno. Além disso, no verão, o JP e o JS fundem-se em apenas um jato.

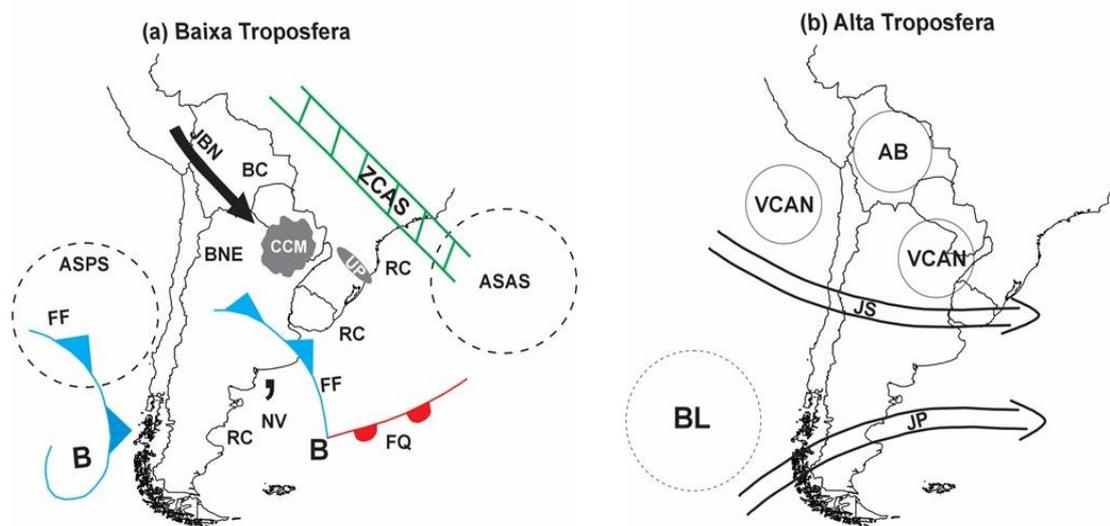


Figura 2.3. Sistemas atmosféricos atuantes no Sul da América do Sul (Fonte: Reboita et al.;2010b).

Teixeira & Prieto (2020), analisando casos de chuvas diárias severas, indicam os períodos da primavera e verão como os mais propensos. Com relação às chuvas persistentes, com cinco ou mais dias, e que geram um acumulado total igual ou superior a 60 mm, podendo durar até 14 dias, os autores observaram que as estações de inverno e primavera são as estações com maior

frequência de eventos. Uma possível explicação para isso pode ser a maior frequência de sistemas frontais semi-estacionários.

Nas estações do inverno e da primavera, há uma frequência maior de ocorrência de bloqueios nos Oceanos Pacífico e Atlântico - a oeste e a leste da América do Sul (MARQUES, 1996; MARQUES e RAO, 1999). A ocorrência de bloqueios nessas áreas pode colaborar para um deslocamento muito lento dos sistemas meteorológicos sobre a região do RS, levando a um prolongamento no tempo de atuação, que pode conduzir a chuvas persistentes e a grandes acúmulos de chuva.

2.1.3. O fenômeno ENSO e precipitações extremas

O fenômeno ENSO (El Niño-Southern Oscillation) é uma oscilação do sistema acoplado oceano-atmosfera que altera a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a pressão, o vento e a convecção tropical (TRENBERTH & STEPANIAK, 2001). Tem reflexos em muitos lugares do planeta, inclusive no Sul do Brasil, e suas fases opostas são chamadas episódios El Niño (EN) e La Niña (LN). Durante o EN, fase positiva ou quente do ENSO, a temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial fica mais alta que o normal, enquanto durante a LN, fase negativa ou fria, ocorre o resfriamento anômalo dessas águas. As anomalias de TSM do ENSO causam fluxos anômalos de calor e vapor d'água do oceano para a atmosfera (GRIMM, 2003).

O El Niño Modoki refere-se a um padrão alternativo do fenômeno El Niño, que é um evento climático natural associado ao aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial. Enquanto o El Niño clássico resulta em temperaturas mais quentes do que o normal nas águas do Pacífico Central, o El Niño Modoki é caracterizado por um aquecimento mais pronunciado nas áreas central e leste do Pacífico.

Ao contrário do El Niño clássico, o El Niño Modoki pode ter impactos climáticos diferentes em várias regiões do mundo. Isso inclui padrões de precipitação e temperatura que podem variar de acordo com a localização geográfica. Por exemplo, algumas áreas podem experimentar secas mais severas, enquanto outras enfrentam chuvas intensas.

Portanto, as mudanças na atmosfera estão relacionadas com mecanismos de teleconexões globais distintos que perturbam a circulação do planeta, produzindo alterações na precipitação da América do Sul extratropical. Com o aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade e, portanto, variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Em algumas regiões do globo, também são observados aumento ou queda de temperatura. O aumento das precipitações durante o ENOS (fase quente) está relacionado ao aumento da intensidade dos ventos de altitude (12 km) situados em 30°S, chamados Jato Subtropical, em decorrência do aumento do gradiente de temperatura entre o Equador e os Pólos. O fortalecimento dessas correntes cria um bloqueio para os sistemas frontais que chegam ao Rio Grande do Sul, permanecendo estacionados sobre essa área. Dessa forma, ocorre intensificação em mesoescala de complexos convectivos (CCMs), gerando um aumento da precipitação (anomalia positiva) na região (GRIMM et al., 2000).

A Figura 2.4 mostra as influências do El Niño clássico e do El Niño Modoki no clima das diferentes regiões brasileiras, predominantemente, no período de dezembro a março. Nesses meses, o El Niño clássico costuma provocar secas no Nordeste e no Norte. Por outro lado, chuvas no Sul do Brasil.

No sul do Brasil, estudos sobre a influência do ENOS na precipitação são recorrentes, especialmente, a partir da década de 1990 com trabalhos de Berlato, (1992); Fontana e Berlato (1997) e Grimm; Ferraz; Gomes (1998).

Valente (2018) apresenta estudos que indicam que as maiores correlações entre a influência do ENOS e os eventos de seca ou grandes volumes de chuva ocorreram durante a primavera do ano do evento (outubro a dezembro) e no inverno do ano seguinte (junho a agosto). A hipótese que avalia de forma trimestral a relação com o fenômeno de ENOS foi testada por meio da distribuição hipergeométrica, confirmando a informação dos estudos anteriores, que mostravam o período de outubro a dezembro (99,35% de confiança) como aquele em que são encontradas as melhores relações, seguido do trimestre junho a agosto do ano subsequente (93,94% de confiança)

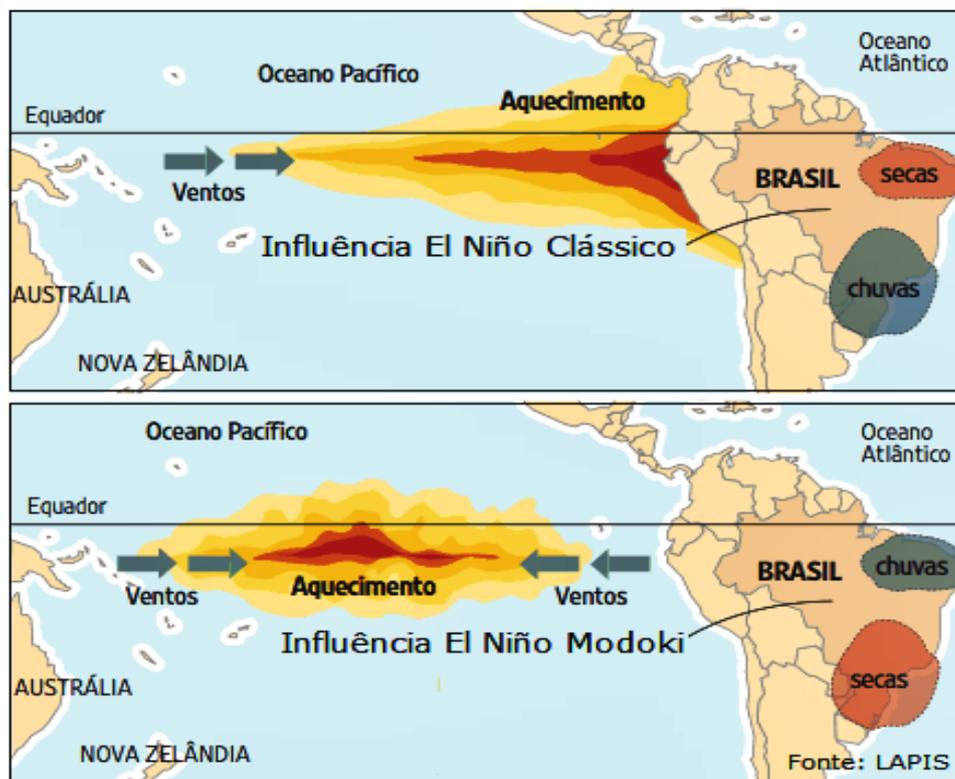


Figura 2.4. Influências do El Niño clássico e do El Niño Modoki no clima das diferentes regiões brasileiras, predominantemente, no período de dezembro a março (Fonte: LAPIS).

2.2. Características da rede hidrográfica do Rio Grande do Sul

A bacia hidrográfica representa a área de captação natural da água da chuva que escoar para um corpo de água ou seu contribuinte. Os limites da bacia hidrográfica são definidos pelo relevo, considerando-se, como divisores de águas, as áreas mais elevadas. O nome da bacia é dado pelo corpo de água principal que recebe contribuição de canais afluentes alimentados por vários contribuintes menores, até as nascentes. Portanto, é possível dividir uma bacia em várias sub-bacias ou áreas de drenagem de cada contribuinte.

Na atualidade, o planejamento e a gestão das bacias hidrográficas têm tido grande importância diante dos efeitos negativos consequentes das intervenções antrópicas ocorridas em todo o mundo, baseadas em uma concepção de domínio e controle da natureza, associadas a um modelo econômico de exploração desordenada dos recursos naturais (RODRIGUEZ et al. 2011).

Dessa forma, o artigo 171 da Constituição Estadual estabeleceu um modelo sistêmico para a gestão das águas do Rio Grande do Sul e a Lei Estadual 10.350/1994 regulamentou esse artigo, estabelecendo, para cada uma das 25 bacias do Estado, a formação de um comitê de gerenciamento, o Comitê de Bacia. De acordo com a referida lei, foi determinada a existência de três Regiões Hidrográficas em que as bacias hidrográficas são agrupadas para fins de gerenciamento. As três regiões hidrográficas são: a região do rio Uruguai, que coincide com a bacia nacional do Uruguai; a região do Guaíba e a região do Litoral, que coincidem com a bacia nacional do Atlântico Sudeste. O Decreto nº 53.885, de 18 de janeiro de 2018, instituiu a subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em 25 Bacias Hidrográficas (FIGURA 2.5).

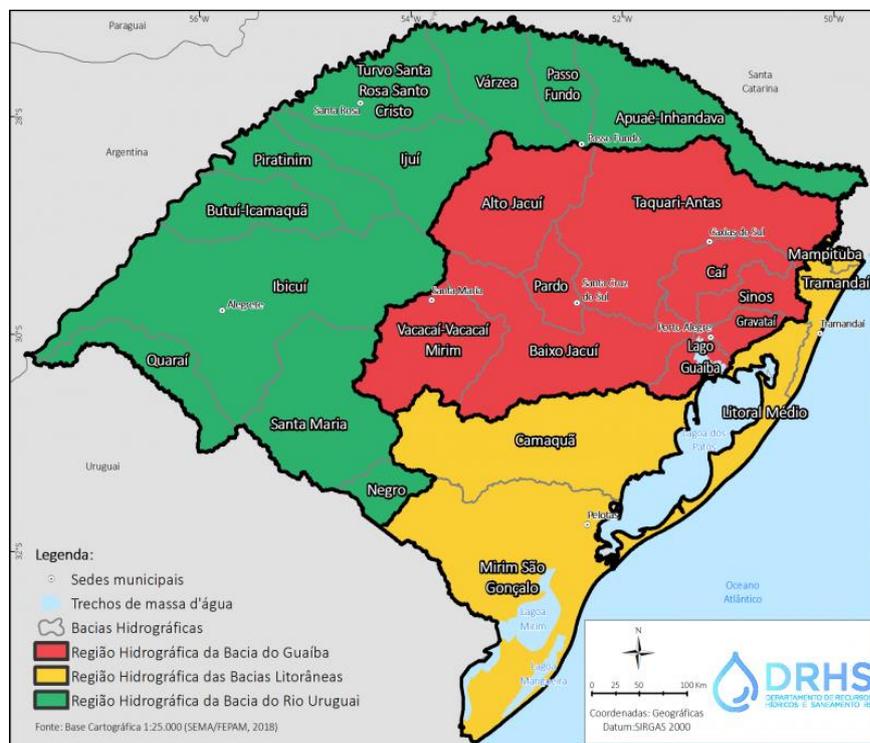


Figura 2.5. Subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em 25 Bacias Hidrográficas (Fonte: SEMA/RS).

As Bacias hidrográficas do RS originaram-se de processos de evolução da atividade geotectônica e mudanças climáticas no decorrer do tempo geológico. É reconhecida a evolução do relevo por meio de soerguimentos sucessivos da Plataforma Sul-Americana desde a passagem do Cretáceo para o Cenozoico,

quando o continente sul-americano teria sido arrasado por erosão de abrangência continental muito duradoura (Ab'Sáber 1988).

A Ativação Mesozoica da Plataforma Sul-Americana, iniciada no Triássico e que perdurou até o Mioceno, tem como resultado dos processos iniciais de abertura oceânica a fragmentação do Gondwana, acompanhados pelos colossais derramamentos de lavas da Formação Serra Geral. A ativação perdurou até as últimas manifestações magmáticas no Mioceno e resultou em intensas fases erosivas. Encerrado o estágio da Ativação Mesozoica, sobreveio o estágio Moderno, de idade Neogênica, que perdura até o presente e que representa a atenuação progressiva da atividade tectônica da etapa anterior.

Com a Orogenia Andina, ocorre um processo de aceleração dos esforços compressoriais que provocaram reativação de zonas de fraqueza em grande parte da Plataforma Sul-Americana. O registro das mudanças de altitude e respectivas épocas mostra que os Andes elevaram-se de maneira progressiva durante dezenas de milhões de anos, porém, repentinamente, o maciço montanhoso teria sofrido um brusco salto geológico entre 10 e seis Ma atrás (Kerr 2008). Como consequência da tectônica andina, o soerguimento da Plataforma Sul-Americana teve efeitos diferenciados e deu-se em diversas etapas, fazendo com que houvesse variações entre os blocos crustais, que foram elevados a maiores altitudes. Originaram-se, assim, as primeiras grandes depressões, que viriam a se instalar as principais vias de escoamento das águas continentais, em diferentes épocas do Terciário. Os blocos mais soerguidos, com antigas superfícies de pediplanação preservadas no topo, persistem no relevo até hoje, sob a forma de planaltos e chapadas. Além disso, a criação dessa verdadeira muralha natural mudou radicalmente o clima e os padrões das bacias hidrográficas da América do Sul, provocando o estabelecimento dos atuais sistemas de drenagem como o Rio de La Plata.

No Rio Grande do Sul, nas porções norte e oeste, os rios drenam em direção ao rio Uruguai, formando a bacia do Rio Uruguai. A formação da Bacia do Rio Uruguai está relacionada à instalação do canal fluvial em uma depressão tectônica entre os arcos de Ponta Grossa, ao norte, e do Rio Grande, ao sul, conhecida como Alinhamento do Rio Uruguai-Zona de Fratura de Florianópolis (Asmus, 1978) ou Alinhamento Torres-Posadas (Leinz 1949). O soerguimento

da Serra do Mar na porção leste originou um fluxo da drenagem em direção ao centro do continente e que vai desembocar no Rio de La Plata.

No centro e nordeste do estado, a drenagem forma a Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, em que o Rio Jacuí é o canal principal de escoamento, desembocando no Lago Guaíba.

No sul e sudeste, os rios da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas desembocam, em sua grande maioria, na Laguna dos Patos. Esses corpos d'água representados pelo Lago Guaíba e a Laguna dos Patos formaram-se associados à evolução geológica da Planície Costeira do RS.

Nessa análise, utilizam-se os dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA/RS), em que as bacias hidrográficas foram agrupadas em nove grandes áreas, seguindo uma lógica geomorfológica e da ocorrência de eventos hidrológicos no Rio Grande do Sul (FIGURA 2.6). Os dados da SEMA foram complementados com informações de altimetria, extraídas de imagens SRTM (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), as quais apresentam as características das altitudes mínimas e máximas, além da média das altitudes (baseado no valor médio dos pixels que compõem o MDE), esse valor possibilita interpretar as altitudes predominantes na BH, sendo que, com esse dado, é possível compreender a velocidade dos fluxos de água.

Na discussão apresentada, determinou-se as áreas urbanas que estão inseridas na proximidade de rios e grande corpos de água. Essa ação foi definida a partir de dados hidrográficos na escala de 1:250.000, dos quais foram extraídos buffers de 2km, de posse dos polígonos foram extraídos os pontos centrais das áreas urbanas. As áreas urbanas que se encontram a essa distância do Rio, em sua maioria, já passaram por algum evento hidrológico.

Para facilitar a análise, as 25 bacias hidrográficas, definidas pela SEMA, foram agrupadas, seguindo uma lógica geomorfológica em: bacias hidrográficas que compreendem o Alto Uruguai, bacias do Médio Uruguai e do Baixo Uruguai, que formam a Região Hidrográfica do Rio Uruguai; bacia do Rio Jacuí; bacia hidrográfica do Sinos-Caí; bacias do Guaíba-Gravataí e bacia hidrográfica Taquari-Antas, que compreende a Região Hidrográfica do Guaíba e, por fim,

bacias hidrográficas do Litoral e bacia do Rio Camaquã que formam a Região Hidrográfica do Litoral.

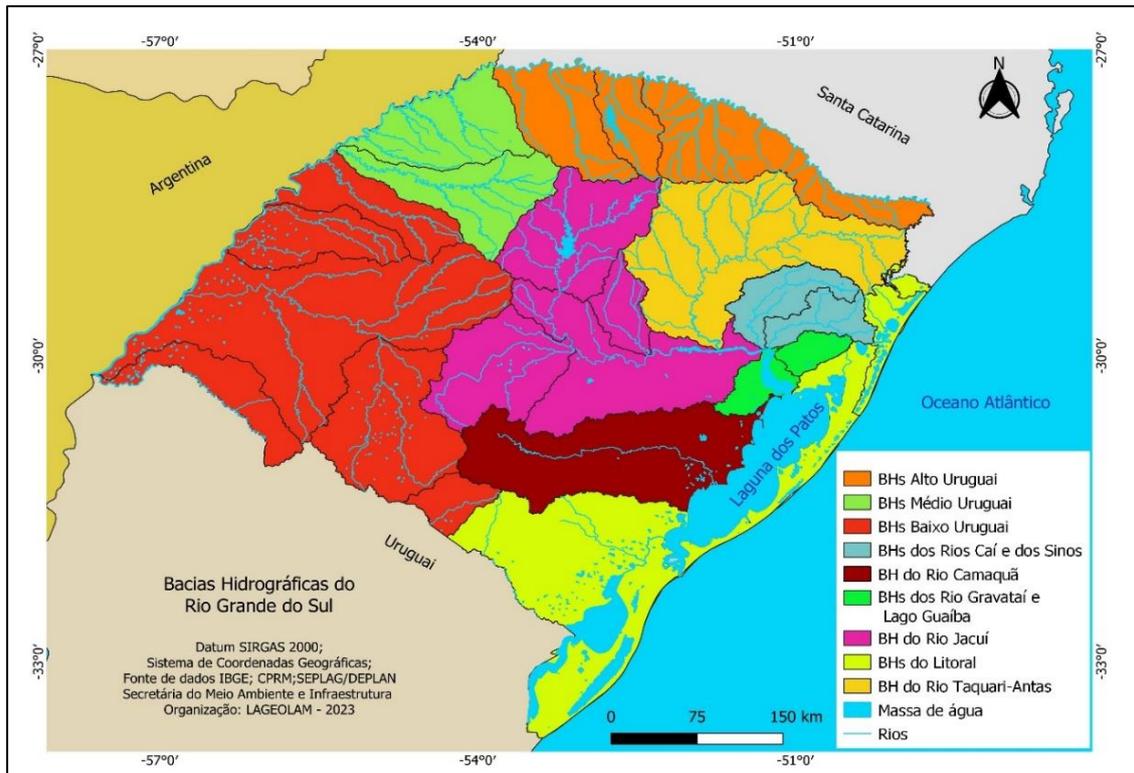


Figura 2.6. Bacias hidrográficas agrupadas para a análise da hidrografia. (Fonte: autores)

2.2.1. Bacias Hidrográficas do Alto Uruguai

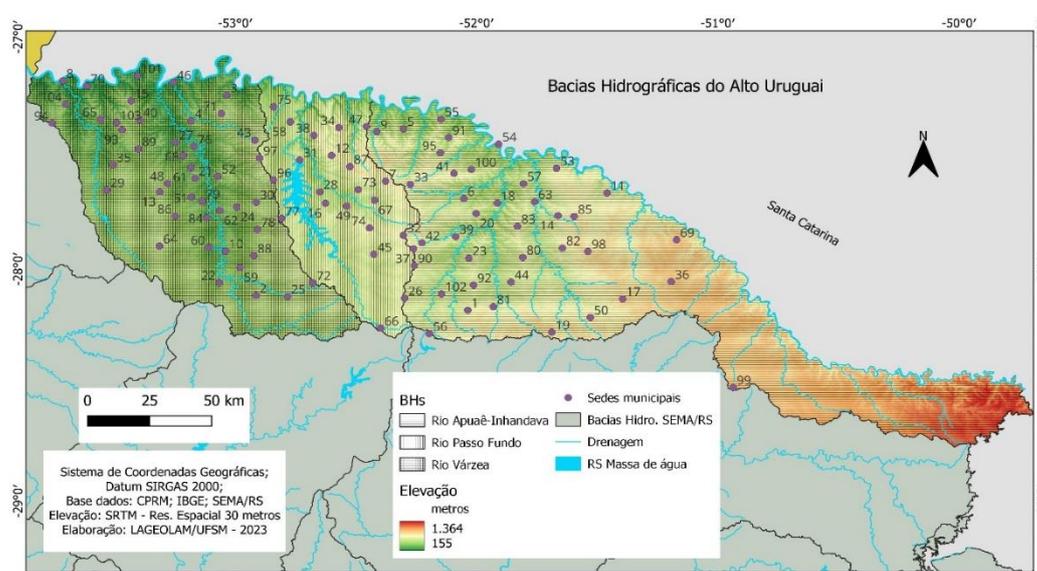
As bacias que compreendem o Alto Uruguai formam o trecho inicial do rio, onde o curso principal escoar na direção E-W, formando uma drenagem com forte controle estrutural com canais entalhados em rochas vulcânicas. Conforme divisão da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), compreende as bacias dos Rios Apuaê-Inhandava, Rio Passo Fundo e Rio da Várzea (FIGURA 2.7). A Tabela 2.1 traz informações morfométricas e de população.

Nessas bacias, são drenados 116 municípios, sendo que 99 municípios com 100% do seu território na área de abrangência. Com relação às áreas urbanas foram identificadas 104 sedes municipais. Do total de Municípios, verificou-se que 20 possuem zonas urbanas instalada a menos de 2 km de cursos d'água principais, sendo elas: Ametista do Sul, Barra do Guarita, Barra do Rio Azul, Barra Funda, Cacique Doble, Carlos Gomes, Coqueiros do Sul,

Entre Rios do Sul, Erechim, Getúlio Vargas, Gramado dos Loureiros, Iraí, Marcelino Ramos, Novo Barreiro, Paim Filho, Passo Fundo, Pinheirinho do Vale, Rodeio Bonito, Santa Cecília do Sul e São José das Missões.

Tabela 2.1. Dados morfométricos e de população das Bacias do Alto Uruguai

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
28.846	1364	656,46	155	843.019	605.094	237.926



Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município		
1	Água Santa	16	Campinas do Sul	31	Entre Rios do Sul	46	Iraí	61	Novo Tiradentes	76	Rodeio Bonito	91	Severiano de Almeida
2	Almirante T. do Sul	17	Capão Bonito do Sul	32	Erechango	47	Itatiba do Sul	62	Novo Xingu	77	Ronda Alta	92	Tapejara
3	Alpestre	18	Carlos Gomes	33	Erechim	48	Jaboticaba	63	Palm Filho	78	Rondinha	93	Taquaruçu do Sul
4	Ametista do Sul	19	Caseiros	34	Erval Grande	49	Jacutinga	64	Palmeira das Missões	79	Sagrada Família	94	Tenente Portela
5	Aratiba	20	Centenário	35	Erval Seco	50	Lagoa Vermelha	65	Palmitinho	80	Sananduva	95	Três Arroios
6	Aurea	21	Cerro Grande	36	Esmeralda	51	Lajeado do Bugre	66	Passo Fundo	81	Santa C. do Sul	96	Três Palmeiras
7	Barão de Cotegipe	22	Chapada	37	Estação	52	Liberato Salzano	67	Paulo Bento	82	Santo E. do Sul	97	Trindade do Sul
8	Barra do Guarita	23	Charua	38	Faxinalzinho	53	Machadinho	68	Pinhal	83	São J. da Urtiga	98	Tupancí do Sul
9	Barra do Rio Azul	24	Constantina	39	Florianópolis	54	Marcelino Ramos	69	Pinhal da Serra	84	São J. das Missões	99	Vacaria
10	Barra Funda	25	Coqueiros do Sul	40	Frederico Westphalen	55	Mariano Moro	70	Pinheirinho do Vale	85	São José do Ouro	100	Viadutos
11	Barracão	26	Coxilha	41	Gaurama	56	Mato Castelhano	71	Planalto	86	São P. das Missões	101	Vicente Dutra
12	Benjamin C. do Sul	27	Cristal do Sul	42	Getúlio Vargas	57	Maximiliano de Almeida	72	Pontão	87	São Valentim	102	Vila Lângaro
13	Boa V. das Missões	28	Cruzaltense	43	Gramado dos Loureiros	58	Nonoai	73	Ponte Preta	88	Sarandi	103	Vista Alegre
14	Cacique Doble	29	Dois I. das Missões	44	Ibiacá	59	Nova Boa Vista	74	Quatro Irmãos	89	Seberi	104	Vista Gaúcha
15	Calçara	30	Engenho Velho	45	Ipiranga do Sul	60	Novo Barreiro	75	Rio dos Índios	90	Sertão		

Figura 2.7. Bacias Hidrográficas que compreendem o Alto Uruguai. (Fonte: autores).

2.2.2. Bacias Hidrográficas do Médio Uruguai

As bacias do Médio Uruguai foram definidas pela área onde ocorre a inflexão a SW do curso do rio Uruguai até a abertura do vale formando uma ampla planície de inundação. Conforme divisão da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), compreende as bacias dos Rios Turvo - Santa Rosa - Santo

Cristo e a bacia do rio Ijuí (FIGURA 2.8). Na Tabela 2.2, são descritas informações morfométricas e de população.

Tabela 2.2. Dados morfométricos e de população das Bacias do Médio Uruguai.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
11.839	591	325,54	72	705.714	510.189	195.524

Nessa área, são drenados 77 municípios, sendo que 61 municípios com 100% do seu território. Com relação às áreas urbanas, verificou-se que 70 municípios têm sua sede nessa bacia hidrográfica e, destes, 17 estão sob a influência direta de cursos de água, sendo eles: Campinas das Missões, Entre-Ijuís, Eugênio de Castro, Giruá, Guarani das Missões, Panambi, Pirapó, Porto Lucena, Porto Mauá, Porto Vera Cruz, Porto Xavier, Roque Gonzales, São José do Inhacorá, São Valério do Sul, Sete de Setembro, Tuparendi e Ubiretama.

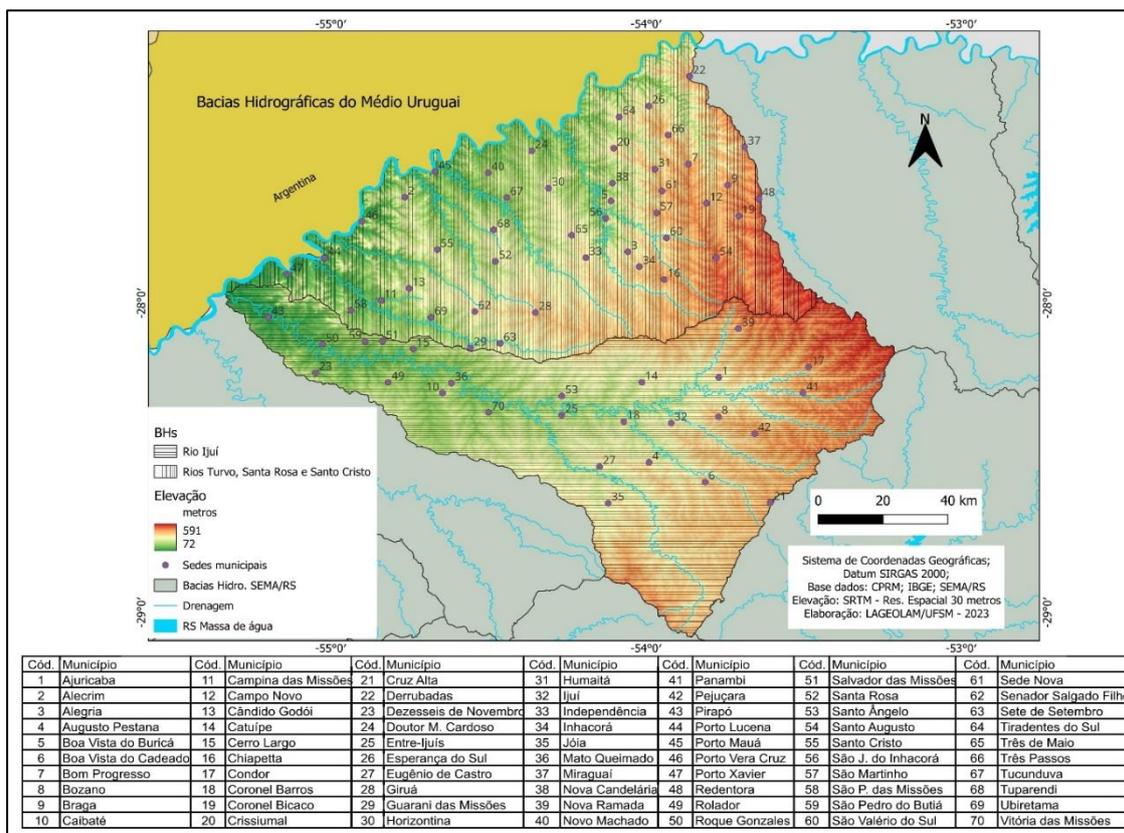


Figura 2.8. Bacias Hidrográficas que compreendem o Médio Uruguai. (Fonte: autores).

2.2.3. Bacias Hidrográficas do Baixo Uruguai

As Bacias do Baixo Uruguai foram definidas a partir da abertura do vale fluvial do rio Uruguai, formando uma ampla planície de inundação. Compreende as bacias hidrográficas, conforme a SEMA: do Rio Piratinim, dos Rios Butuí-Icamaquã, do rio Ibicuí-Santa Maria, do rio Quaraí e do Rio Negro (FIGURA 2.9). A Tabela 2.3, descreve informações morfométricas e de população.

Tabela 2.3. Dados morfométricos e de população das Bacias do Baixo Uruguai.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
76.164	534	168,19	28	859.238	719.405	139.832

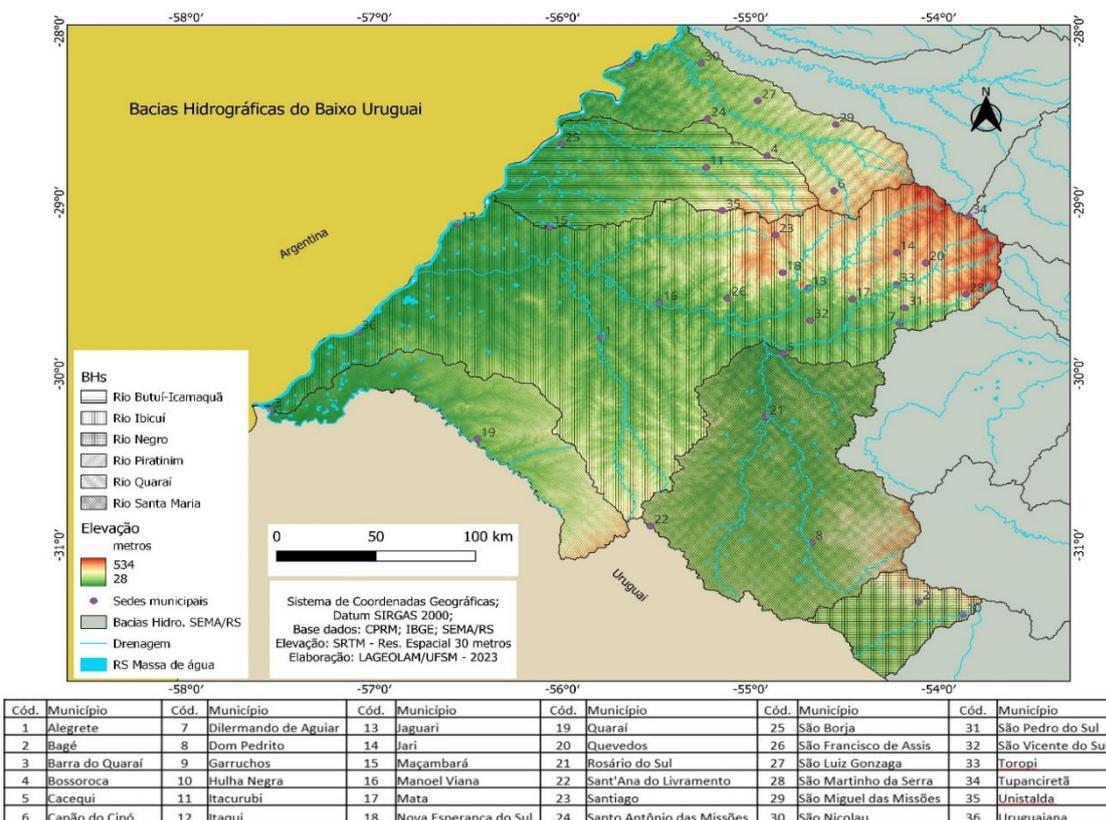


Figura 2.9. Bacias Hidrográficas que compreendem o Baixo Uruguai. (Fonte: autores).

Nessa região, são drenados 48 municípios, sendo que 30 municípios possuem 100% do seu território na região de abrangência. Com relação às áreas urbanas, verificou-se que 36 municípios têm sua sede nessa bacia hidrográfica,

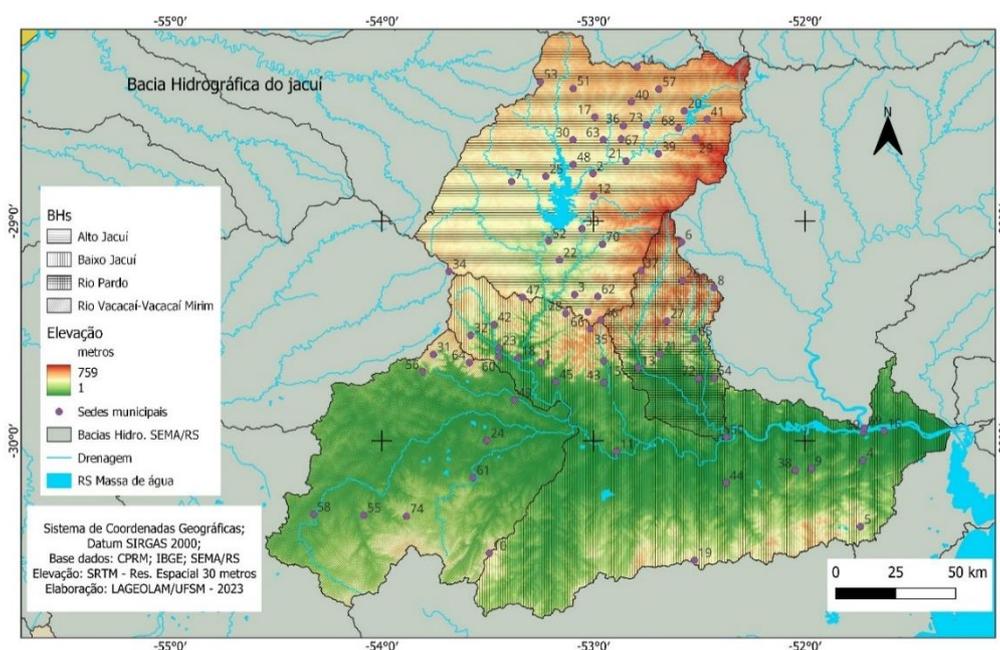
sendo que 15 estão sob a influência direta de cursos de água, sendo eles: Alegrete, Barra do Quaraí, Dilermando de Aguiar, Dom Pedrito, Garruchos, Hulha Negra, Itaqui, Jaguarí, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Marcos, Toropi e Uruguaiana.

2.2.4. Bacias Hidrográficas do Rio Jacuí

A bacia do Rio Jacuí está definida por um sistema de drenagem do Centro-Leste do Estado com foz no Lago Guaíba. Está constituída pelas bacias do Alto Jacuí, Vacacaí-Vacacaí Mirim, do Rio Pardo e do Baixo Jacuí, definidas pela SEMA (FIGURA 2.10). Na Tabela 2.4, estão apresentados dados morfométricos e de população das Bacias do Rio Jacuí.

Tabela 2.4. Dados morfométricos e de população das Bacias do Baixo Uruguai

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
45.238	759	243,93	1	1.398.353	1.105.670	292.684



Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município
1	Agudo	11	Cachoeira do Sul	21	Espumoso	31	Itaara	41	Nicolau Vergueiro	51	Saldanha Marinho	61	São Sepé
2	Alto Alegre	12	Campos Borges	22	Estrela Velha	32	Ivorá	42	Novo Palma	52	Salto do Jacuí	62	Segredo
3	Arroio do Tigre	13	Candelária	23	Faxinal do Soturno	33	Jacuzinho	43	Novo Cabrais	53	Santa B. do Sul	63	Selbach
4	Arroio dos Ratos	14	Carazinho	24	Formigueiro	34	Júlio de Castilhos	44	Pantano Grande	54	Santa C. do Sul	64	Silveira Martins
5	Barão do Triunfo	15	Cerro Branco	25	Fortaleza dos Valos	35	Lagoa B. do Sul	45	Paraisópolis	55	Santa M. do Sul	65	Sinimbu
6	Barros Cassal	16	Charqueadas	26	Gramado Xavier	36	Lagoa dos T. Cantos	46	Passa Sete	56	Santa Maria	66	Sobradinho
7	Boa Vista do Incra	17	Colorado	27	Herveiras	37	Lagoão	47	Pinhal Grande	57	Santo A. do Planalto	67	Tapera
8	Boqueirão do Leão	18	Dona Francisca	28	Ibarama	38	Minas do Leão	48	Quinze de Novembro	58	São Gabriel	68	Tio Hugo
9	Butiá	19	Encruzilhada do Sul	29	Ibirapuitã	39	Mormaço	49	Restinga Sêca	59	São Jerônimo	69	Triunfo
10	Carapava do Sul	20	Ernestina	30	Ibirubá	40	Não-Me-Toque	50	Rio Pardo	60	São J. do Polêsine	70	Tunas

Figura 2.10. Bacias Hidrográficas que compreendem do Jacuí. (Fonte: autores)

Nessa região, da Bacia do Jacuí, são drenados 92 municípios, sendo que 69 municípios possuem 100% do seu território na área de abrangência. Com relação às áreas urbanas, verificou-se que estão presentes 74 sedes, destas, 22 áreas urbanas estão sob a influência direta de cursos de água, sendo elas: Alto Alegre, Cachoeira do Sul, Candelária, Cerro Branco, Charqueadas, Dona Francisca, Espumoso, Faxinal do Soturno, Jacuizinho, Mormaço, Nova Palma, Quinze de Novembro, Restinga Seca, Rio Pardo, Salto do Jacuí, São Gabriel, São Jerônimo, São João do Polêsine, Sinimbu, Triunfo, Tunas e Victor Graeff.

2.2.5. Bacias Hidrográficas do Guaíba-Gravataí

As Bacias do Guaíba-Gravataí são definidas por áreas drenadas diretamente pelo Lago Guaíba e pelo Rio Gravataí (FIGURA 2.11). Ambas as unidades de drenagens se formaram associados à evolução geológica da Planície Costeira do RS por meio de Sistemas Depositionais de Laguna-Barreiras. Na Tabela 2.5, dados morfométricos e de população são apresentados.

Tabela 2.5. Dados morfométricos e de população das Bacias do Baixo Uruguai.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
4.934	392	57,21	1	2.724.241	2.674.014	50.226

Nessa região, são drenados 20 municípios, sendo que somente cinco municípios possuem 100% do seu território na região de abrangência. Entretanto, Porto Alegre, a maior cidade do estado, é totalmente drenada por essa região hidrográfica. Com relação às áreas urbanas, 13 sedes municipais estão inseridas nesse sistema e quatro estão sob a influência direta de cursos de água, sendo elas: Barra do Ribeiro, Eldorado do Sul, Guaíba e Porto Alegre.

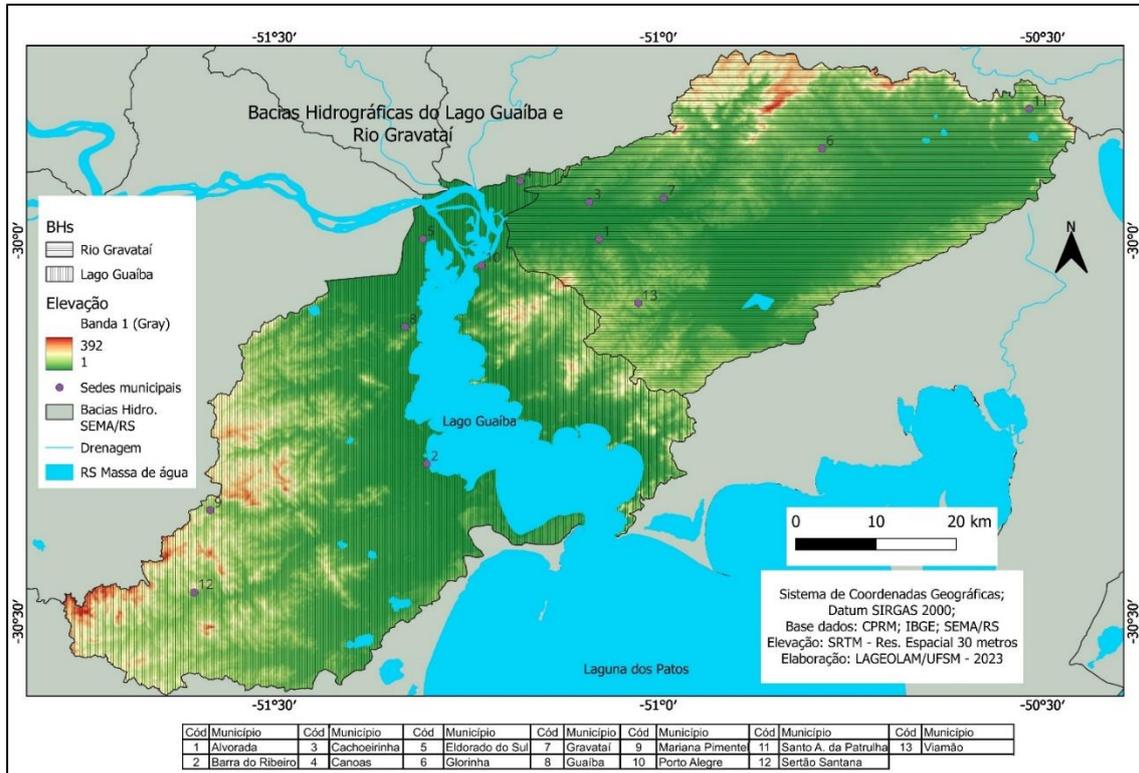


Figura 2.11. Bacias Hidrográficas Guaíba-Gravataí, essas bacias drenam as porções mais populosas do estado. (Fonte: autores)

2.2.6. Bacias Hidrográficas do Sinos-Caí

Essa região, conforme a SEMA, é composta pelas Bacias do Rio dos Sinos e do Rio Caí (FIGURA 2.12). Esses rios têm seus cursos principais nascendo nos Morros e Morrotes de rochas vulcânicas da borda leste do Planalto, que seguem a direção E-W até o Lago Guaíba. Um fator que merece destaque é a contribuição de água, para a bacia do Rio dos Sinos, proveniente da bacia do rio Caí, por meio do Sistema Hidrelétrico do Salto, o que se dá por intermédio de um túnel para dentro do rio Paranhana (afluente do Sinos). A Tabela 2.6 apresenta os dados morfométricos e de população das Bacias.

Tabela 2.6. Dados morfométricos e de população das Bacias do Baixo Uruguai.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
8.677	1.018	374,79	1	2.104.255	1.942.191	162.063

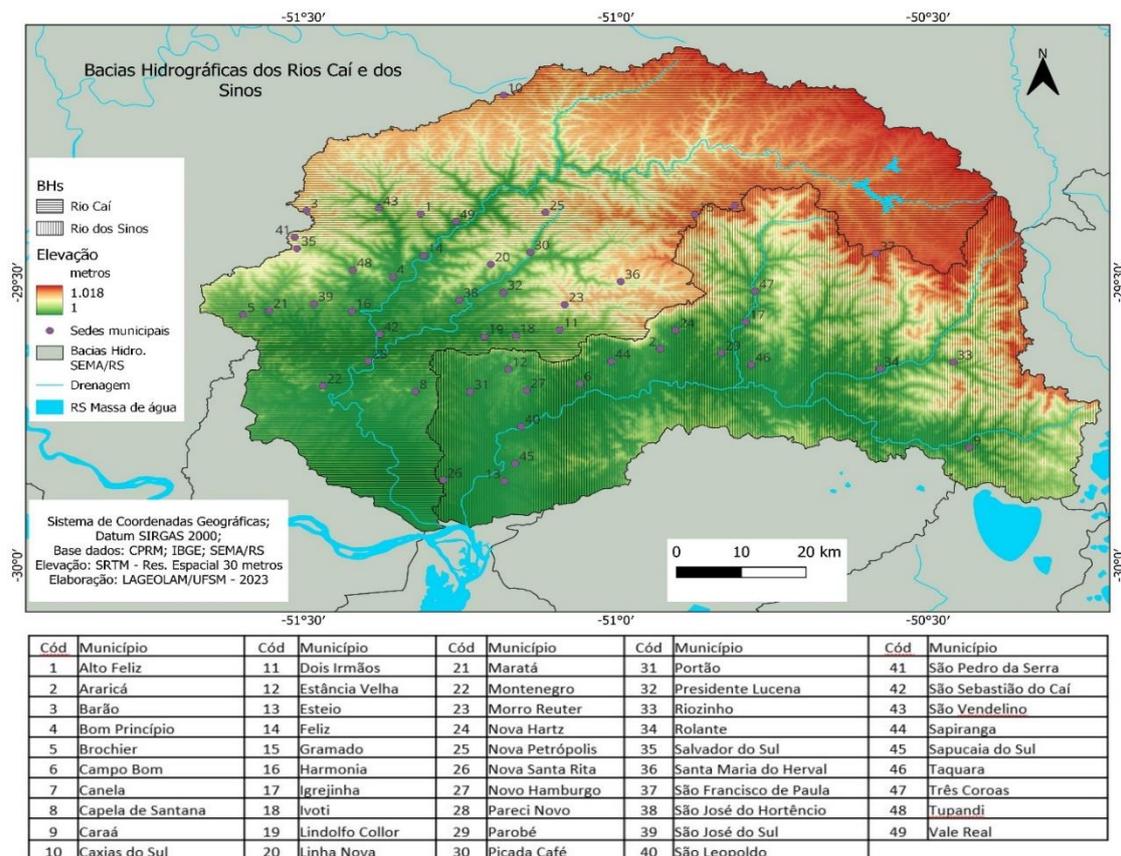


Figura 2.12. Bacias Hidrográficas dos rios dos Sinos e Caí. (Fonte: autores)

A região hidrográfica drena 58 municípios, sendo que 42 municípios possuem 100% do seu território na região de abrangência. Com relação às áreas urbanas, verificou-se que 49 sedes estão inseridas nessa BH, sendo que 17 estão sob a influência direta de cursos de água, sendo elas: Bom Princípio, Caraá, Feliz, Harmonia, Igrejinha, Nova Petrópolis, Pareci Novo, Parobé, Picada Café, Rolante, São José do Hortêncio, São Leopoldo, São Sebastião do Caí, Sapucaia do Sul, Taquara, Três Coroas e Vale Real.

2.2.7. Bacia Hidrográfica Taquari-Antas

A Bacia Hidrográfica Taquari-Antas tem suas nascentes na região Nordeste do Estado, onde ocorrem as maiores altitudes (FIGURA 2.13). O rio das Antas forma o curso médio-alto e o Rio Taquari, o trecho de curso médio-baixo, onde se constitui uma importante planície de inundação. Na tabela 2.7, é possível observar as características morfométricas da bacia hidrográfica.

Tabela 2.7. Dados morfométricos e de população das Bacias Hidrográficas Taquari-Antas.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
26.430	1266	599,54	1	1.383.442	1.081.261	302.181

Nessa Bacia, são drenadas áreas de 118 municípios, sendo que 86 municípios têm área 100% drenadas pela bacia e 96 áreas urbanas estão inseridas nesse sistema. A influência direta de rios principais em suas áreas urbanas ocorre em um total de 15 municípios, sendo eles: Arroio do Meio, Bom Retiro do Sul, Camargo, Centenário, Colinas, Cruzeiro do Sul, Encantado, Estrela, General Câmara, Lajeado, Marques de Souza, Muçum, Roca Sales, Santa Tereza e Taquari.

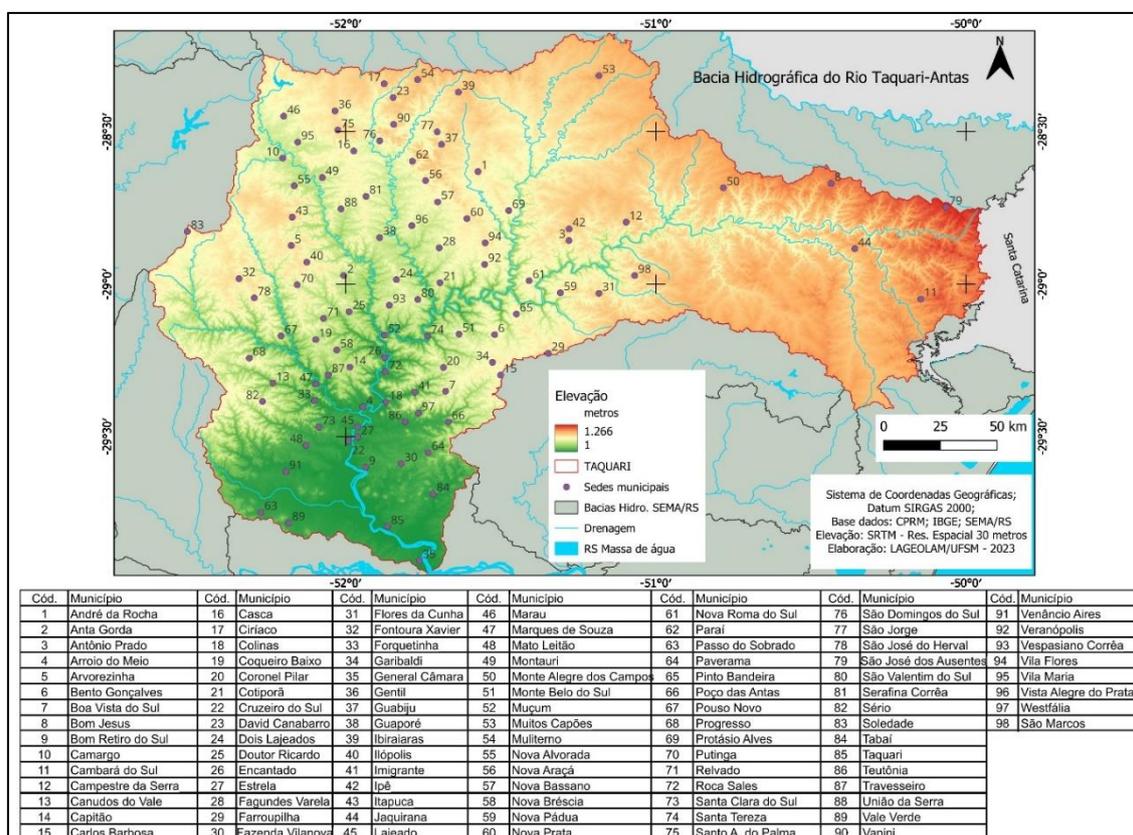


Figura 2.13. Bacias Hidrográficas Taquari-Antas. (Fonte: autores)

2.2.8. Bacias Hidrográficas do Litoral

Conforme a SEMA, as Bacias Hidrográficas do Litoral estão representadas pelas Bacias do Rio Mampituba, Rio Tramandaí, Litoral Médio e Mirim-São Gonçalo (FIGURA 2.14). O rio Tramandaí e o rio Mampituba são os principais cursos d'água. A região está representada por ambientes de água doce da Planície Costeira do RS, que compreendem, na porção mais a Norte, o rio Mampituba com seu afluente, o rio do Forno; a foz do rio Maquiné, na lagoa dos Quadros; a foz do rio Três Forquilhas, na lagoa Itapeva; uma série de lagoas interligadas desde a lagoa do Morro do Forno, a lagoa do Jacaré e a lagoa Itapeva até a lagoa da Cerquinha.

Em seguida, tem-se o rio Tramandaí entre a lagoa dos Quadros e lagoa Tramandaí. No centro-sul, o corpo lagunar da Lagoa do Peixe, e o estuário da Laguna dos Patos no oceano Atlântico. Segue a Lagoa Mirim e, junto ao oceano, a Lagoa Mangueira. Destaca-se o canal São Gonçalo, foz do Rio Piratini, que liga a Laguna dos Patos à Lagoa Mirim. Associado a esse conjunto de rios e lagoas, ocorre uma série de pequenas lagoas isoladas, áreas de banhados e os campos de inundação temporária. A Tabela 2.8 apresenta informações morfométricas e da população nas bacias.

Tabela 2.8. Dados morfométricos e de população das Bacias do Baixo Uruguai.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
38.301	1100	90,15	1	1.159.065	1.019.003	140.300

Nessa região, são drenadas áreas de 46 municípios, sendo que 40 áreas urbanas estão inseridas nesse sistema e 34 municípios têm área 100% drenadas pelas bacias hidrográficas citadas. Tem influência direta de rios principais ou corpos de água em suas áreas urbanas um total de 14 municípios, sendo eles: Cerrito, Cidreira, Imbé, Itati, Maquiné, Osório, Palmares do Sul, Pedro Osório, Pelotas, Rio Grande, São José do Norte, Tramandaí, Três Cachoeiras e Três Forquilhas.

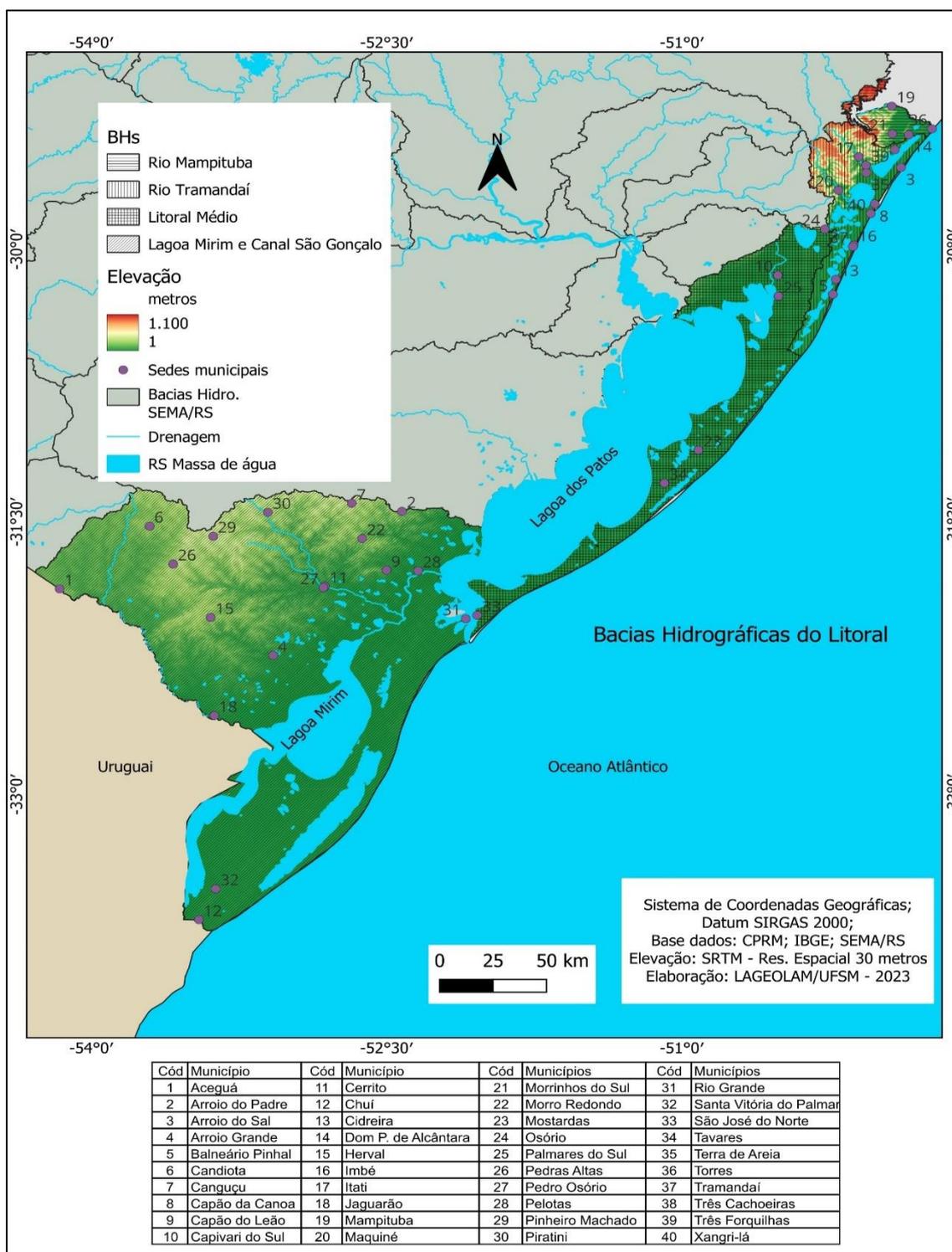


Figura 2.14. Bacias Hidrográficas do Litoral. (Fonte: autores)

2.2.9. Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã

A bacia hidrográfica do rio Camaquã (BHRC) está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, entalhado em rochas metamórficas e

ígneas, estendendo-se por cerca de 430 quilômetros e desembocando na Laguna dos Patos (FIGURA 2.15). A Tabela 2.9 apresenta dados morfométricos e da população na bacia.

Tabela 2.9. Dados morfométricos e da população na bacia do Rio Camaquã.

Área Total (km ²)	Altitude Máxima (m)	Altitude média (m)	Altitude mínima (m)	População total	População Urbana	População Rural
21.657	529	200,19	1	245.646	124.740	120.907

A Bacia do Rio Camaquã drena a área de 27 municípios, havendo 13 deles que têm suas sedes nesse sistema hidrográfico, entretanto, somente seis têm 100% de suas área dentro da bacia. Tem influência direta dos rios ou corpos de águas principais, em suas áreas urbanas, um total de cinco municípios, sendo eles: Amaral Ferrador, Cristal, Arambaré, São Lourenço do Sul e Tapes.

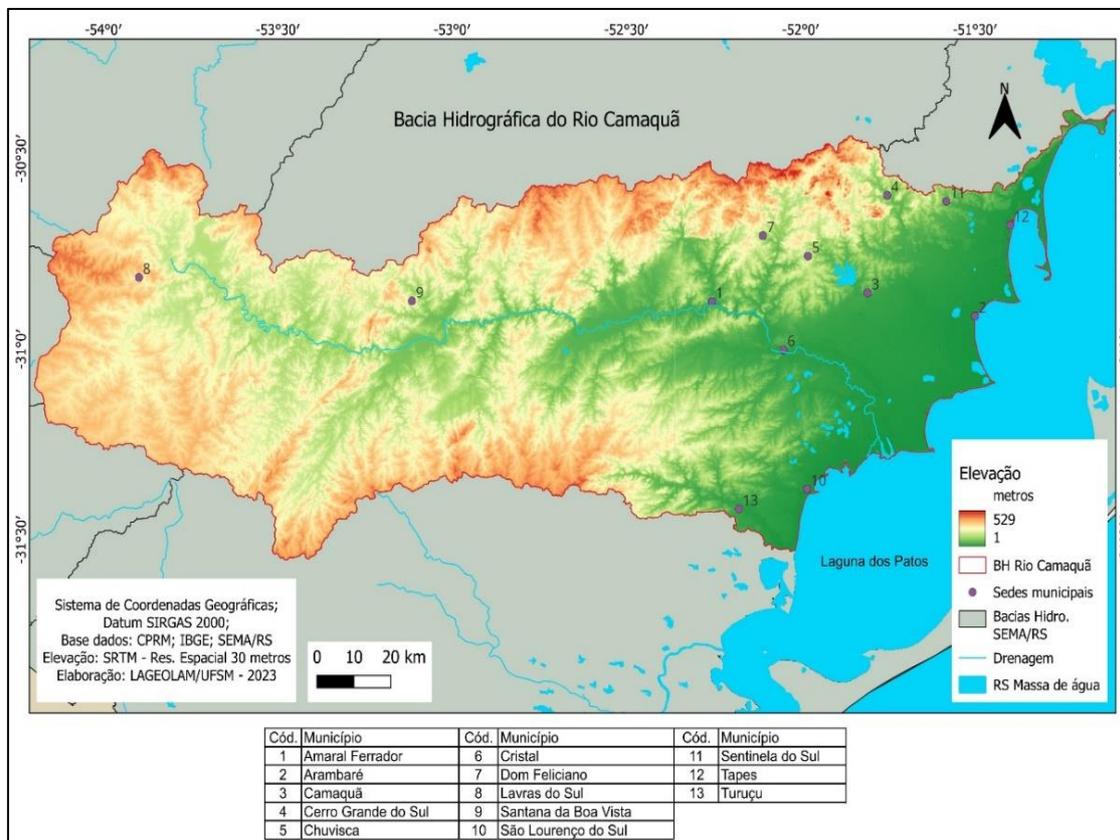


Figura 2.15. Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã. (Fonte: autores)

Análise temporal

3.1. ANÁLISE TEMPORAL - meses com maior número de municípios afetados por desastres associados a eventos hidrológicos

Nessa discussão, estão apresentados os meses do ano que mais municípios foram afetados por eventos hidrológicos, no caso dos 40 anos levantados. A distribuição mensal permite analisar as tendências da ocorrência de desastres e, assim, entender certas dinâmicas hidrometeorológicas do estado.

Na década de 1980, a análise temporal, considerando os meses do ano (FIGURA 3.1), permite identificar que o número de municípios afetados por eventos registrados foi mais significativo nos meses de maio, junho e julho. Esses meses representam a passagem do outono para o inverno, mas com continuidade durante o inverno com número de registros significativos em agosto e setembro.

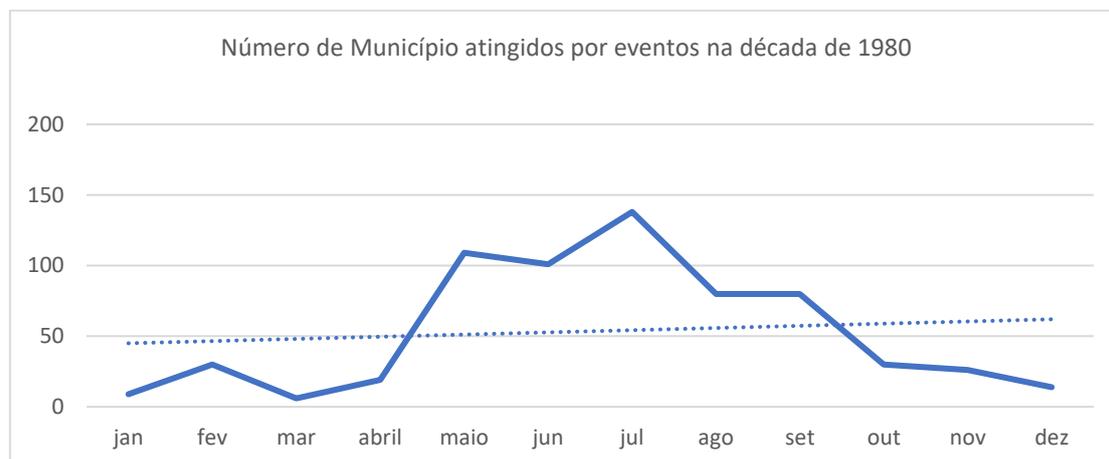


Figura 3.1. Número de municípios afetados por de eventos nos meses do ano da década de 1980. (Fonte: autores)

A década de 1990 (FIGURA 3.2) caracteriza-se por um número significativo de municípios com registros de eventos no outono, entre abril e

maio. Ocorre um pico no mês de novembro, durante a primavera. Nessa década, o mês de julho, também, apresenta um número importante de registros.

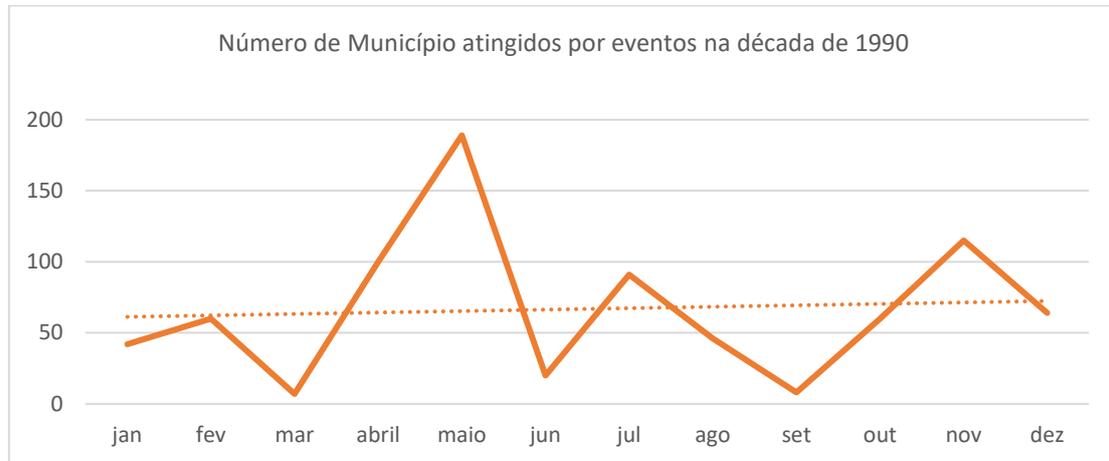


Figura 3.2. Número de municípios afetados por eventos nos meses do ano da década de 1990. (Fonte: autores)

Na década dos anos 2000 (FIGURA 3.3), os meses com maior número de municípios afetados por eventos registrados foram os meses de setembro, outubro e novembro, marcando uma primavera com muitos registros. Nessa década, também, foi registrado um número importante de eventos nos meses de julho e dezembro.

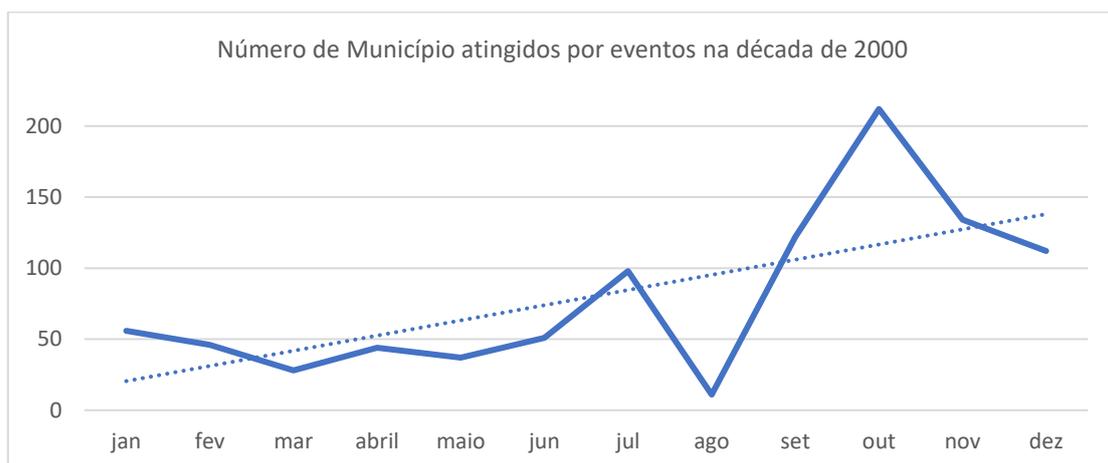


Figura 3.3. Número de municípios afetados por de eventos nos meses do ano da década de 2000. (Fonte: autores).

Na década dos anos 2010 (FIGURA 3.4), os meses mais significativos de registro de eventos hidrológicos foram janeiro, julho e outubro. Observa-se que

os meses de passagem outono para o inverno, entre os meses de maio e junho e, depois, a passagem do inverno para primavera, no mês de setembro, têm importante número de registros.

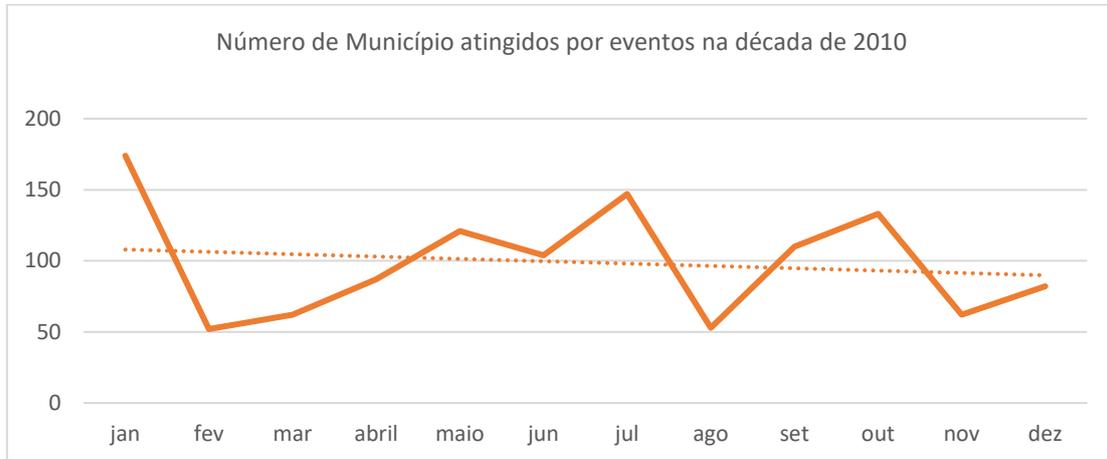


Figura 3.4. Número de municípios afetados por de eventos nos meses do ano da década de 2010. (Fonte: autores).

Quando se analisa as quatro décadas (FIGURA 3.5), observa-se que, no Rio Grande do Sul, os processos hidrológicos, que afetam os municípios, podem ocorrer em todos os meses do ano. Entretanto, pode-se determinar uma variação das ocorrências considerando diferentes graus.

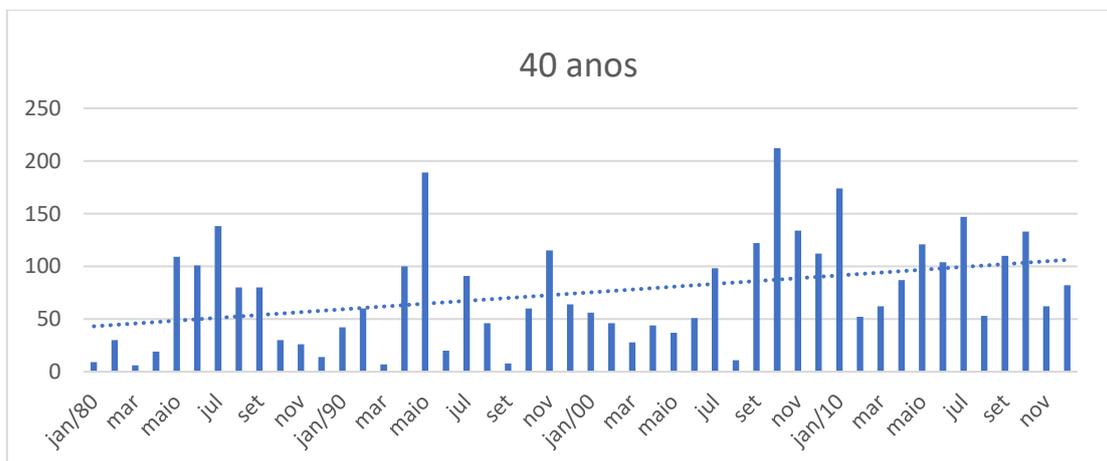


Figura 3.5. Registros de eventos nos meses do ano durante os 40 anos levantados. (Fonte: autores).

Observa-se que os meses de fevereiro, março e agosto têm baixa ocorrência, especialmente o mês de março. Os meses de abril, junho e

dezembro apresentam um somatório de eventos que permite classificá-los como de moderado grau de ocorrência de municípios afetados por eventos. Entretanto, apresentam um comportamento muito variado, podendo ocorrer situações com elevado número até muito baixo número de registros. A soma de eventos registrados indica os meses de janeiro, setembro e novembro como de alta possibilidade de ocorrência de eventos hidrológicos. Apresentam números variados, mas setembro e novembro têm uma tendência um pouco superior que janeiro quanto à ocorrência. Os meses de maior possibilidade são os meses de maio, julho e outubro (FIGURA 3.6).

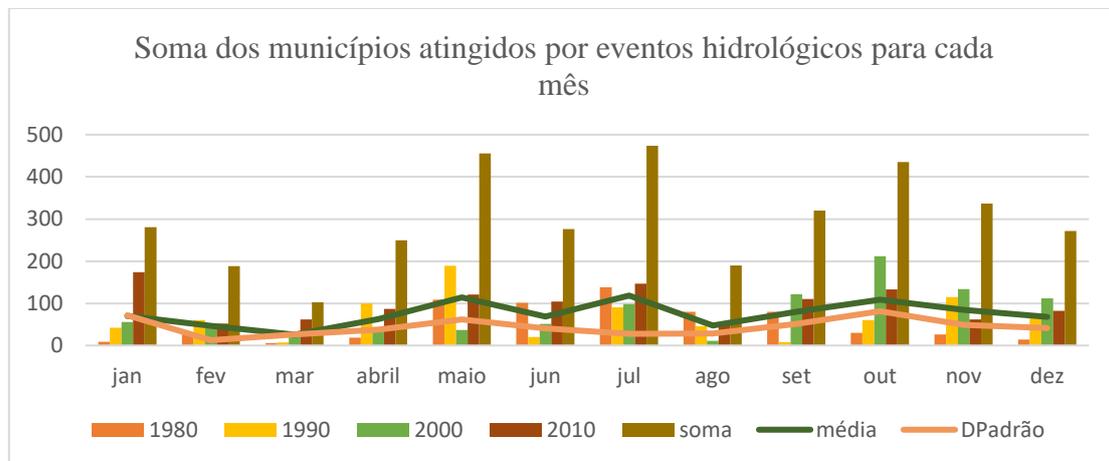


Figura 3.6. Análise dos meses com maior número de municípios atingidos por eventos hidrológicos nos 40 anos analisados.

3.1.1. Análise para cada mês

A análise dos 40 anos permite observar que o mês de janeiro foi considerado alto em termos de municípios com ocorrência de eventos, com média de 70,25 eventos. Apresenta, entretanto, uma variação importante nas décadas analisadas, muito marcado pelo elevado Desvio Padrão.

No mês de janeiro, eventos hidrológicos comumente causaram danos em Porto Alegre e região metropolitana. Na década de 1990, os eventos de janeiro de 1993 no município de Santa Cruz do Sul, no centro do estado, e de 1996 em Camaquã, situado na porção sul do estado, foram muito destacados. Na década de 2000, evento significativo ocorreu, em 2009, na região de Pelotas, no município de Turuçu, com bloqueio de estradas e isolamento de comunidades. Na década de 2010, no ano de 2010, o mês de janeiro foi o que apresentou o

maior número de municípios com registros de Situação de Emergência. No centro do estado, os municípios de Candelária, Santa Cruz do Sul e Santa Maria foram muito atingidos. Na região Leste do estado córregos e rios do Vale do Paranhana transbordaram e submergiram amplas áreas do município de Três Coroas (FIGURA 3.7), Igrejinha e Parobé. Em janeiro de 2017, o município de Rolante, no Vale do Paranhana foi afetado por enchente histórica que destruiu casas, matou o gado e devastou lavouras. Em janeiro de 2019, o município de Alegrete teve a inundação maior em 60 anos, com o nível do rio Ibirapuitã chegando a 14,2m, sendo que o recorde   de 14,45m, que ocorreu em 1959. Em janeiro do mesmo ano, São Gabriel enfrentou os efeitos do que é considerada a maior inundação, do rio Vacacaí, dos últimos 20 anos no município.



Figura 3.7. Vale do Paranhana, em Três Coroas em Janeiro, 2010 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O m s de fevereiro, considerando os 40 anos de análise, apresenta uma condi o baixa de ocorrência de eventos com uma média de 47 eventos. Na análise por décadas, o m s de fevereiro apresentou-se com grau moderado de ocorrência de eventos hidrológicos, mas com totais baixos, como ocorreu nas três primeiras décadas e está representado por um baixo desvio padrão. Em termos de eventos, no mês de fevereiro da década de 1980, o mais significativo evento foi no ano de 1983, quando inundações atingiram os municípios situados nas porções oeste e sul do estado, banhados pelas bacias hidrográficas dos rios Piratini, Santa Maria e Ibirapuitã. Pedro Osório foi o município em que os danos

foram mais significativos, com cerca de 4.000 pessoas desabrigadas pelo rio Piratini. Na década de 1990, o mês de fevereiro do ano de 1992 chama a atenção porque registrou vítimas fatais em Igrejinha (2) e Nova Hartz (1). Na década de 2000, fevereiro de 2006 foi marcado por danos importantes no litoral norte gaúcho. Na década de 2010, na região metropolitana, enxurrada no Rio dos Sinos gerou muitos prejuízos em São Leopoldo (FIGURA 3.8). Na região Sul do estado, a situação mais grave ocorreu em São Lourenço do Sul, entre Camaquã e Pelotas, onde um trecho da BR-116 ficou submerso.



Figura 3.8. Inundação do rio dos Sinos em São Leopoldo. Fevereiro de 2011 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de março é, relativamente, o que apresenta o menor grau de ocorrência de eventos hidrológicos danosos, com 25,75 eventos de média. Contudo, no mês de março, o principal evento da década de 1980 ocorreu no ano de 1983, quando foram afetados os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo, com dezenas de desabrigados em consequência da cheia do rio dos Sinos. No mês de março, na década de 1990, foram registrados danos significativos causados por enxurradas, na região Metropolitana, especialmente no município de Cachoeirinha.

Na década de 2000, destaca-se o evento de março de 2007, quando temporais causaram a morte e a destruição em diferentes regiões do estado com mais de 8mil pessoas atingidas. Os casos mais graves ocorreram em Erechim e

Morrinhos do Sul, na Região Norte. Na década de 2010, salienta-se o evento de março de 2011, quando arroios inundaram de forma brusca o município de São Lourenço do Sul, destruindo casas e provocando a morte de, pelo menos, oito pessoas (FIGURA 3.9).



Figura 3.9. Enxurrada no rio São Lourenço causando destruição no município de São Lourenço do Sul, em Março de 2011(Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de abril foi determinado como moderada ocorrência de eventos hidrológicos, sendo que, na década de 1990, o mês de abril teve muito alta ocorrência de eventos. A predominância de condições moderadas nos 40 anos é indicada por um, relativo, baixo desvio padrão. Na década de 1980, na segunda quinzena do mês de abril de 1987, municípios das porções oeste, noroeste e central foram atingidos. O maior número de pessoas desabrigadas foi registrado nos municípios de Alegrete (cerca de 5.000), São Borja (cerca de 1.600) e São Gabriel (cerca de 1.200). Os municípios de Santo Cristo e Quarai registraram uma vítima fatal (cada um) em decorrência da enchente. No mês de abril, foi registrado um número importante de eventos na década de 1990. Todos os anos, exceto 1997, ocorreram eventos hidrológicos que causaram danos. Destacam-se, nessa década, os anos de 1992 e 1998.

No ano de 1992, final da primeira quinzena de abril, foi registrada uma das inundações que deixou o maior número de pessoas desabrigadas nas porções

sul, oeste e central do estado. No mês de abril, de 1998, inundações foram responsáveis por danos em municípios situados nas porções oeste, sul, central e noroeste do estado. Em Pelotas, uma pessoa foi fatalmente vitimada pela enchente. Na década de 2000, o evento mais significativo ocorreu no final de abril de 2003, em Dom Pedrito, na porção sul do estado, quando foram registrados mais de 200 mm de chuva em três dias e cerca de 2.400 pessoas foram desabrigadas pela cheia do Rio Santa Maria. Na década de 2010, destaca-se o evento, em 2011, na região central do estado afetando, principalmente, Candelária, Santa Maria e Santa Cruz do Sul (FIGURA 3.10).



Figura 3.10. Inundação no Bairro Várzea, Santa Cruz do Sul, Abril de 2011(Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de maio apresenta uma condição de muito alta de municípios com ocorrência de eventos hidrológicos. No entanto, apresenta uma variação importante de eventos, identificado como alto desvio padrão. Em maio, os anos de 1983 e 1984 foram importantes na ocorrência de eventos hidrológicos no estado. Em maio de 1983, centenas de moradias passaram inundadas por mais de 20 dias. Os municípios que registraram danos mais significativos foram Alegrete, com cerca de 5.000 pessoas desabrigadas, Itaqui, onde uma pessoa foi fatalmente vitimada, cerca de 2.000 ficaram desabrigadas e Uruguaiana, onde cerca de 400 moradias foram inundadas pelo rio Uruguai.

No mês de maio, no ano de 1984, Porto Alegre teve um grande número de desabrigados, nas ilhas do delta do Jacuí. Também em maio, danos significativos ocorreram no município de Jaguari, onde mais de 100 edificações foram completamente destruídas e outras 150 danificadas pelas águas do rio Jaguari. O mês de maio foi o mês com maior número de registros da década de 1990. Nesse mês, no ano de 1990, ocorreu um dos eventos que mais desabrigou pessoas. Na cidade de Encantado, cerca de 30% das moradias foram atingidas. Em maio de 1993, municípios da porção oeste do estado registraram danos causados por inundações. Em Quaraí, cerca de 20 casas foram levadas pelas águas do rio Quaraí, outras 300 foram inundadas, cerca de 1.350 pessoas foram desabrigadas e uma pessoa foi fatalmente vitimada.

No mês de maio, da década de 2000, eventos muito significativos foram registrados no ano de 2000, sendo que Alegrete, na porção oeste, foi um dos mais atingidos, pela cheia do rio Ibirapuitã. No mês de maio de 2008, um ciclone extratropical atingiu parte do estado causando inundações, as quais foram as maiores desde 1975, conforme a Defesa Civil. A Figura 3.11 apresenta uma fotografia da inundação do município de Campo Bom, no Vale dos Sinos, devido a esse evento. Na década de 2010, no ano de 2017, eventos hidrológicos afetaram várias regiões do estado, deixando desabrigados junto ao rio Uruguai, no vale do rio dos Sinos, no vale do rio Taquari e no vale do rio Caí.



Figura 3.11. Rio dos Sinos provoca em inundações em Campo Bom, em Maio de 2008. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de junho apresenta uma média de 69 eventos e um comportamento variado em relação à ocorrência de eventos, indicado por desvio padrão, relativamente alto. Na década de 1980, destaca-se o mês de junho de 1984, quando municípios como Campo Bom, Novo Hamburgo, São Leopoldo e Gravataí sofreram danos elevados. A Figura 3.12 apresenta imagem de uma inundação na cidade de São Leopoldo, onde o rio dos Sinos desabrigou, aproximadamente, 2.300 pessoas.

No sul do estado, o transbordamento da Laguna dos Patos deixou dezenas de pessoas desabrigadas nos municípios de Rio Grande e São Lourenço do Sul. Na década de 1990, o ano de 1998 foi destaque pelos danos nos municípios de Quaraí, São Gabriel e Dom Pedrito. Nos anos 2000, o evento mais significativo ocorreu em 2001 nos municípios situados nas porções oeste e sul do estado. O maior número de pessoas desabrigadas foi registrado nos municípios de Alegrete, Rosário do Sul e Quaraí, banhados, respectivamente, pelos rios Ibirapuitã, Santa Maria e Quaraí. Na década de 2010, junho do ano de 2017 se sobressai. Nesse ano no mês de junho, 173 municípios registraram danos causados por eventos hidrológicos, deixando segundo a Defesa Civil do estado, 11.680 pessoas fora de casa. No Oeste do estado, o município de Uruguai enfrentou uma cheia histórica do rio Uruguai, que atingiu poucos centímetros de marca de 11,82m, a segunda maior.



Figura 3.12. Moradias inundadas pela cheia do rio dos Sinos no município de São Leopoldo em junho de 1984 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de julho é o que apresenta o maior número de municípios atingidos por eventos hidrológicos causadores de danos no estado, com média mais elevada, registrados 118 eventos. Apresenta condições de alta a muito alta ocorrência de eventos e um desvio padrão baixo, mostrando uma regularidade em termos de ocorrência. Eventos importantes ocorreram nos anos de 1980. No final do mês de julho, ocorreu o evento de inundação que causou maior volume de danos. Foram atingidos municípios situados nos vales dos rios Taquari, Caí e dos Sinos, sendo que São Sebastião do Caí foi o município com maior número de pessoas desabrigadas (cerca de 1.000).

No mês de julho de 1983, ocorreu uma das maiores inundações registradas no estado, com municípios de todas as regiões atingidos. Foram homologados 81 decretos de Situação de Emergência. A Figura 3.13 apresenta uma das maiores inundações da cidade de Itaqui, que ocorreu em 1983. No ano de 1984, no início da segunda quinzena de julho, municípios do sul do estado foram atingidos. O transbordamento do canal de São Gonçalo deixou cerca de 8.000 desabrigados em Pelotas e cerca de 700 no município de Arroio Grande.

No mês de julho da década de 1990, eventos hidrológicos importantes foram registrados. No mês de julho de 1993 e de 1994, foram registrados eventos de inundações em todas as regiões do estado. No mês de julho de 1995, municípios da Região Metropolitana e do sul do estado foram atingidos. Pelotas e Pedro Osório, na porção sul, foram os que registraram danos mais significativos. Na Região Metropolitana em Esteio, cerca de 1.200 pessoas ficaram desabrigadas e, em Canoas, cerca de 900.

Na década dos anos 2000, destaca-se a segunda quinzena de julho do ano de 2001, quando municípios situados na Região Metropolitana, na Serra e nas porções central e centro-oriental do estado foram atingidos. Nesse evento, foram registradas vítimas fatais em decorrência da enchente em Candelária (1), Lajeado (1) e Estrela (1). Em Rolante, cerca de 10.000 pessoas foram desabrigadas pela cheia do rio Rolante. Na década de 2010, o mês de julho foi marcado por muitos eventos. Em 2011, 101 mil pessoas foram afetadas, especialmente nos vales do Caí, do Paranhana e do Taquari. Famílias desabrigadas e desalojadas, especialmente, em Montenegro, Taquari, São Sebastião do Caí, Taquara, Parobé, Muçum, Encantado e Lajeado. Em Santa

Cruz do Sul, a alta do Rio Pardino deixou famílias ilhadas e ruas alagadas. Em 2014, os efeitos das inundações afetaram 93 municípios com mais de 19 mil pessoas prejudicadas. No ano de 2015, processos hidrológicos causaram estrago em 61 cidades e afetaram 25,8 mil pessoas.



Figura 3.13. Foto da quadra do Presídio de Itaqui, com a inundação extraordinária de julho 1983. Cota fluviométrica de, aproximadamente, de 14,52m. (Fonte: FLORES, A. E., FLORES, A. M., 1983. In: Robaina: Saueressig; 2015)

O m s de agosto apresenta-se, relativamente, como um mês de baixo grau de municípios com ocorrência de eventos hidrológicos causadores de danos, com média de 47,5 eventos. A década de 1980 foi aquela em que esse mês foi mais importante. Nessa década, cabe destacar os eventos ocorridos no mês de agosto de 1985, quando várias regiões do estado foram atingidas, sendo que os danos mais significativos ocorreram em municípios da Região Metropolitana e dos vales dos rios Sinos, Gravataí e Ca .

Em São Leopoldo, mais de 10.000 pessoas foram desabrigadas pela cheia do rio dos Sinos; em Cachoeirinha, cerca de 1.000 pessoas foram desabrigadas pelo rio Gravataí; e em Montenegro, cerca de 700 pessoas foram desabrigadas pelo rio Ca . No mês de agosto, dos anos de 1990, foram registrados danos mais importantes na Região Metropolitana e no vale do

Taquari e do Caí. Na década de 2000, o mês de agosto apresenta registro de evento significativo no ano de 2009, quando, em apenas, 19 dias, a chuva acumulada em Porto Alegre foi a maior registrada, em agosto, em 22 anos. A Figura 3.14 apresenta uma imagem da cidade de Cachoeirinha que foi afetada pelas cheias do rio Gravataí. Em Passo Fundo, só houve precipitação maior no mesmo período 37 anos atrás. Outras regiões, como as de Caxias do Sul e Santa Maria, também ostentam recordes de precipitação, e quase todo o estado registrou índices pluviométricos acima da média.

Um dos principais eventos na década de 2010, no mês de agosto, ocorreu no ano de 2013, quando mais de 2,3mil pessoas foram desabrigadas. Os mais afetados são moradores do vale do Taquari e Caí. Porto Alegre sofreu com alagamentos e o rio dos Sinos causou inundações nos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo.



Figura 3.14. Inundação do rio Gravataí, em Cachoeirinha, Agosto de 2009. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de setembro apresenta, relativamente, uma condição de alta ocorrência de eventos hidrológicos danosos, com uma média de 80 eventos. O desvio padrão é alto e representa a baixa ocorrência de eventos registrados na década de 1990. No mês de setembro da década de 1980, ocorreram eventos hidrológicos importantes em 1988 e 1989. No final da primeira quinzena do mês

de setembro de 1988, municípios dos vales dos rios Caí e Taquari foram atingidos. Na segunda quinzena de setembro, municípios da Região Metropolitana, das porções norte e central e dos vales dos rios Jacuí, Sinos, Caí e Taquari foram atingidos.

No ano de 1989, no final da primeira quinzena de setembro, foram muito atingidos os municípios de Encantado, com cerca de 6.000 pessoas desabrigadas, Estrela (650) e Lajeado (500 desabrigados e duas vítimas fatais), no vale do Taquari; e em Passo Fundo (600), na porção norte. Além deles, municípios ribeirinhos ao rio Uruguai começaram a ser atingidos. São Borja foi um dos municípios com registro de maior volume de danos, com cerca de 1.300 pessoas desabrigadas. No mês de setembro, da década dos anos 2000, eventos hidrológicos foram muito significativos no estado. Destacam-se, no ano de 2000, o município de Alvorada que foi muito atingido, onde cerca de 1.000 pessoas ficaram desabrigadas pela cheia do rio Gravataí e do arroio Feijó.

Em 2009, os eventos hidrológicos deixaram mais de seis mil flagelados no Rio Grande do Sul. Na década de 2010, eventos hidrológicos, como no ano de 2012, provocaram muitos danos em Porto Alegre e cidades do sul do estado. A região de Camaquã, cidades do entorno, Arambaré, Sentinela do Sul e Tapes. Em agosto do ano de 2015, 56 mil pessoas foram atingidas por processos hidrológicos em todo estado. Em 2018, muitos municípios foram atingidos, como mostra a Figura 3.15, que é uma fotografia de uma inundação do rio Rolante, afluente do rio dos Sinos.



Figura 3.15. Inundação em Rolante em Setembro de 2018 (Foto: Corpo de Bombeiros Voluntários de Rolante/Divulgação).

O mês de outubro apresenta muito alto grau de municípios com ocorrência de eventos hidrológicos, com média de 108,75 eventos. O elevado desvio padrão representa a variação observada no número de eventos por década. Na década de 1980, o mês de outubro teve eventos importantes nos anos de 1980, 1982 e 1984. Destacam-se os danos nas cidades de Porto Alegre e Caxias do Sul, além dos municípios ribeirinhos ao rio Uruguai, na fronteira oeste do estado. No mês de outubro da década de 1990, os eventos mais significativos atingiram municípios situados na Região Metropolitana e nos vales dos rios Taquari, Caí, Jacuí. Nas ilhas do Delta do Jacuí, na cidade de Porto Alegre, em 1990, cerca de 300 pessoas foram desabrigadas.

Nos anos 2000, o mês de outubro foi marcado pelo mês que ocorreram os eventos de inundação que atingiram maior número de municípios e que causaram maior volume de danos no ano de 2000 e 2008. Na década de 2010, ocorreram eventos hidrológicos significativos no mês de outubro, em todos os anos, exceto 2011. Os anos de 2015 e 2016 se sobressaem pelo número de decretos de Situação de Emergência. Em 2015, processos hidrológicos provocaram estragos e transtornos à vida de mais de 21,1 mil pessoas e reviveram um drama para a cidade de Porto Alegre, que não se repetia havia 48 anos (FIGURA 3.16). O nível do lago Guaíba atingiu a marca de 2,79 metros – a maior registrada desde 1967, segundo o Centro Integrado de Comando da Cidade.



Figura 3.16. Inundação nas Ilhas do Delta do Jacuí, Porto Alegre em outubro de 2015 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

O mês de novembro, com média de 84,25 eventos, com alto grau de ocorrência de eventos hidrológicos, variando de condições muito altas a moderadas na análise das décadas, representado pelo alto desvio padrão. Na década de 1980, um dos mais significativos ocorreu em 1986 no município de Alegrete, na porção oeste, que registrou cerca de 4.000 pessoas desabrigadas. Na década de 1990, no ano de 1997, foram registrados danos em 94 municípios situados nas porções norte, noroeste, nordeste, oeste, central e centro-oriental do estado.

Nos anos 2000, em novembro de 2009, ocorreram precipitações que, conforme o centro de meteorologia, são as maiores de, pelo menos, 23 anos para esse mês, causando danos em muitas regiões do estado. Na Figura 3.17, observa-se a inundação da cidade de Cachoeira do Sul, na região central do estado. Nos anos de 2010, o mês de novembro apresentou, relativamente, moderado grau de ocorrência de eventos. Em 2013, no mês de novembro, alagamentos afetaram muito a cidade de Porto Alegre. Entretanto, destacam-se as inundações no vale do Rio Pardo que causou muitos estragos na cidade de Santa Cruz e, principalmente, no município de Candelária, onde ocorreu o desaparecimento de uma mãe e um filho, simbolizando o drama vivido por milhares de pessoas em todo o estado.



Figura 3.17. Inundação ocorrida no ano de novembro de 2009, no Bairro Cristo Rei, Cachoeira do Sul (Trentin; Dias 2014).

Dezembro é um mês considerado de moderado grau de municípios com ocorrência de desastres, sendo 68 eventos em média e apresentando uma variação importante indicada pelo desvio padrão elevado. Os danos mais significativos foram observados em 1980, quando vários municípios foram atingidos por inundações, sendo que as mais intensas foram registradas em municípios dos vales dos rios dos Sinos e Caí. São Sebastião do Caí e Montenegro, banhados pelo rio Caí, foram os municípios que registraram maior volume de danos.

Na década de 1990, em dezembro de 1997, nos municípios de Quaraí, muitas pessoas foram desabrigadas pelo rio Quaraí, Rosário do Sul, desabrigadas pelo rio Santa Maria e, em Alegrete, desabrigadas e um pessoa foi fatalmente vitimada pela cheia do rio Ibirapuitã. No mês de dezembro, década de 2000, foram registrados os eventos de inundação que causaram maior volume de danos no ano de 2003. Danos significativos ocorreram em Alegrete, Santa Rosa, Santo Ângelo e Uruguaiiana. No sul do estado registros importantes de inundações ocorreram na cidade de Rio Grande (FIGURA 3.18).



Figura 3.18. Laguna transbordou e provocou alagamentos nas ruas de Rio Grande no sul do estado, em Dezembro de 2009. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

Nos anos de 2010, destaca-se o mês de dezembro de 2015 quando mais de duas mil famílias foram desabrigadas pela cheia dos rios no oeste e sul do

estado, como Uruguaiana, Alegrete, Quaraí e Barra do Quaraí. No centro, a cidade de Jaguari foi bastante afetada. O município de Quaraí foi afetado por uma cheia histórica do rio Quaraí que obrigou três mil pessoas a saírem de casa, destruiu lavouras e matou animais.

Para concluir, pode-se dizer que as observações indicam que os períodos com maior possibilidade são na passagem outono-inverno, representados pelos meses de maio a julho, tendo um pico no mês de julho, e na passagem inverno-primavera, entre setembro e novembro. No verão, o mês mais significativo é o de janeiro, mas com muita variação do número de eventos.

Os casos de chuvas diárias severas relacionam-se mensalmente aos períodos da primavera e verão. Com relação às chuvas persistentes, com cinco ou mais dias, e que geram um acumulado total igual ou superior a 60 mm, podendo durar até 14 dias, os autores observaram que as estações de inverno e primavera são as estações com maior frequência de eventos. Uma possível explicação para isso pode ser a maior frequência de sistemas frontais semi-estacionários (TEIXEIRA e PRIETO, 2020).

3.2. ANÁLISE TEMPORAL - determinação dos anos com maior número de municípios afetados por desastres de processos hidrológicos

A análise dos dados temporais parte do estudo dos anos que mais registraram eventos e o número de municípios afetados, nas quatro décadas pesquisadas. O levantamento e a interpretação dos dados permitem verificar os anos e os meses com maior número de ocorrências, além de possibilitarem, por meio de informações gráficas e mapas, entender certos padrões de distribuição temporal dos eventos que atingiram o Rio Grande do Sul.

Na década de 1980, foram 191 municípios atingidos por eventos hidrológicos (FIGURA 3.19). Naquela década, é possível verificar que as ocorrências de eventos registrados em que mais municípios foram afetados foram nos anos de 1983 e 1984. O ano de 1983 com 161 registros em 123 municípios atingidos e, o segundo ano, 1984, com 162 registros em 118 municípios atingidos.

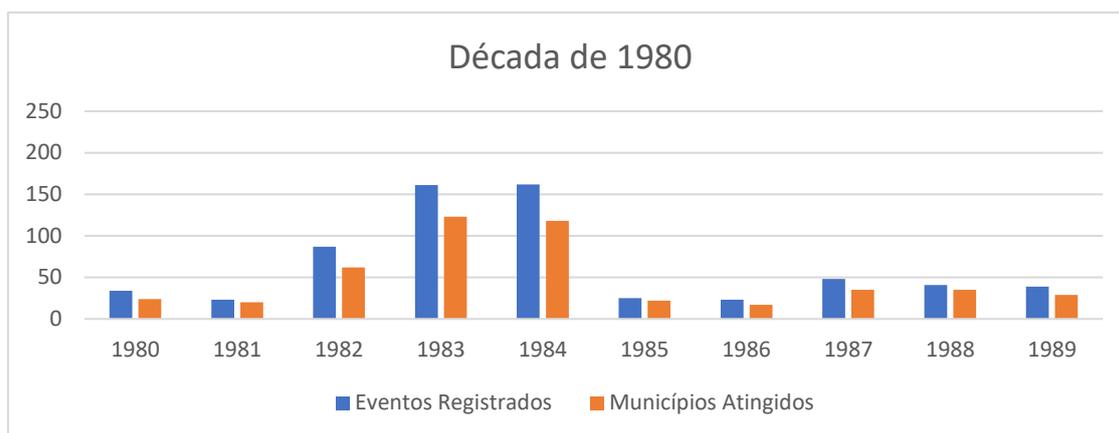


Figura 3.19. O número de eventos e de municípios atingidos na década de 1980.

Em 1983, ocorreu uma das maiores inundações registradas no estado, especialmente, junto aos rios Taquari, Sinos, Jacuí e Uruguai, com milhares de pessoas desabrigadas. No município de São Leopoldo, na bacia do rio dos Sinos, foram registradas mais de 12.000 pessoas desabrigadas pelo rio dos Sinos, e no município de Uruguaiana, nas margens do rio Uruguai, cerca de 8.000 pessoas foram desabrigadas (FIGURA 3.20).



Figura 3.20. Inunda o de 1983 vista da aduana de Paso de Los Libres (Fonte: Uruguaiana/Museu Estaleiro Martimiano Benites).

Na capital do estado, Porto Alegre, cerca de 4.500 pessoas ficaram flageladas pela cheia do lago Guaíba, nas ilhas do delta do rio Jacuí. A Figura 3.21, apresenta a localiza o dos municípios citados no texto.

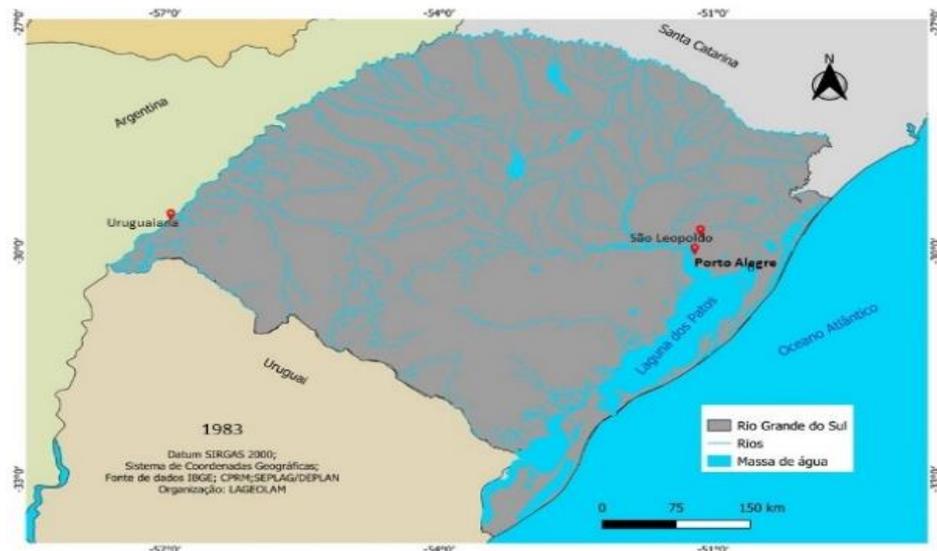


Figura 3.21. - Localização dos municípios citados no texto, no ano de 1983. (Fonte: autores).

No ano de 1984, como no ano anterior, foram registrados grandes eventos de inundação ocorridos no estado, atingindo municípios de todas as regiões e desabrigando milhares de pessoas. Porto Alegre foi uma das cidades com maior número de desabrigados, mais de 3.000 pessoas nas ilhas do delta do Jacuí. Igualmente, foram muito significativas inundações em municípios banhados pelo rio dos Sinos, como Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo, onde foram desabrigadas aproximadamente 2.300 pessoas (FIGURA 3.22). Danos significativos foram registrados em municípios banhados pela Laguna dos Patos, como Rio Grande, Pelotas e Arroio Grande. Na Figura 3.23 estão marcados os municípios citados.



Figura 3.22. Inundação no Vale dos Sinos – São Leopoldo. (Fonte: Banco de Dados Zero Horas).

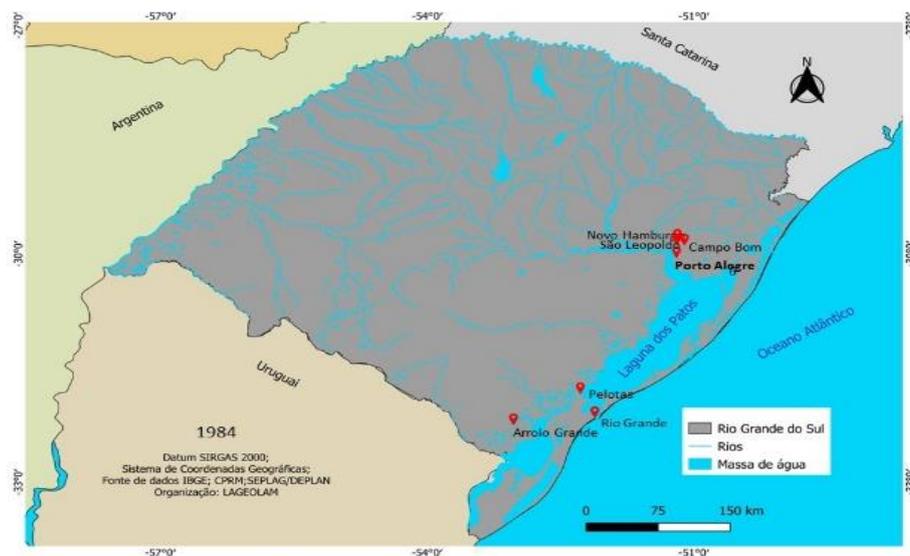


Figura 3.23. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 1984. (Fonte: autores).

A década de 1990 apresentou metade dos anos com um número significativo de registros (FIGURA 3.24). Naquela década, o total de municípios com registro de eventos foi de 223. Os anos de 1990, 1992, 1997 e 1998 são definidos como os mais significativos. Os anos com mais ocorrência de eventos registrados são 1992 e 1997. No ano de 1992, ocorreram 194 registros em 177 municípios atingidos. No ano de 1997, foram 209 registros em 175 municípios atingidos.

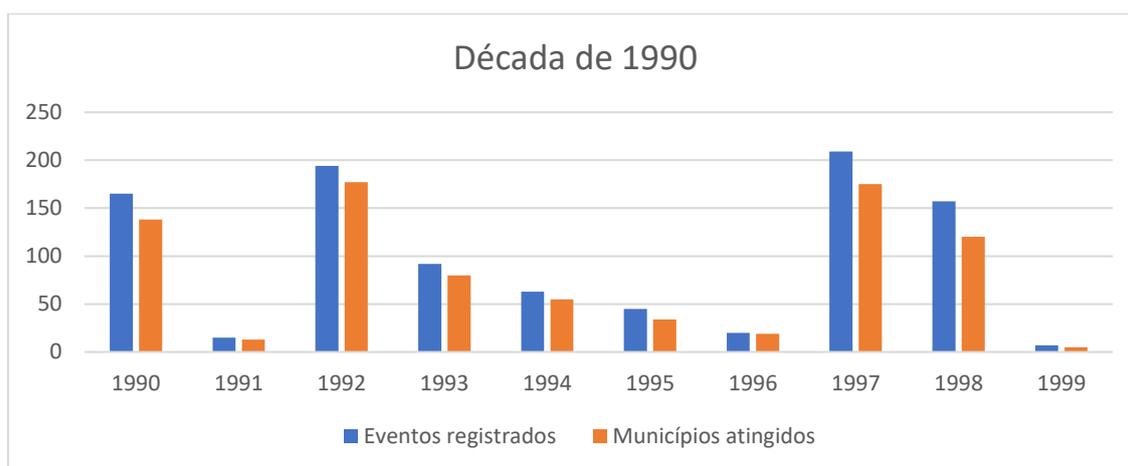


Figura 3.24. Número de eventos e de municípios atingidos na década de 1990. (Fonte: autores).

No ano de 1992, inundações deixaram muitas pessoas desabrigadas nas porções sul, oeste e central do estado. Os danos mais significativos foram registrados em Pedro Osório, associado ao rio Piratini (FIGURA 3.25), no município de Alegrete, devido ao rio Ibirapuitã, no município de Quaraí, pelo rio Quaraí e municípios localizados junto ao rio Uruguai, como Itaqui, São Borja e Uruguaiana. Enxurradas causaram muitos danos e deixaram pessoas desabrigadas. Os danos mais significativos foram registrados em São Sepé, na porção central do Estado e Panambi, Passo Fundo, Getúlio Vargas, Santo Ângelo e Entre-Ijuís, no noroeste do estado. Na Figura 3.26 estão indicados os municípios citados.



Figura 3.25. Inundação Pedro Osório 1992 (Fonte Prefeitura Municipal).

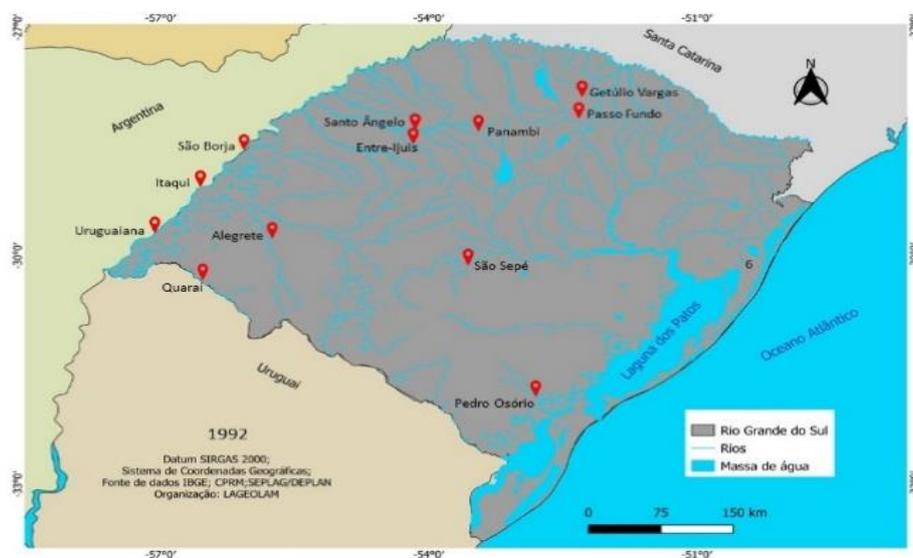


Figura 3.26. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 1992. (Fonte: autores).

Na década dos anos 2000, foram identificados 206 municípios com registro de eventos (FIGURA 3.29). Os anos de 2001, 2002 e 2009 foram os anos, na referida década, com maior número de registros de eventos e de municípios atingidos. Em 2001, ocorreram 190 eventos em 124 municípios e, em 2002, foram registrados 161 eventos em 112 municípios.

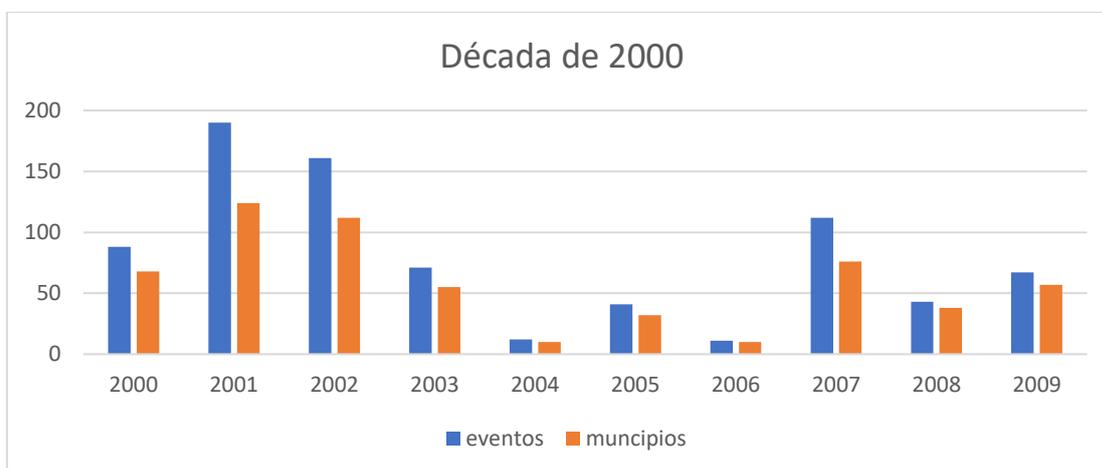


Figura 3.29. Número de eventos e de municípios atingidos na década de 2000. (Fonte: autores).



Figura 3.30. Inundação no Vale do Taquari, Município de Estrela (Prefeitura Municipal)

Nessa década, ocorreram muitos registros de desastres por processos hidrológicos em todas as regiões do estado.

No ano de 2001, foram registrados danos muito significativos em várias regiões do estado (FIGURA 3.30). Os municípios do centro-oeste do estado como São Gabriel, junto ao rio Vacacaí, Alegrete, junto ao rio Ibirapuitã e os municípios de

Rosário do Sul e Dom Pedrito, junto ao rio Santa Maria, foram muito afetados. Além deles, no Sul do estado, o município de Quaraí, junto ao rio Quaraí, e, no centro-leste, o município de Rolante, junto ao rio Rolante, teve registro importante de desabrigados naquele ano. Municípios da Região Metropolitana foram atingidos por enxurradas que causaram danos em dezenas de moradias, estradas e pontes. Foram registradas vítimas fatais na capital Porto Alegre. Pode-se observar a localização dos municípios citados na Figura 3.31.

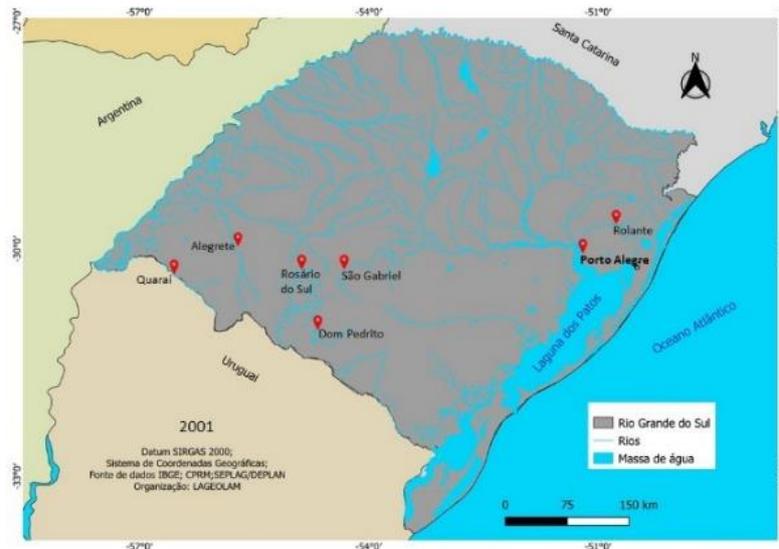


Figura 3.31. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2001. (Fonte: autores)

No ano de 2002, foram registrados danos causados por inundações e enxurradas em diversos municípios do estado. No centro-sul, os municípios de Pedro Osório, Dom Pedrito e Rosário do Sul tiveram muitas pessoas desabrigadas pela cheia dos rios Piratini e Santa Maria. No mesmo ano, eventos causaram um número elevado de desabrigados, também, nos municípios do Centro do estado como Alegrete, devido ao rio Ibirapuitã, e São Gabriel, pelo rio Vacacaí. A Região Metropolitana teve vários registros de danos por inundações e enxurradas. Os danos mais significativos foram registrados em Alvorada, onde mais de 1.000 pessoas foram desabrigadas. Em Porto Alegre, houve mais de 300 pessoas desabrigadas. Registraram-se desastres em diversas regiões do estado nessa década, como em Pelotas e nas ilhas do Guaíba em Porto Alegre (FIGURA 3.32). Os municípios citados estão indicados na Figura 3.33



Figura 3.32. - (a) Inundação em Pelotas 2004/(b)Ilhas do Guaíba, POA 2009 (Fonte: Banco de Dados Zero Horas)

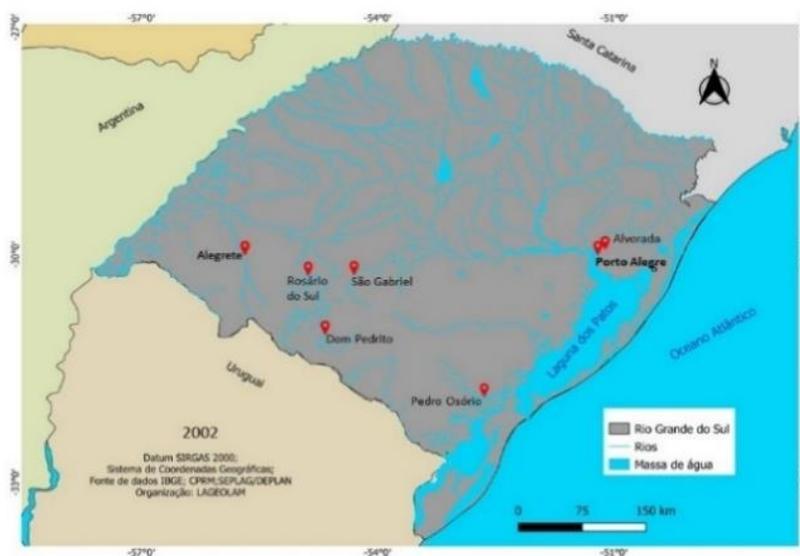


Figura 3.33. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2002. (Fonte: autores)

A década de 2010 seguiu com aumento do número de registros e de municípios atingidos, somando um total de 318 municípios durante os 10 anos analisados (FIGURA 3.34). Os anos de 2011, 2015 e 2017 foram os mais significativos na década. Em 2015, foram 191 registros em 143 municípios atingidos, em 2011 foram 209 registros em 163 municípios e, em 2017, foram 233 em 191 municípios.

No ano de 2011, houve significativos registros de eventos hidrológicos que causaram danos. No sul do estado o transbordamento do rio São Lourenço, desabrigou e matou, na cidade de São Lourenço do Sul, que teve a metade de seu território tomado pela água (FIGURA 3.35). No mesmo ano, as inundações, especialmente, nos vales dos rios Caí, do Paranhana, do Taquari e dos Sinos afetaram mais de 100 mil pessoas. Moradores de municípios como Muçum,

Encantado, Arroio do Meio, Lajeado e Cruzeiro do Sul, junto ao rio Taquari, Montenegro e São Sebastião do Caí, no rio Caí, Taquara e Parobé, no rio Paranhana, São Leopoldo, no rio dos Sinos foram os mais atingidos. Porto Alegre e a região metropolitana, especialmente, no município de Gravataí, os danos foram muito importantes. Na Figura 3.36, estão indicados os municípios citados no texto.

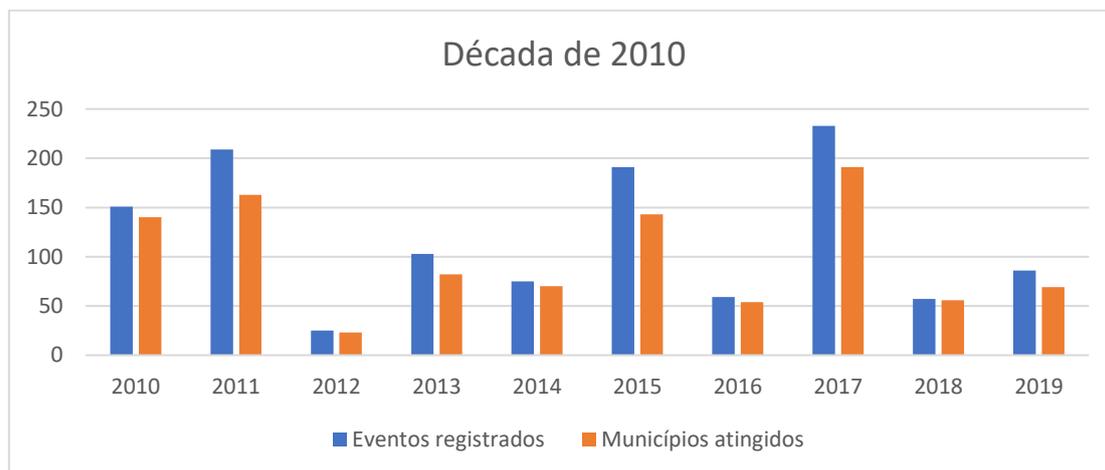


Figura 3.34. Número de eventos e de municípios atingidos na década de 2010. (Fonte: autores)



Figura 3.35. Inundação em São Lourenço do Sul no dia 10 de março de 2011 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

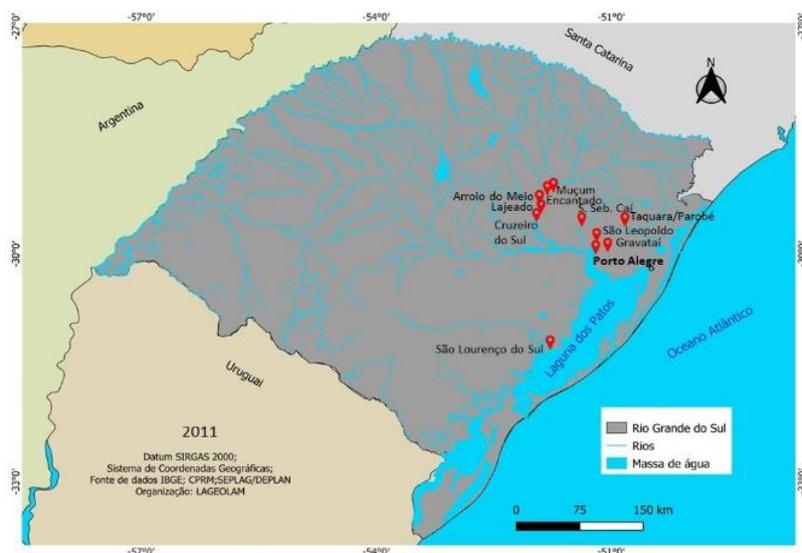


Figura 3.36. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2011. (Fonte: autores)

O ano de 2017 foi o mais significativo em termos de eventos e municípios atingidos. O município de Rolante, no Vale do Paranhana, foi afetado por uma enxurrada histórica que destruiu casas, matou o gado e devastou lavouras. O grande volume de chuva fez com que os rios que cortam a cidade transbordassem (FIGURA 3.37). Na Fronteira Oeste, a cheia do Rio Uruguai causou muitos transtornos, principalmente, em Itaqui, Uruguiana e São Borja. Os municípios citados estão apresentados na Figura 3.38.



Figura 3.37. Inundação na cidade de Rolante em 2017 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

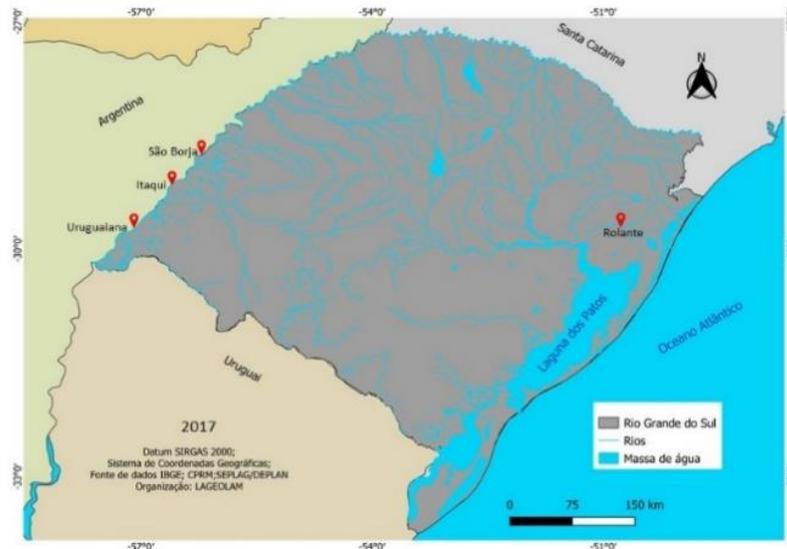


Figura 3.38. Localização dos municípios com desastres, citados no texto, no ano de 2017. (Fonte: autores)

Considerando o período de 40 anos analisados, verifica-se que a quantidade de eventos está correlacionada de forma linear com o número de municípios afetados. Quanto maior o número de eventos maior o número de municípios afetados, o que indica que os eventos são dispersos pelo território do estado (FIGURA 3.39), embora possam ter apresentado maior incidência em uma determinada região do estado do RS.

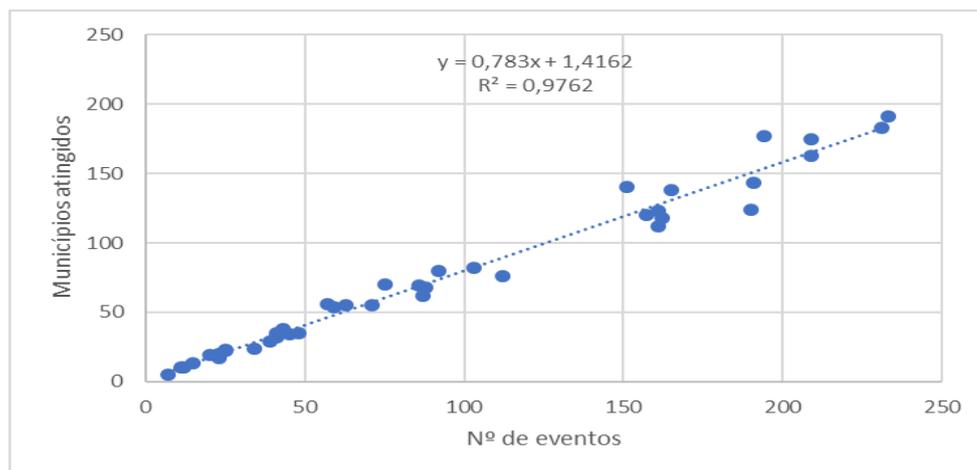


Figura 3.39. Relação do número de municípios atingidos e os eventos registrados. (Fonte: autores)

Na análise comparativa entre as décadas (TABELA 3.1), pode-se observar que existe uma tendência de incremento do número de registros e eventos e de municípios atingidos. A partir dos anos 2000, foi designada a competência aos municípios, que antes era da Defesa Civil Estadual, para registrar Situações de Emergência no sistema da Defesa Civil Federal. Isso permitiu agilizar o processo, o que pode ter aumentado o número de registros.

Apesar da transferência de competências, a década de 2000/2009 é semelhante à década de 1990/1999 em todos os valores de registros e com um desvio padrão muito próximo. A grande diferença está na década de 2010, que tem o desvio padrão inferior, mas com uma média superior, com o mínimo bem superior e máximos semelhantes.

Tabela 3.1. Parâmetros estatísticos dos eventos para as 4 décadas de análises.

	1980	1990	2000	2010
Média	64,3	96,7	96	118,9
Máxima	162	209	231	233
Mínima	23	7	11	25
Desvio Padrão	54,5	78,0	76,3	72,2

A análise da tendência temporal, com recurso à média móvel de quatro décadas, indica que há períodos consistentes de anos com elevado número de eventos intervalados com períodos curtos com menos de 50 municípios afetados por eventos/ano. Contudo, o período posterior a 2008 só um ano registou menos de 50 municípios com eventos danosos, ao contrário dos períodos anteriores. Depois de 2008, verifica-se a variação anual das ocorrências quase sempre com valores superiores a 50 ocorrências/ano sendo que, em três anos, foram superiores a 200 ocorrências/ano o que, em todo o período até 2008, só se tinha verificado uma vez, no ano 1997.

A evolução ao longo dos 40 anos apresenta múltiplas oscilações (FIGURA 3.40), mas, nos últimos 10 anos, a variação manteve-se e apresentou valores superiores que nas décadas anteriores.

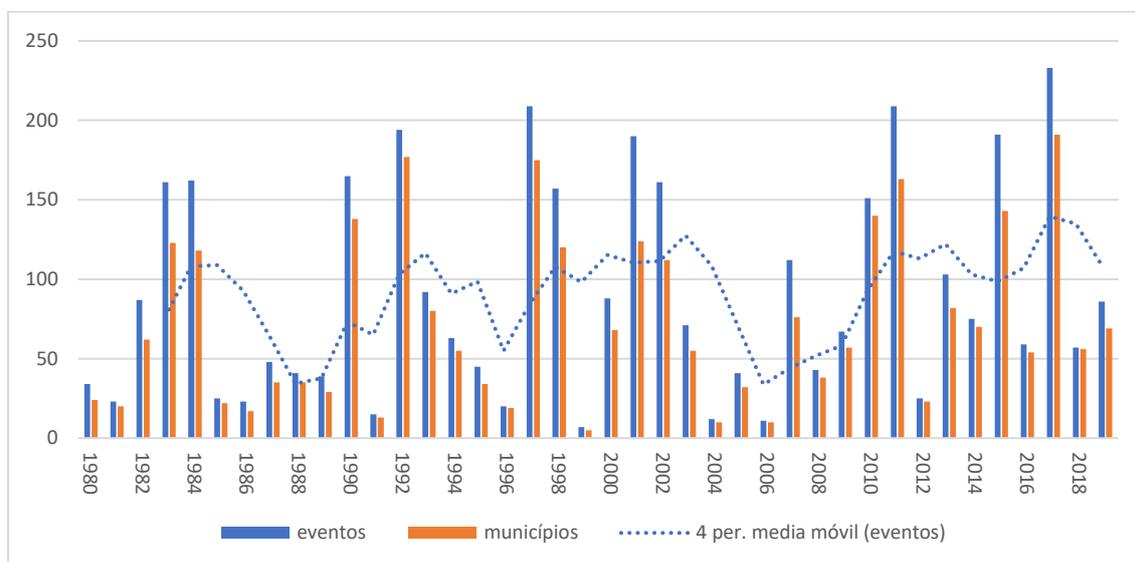


Fig. 3.40. Número de eventos registrados e municípios afetados durante as 4 décadas. (Fonte: autores)

Para concluir, os dados disponibilizados indicam que, na década de 1980, os anos de 1983 e 1984 foram os que apresentaram maior número de registros. Na década de 1990, foram muito significativos os registros de eventos, ocorrendo inúmeros importantes nos anos de 1992 e 1997. Na década de 2000, vários anos registram eventos hidrológicos importantes. Os anos mais significativos foram os anos de 2001 e 2002. A década de 2010, também registra eventos em vários anos, especialmente nos anos de 2011, 2015 e 2017. Quando se comparou a variação dos eventos por décadas, observou-se que existe uma tendência de incremento do número de registros e de municípios atingidos por eventos danosos.

Municípios atingidos e decretos de situação de emergência

4.1. Municípios atingidos por risco de desastres hidrológicos no Rio Grande Do Sul

A implantação e o desenvolvimento de muitas cidades do Rio Grande do Sul ocorreram por intermédio dos rios, gerando solicitações variadas ao ambiente natural, alterando sua dinâmica com modificação ou aceleração de inúmeros processos. Conforme Mendonça (2011), os conflitos emergentes na cidade devem ser analisados levando em conta as formas como se dá a interação sociedade-natureza, principalmente, nos casos conflituosos e geradores de eventos danosos.

Entre os processos que podem ocasionar situações de risco e, por conseguinte, um desastre natural, destacam-se os processos hidrológicos, que, conforme Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), são definidos pelas inundações, enxurradas e alagamentos.

Este capítulo apresenta uma espacialização dos eventos hidrológicos no estado do Rio Grande do Sul. Para definir a probabilidade da ocorrência, avaliou-se o número de eventos registrados e o número de anos que ocorreram eventos durante a pesquisa de 1980 até o ano de 2020, totalizando 40 anos de análises. Os dados foram calculados pelo número de eventos registrados para cada município e número de anos ($X = (n.ev + (n.anos \times 1,25))/40$). Após a espacialização dos dados, os valores foram graduados em intervalos iguais. O quadro 4.1 apresenta os intervalos utilizados na espacialização dos dados.

Nessa análise, identificou-se 79 municípios como os mais representativos em relação ao número de eventos e que apresentam a maior recorrência nos anos pesquisados. A figura 4.1 apresenta a espacialização dos municípios mais afetados pelos eventos hidrológicos, indicando o grau de probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos.

Quadro 4.1. Grau de probabilidade da ocorrência de Processos Hidrológicos.

Grau de Probabilidade	Probabilidade Anual da Ocorrência de Eventos
Muito Baixa probabilidade de processo hidrológico causando danos	0 – 0,055
Baixa probabilidade de processo hidrológico causando danos	0,056 – 0,3
Média probabilidade de processo hidrológico causando danos	0,301 – 0,6
Alta probabilidade de processo hidrológico causando danos	0,601 – 1
Muito Alta probabilidade de processo hidrológico causando danos	>1,01

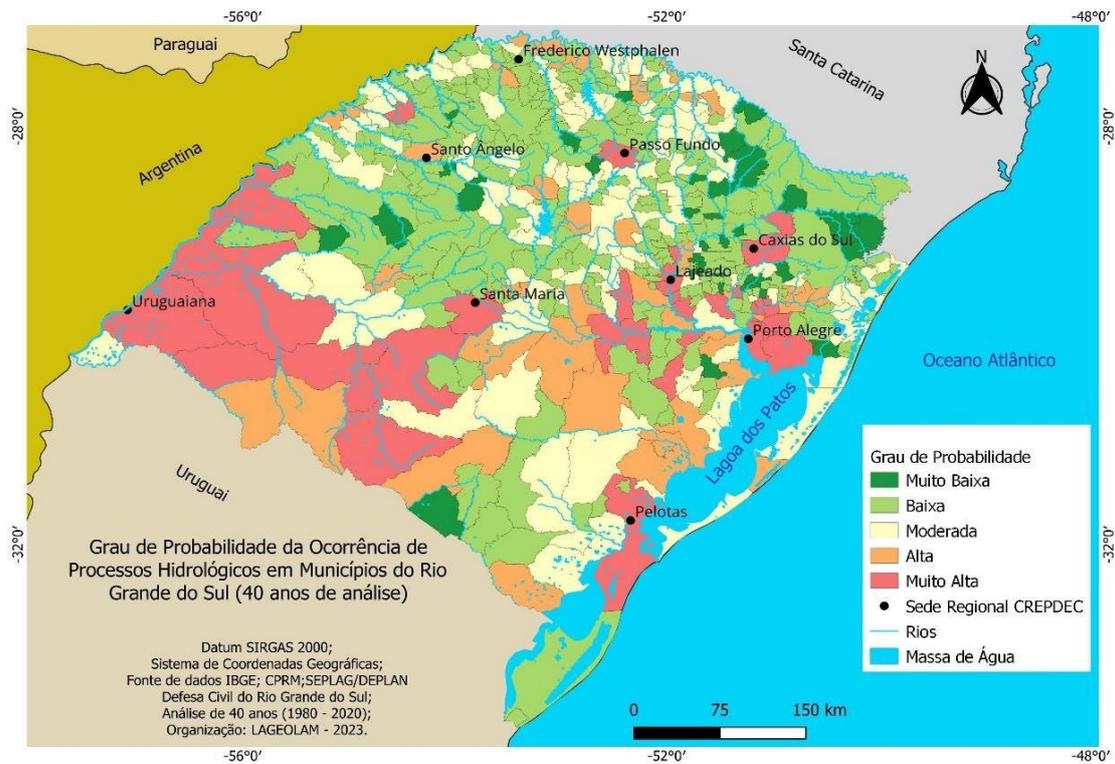


Figura 4.1. Mapa com a probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos no Rio Grande do Sul para 40 anos de análise (1980-2020). (Fonte: autores)

Os 36 municípios com muito alta probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos são representados por:

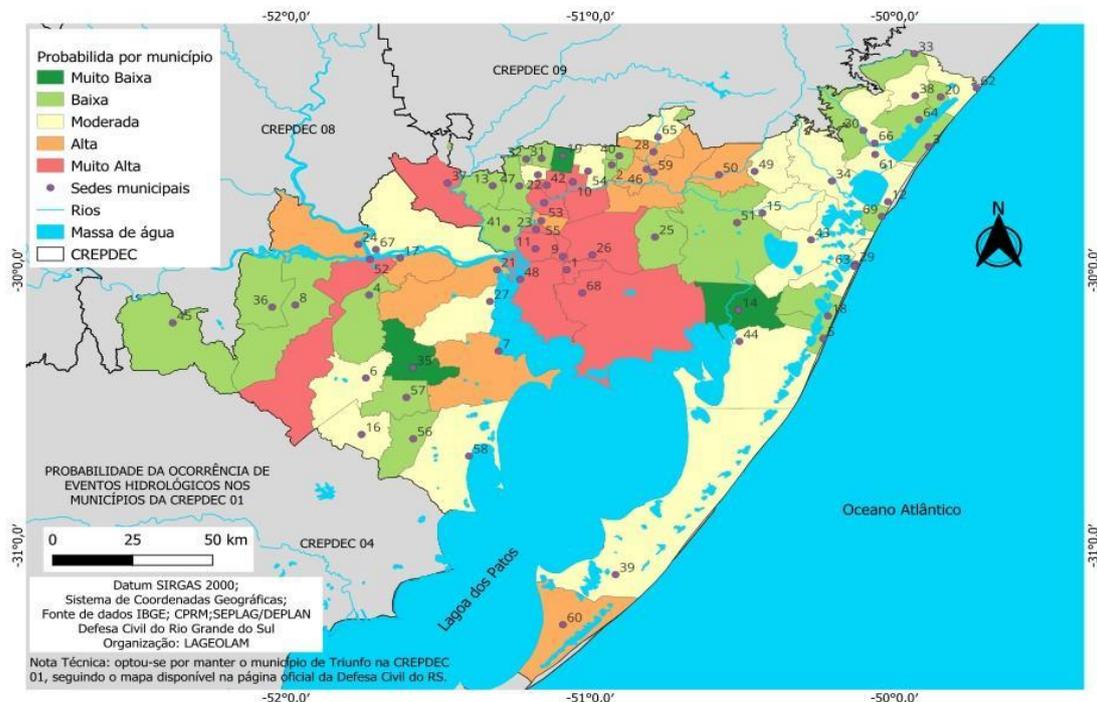
Alegrete	Alvorada	Arroio do Meio
Bom Retiro do Sul	Cachoeirinha	Campo Bom
Canoas	Caxias do Sul	Cruzeiro do Sul
Dom Pedrito	Encantado	Esteio
Estrela	Itaqui	Gravataí
Lajeado	Montenegro	Novo Hamburgo
Passo Fundo	Pelotas	Porto Alegre
Quaraí	Rio Grande	Rio Pardo
Rosário do Sul	Santa Cruz do Sul	Santa Maria
Santa Rosa	São Borja	São Gabriel
São Jerônimo	São Leopoldo	São Sebastião do Caí
Taquari	Uruguaiana	Viamão

Para organização e apresentação dos dados, optou-se por separar a descrição dos municípios, classificados como muito alta probabilidade, seguindo a sequência das Coordenadorias Regionais de Proteção e Defesa Civil (CREPDEC). Nos mapas, é possível verificar o número de municípios atendidos por cada regional, além do grau de probabilidade de ocorrência de processos hidrológicos.

4.1.1. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 01 – CREPDEC 01

A CREPDEC 01 localiza-se na porção leste do Rio Grande do Sul, abrange um total de 71 municípios, dos quais 15 apresentam uma condição de muito alta probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos (FIGURA 4.2). Os

municípios dessa regional são banhados por sistemas fluviais do Rio dos Sinos, Rio Gravataí e do Rio Jacuí, além de lacustres. No sistema lacustre, os eventos podem estar atrelados a excedentes pluviais, bem como a ação do vento no processo de represamento dos sistemas lacustres.



Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município
1	Alvorada	11	Canoas	21	Eldorado do Sul	31	Ivoti	41	Nova Santa Rita	51	Santo Antônio da
2	Araricá	12	Capão da Canoa	22	Estância Velha	32	Lindolfo Collor	42	Novo Hamburgo	52	São Jerônimo
3	Arroio do Sal	13	Capela de Santana	23	Esteio	33	Mampituba	43	Osório	53	São Leopoldo
4	Arroio dos Ratos	14	Capivari do Sul	24	General Câmara	34	Maquiné	44	Palmares do Sul	54	Sapiranga
5	Balneário Pinhal	15	Caraá	25	Glorinha	35	Mariana Pimente	45	Pantano Grande	55	Sapucaia do Sul
6	Barão do Triunfo	16	Cerro Grande do Sul	26	Gravataí	36	Minas do Leão	46	Parobé	56	Sentinela do Sul
7	Barra do Ribeiro	17	Charqueadas	27	Guaíba	37	Montenegro	47	Portão	57	Sertão Santana
8	Butiá	18	Cidreira	28	Igrejinha	38	Morinhos do Sul	48	Porto Alegre	58	Tapes
9	Cachoeirinha	19	Dois Irmãos	29	Imbé	39	Mostardas	49	Riozinho	59	Taquara
10	Campo Bom	20	Dom P. de Alcântara	30	Itati	40	Nova Hartz	50	Rolante	60	Tavares

Figura 4.2. Municípios da CREPDEC 01 e respetiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

4.1.1.1. Municípios de Muito Alta Probabilidade na CREPDEC 01

A proximidade a grandes rios e aos sistemas lacustres são os principais causadores dos desastres. Os 12 municípios que apresentam uma condição de muito alta probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos são:

Alvorada	Cachoeirinha	Campo Bom
Canoas	Esteio	Gravataí
Montenegro	Novo Hamburgo	Porto Alegre
São Jerônimo	São Leopoldo	Viamão

1) Alvorada

A origem do povoamento da cidade de Alvorada dá-se a partir de famílias vindas de Laguna/SC, que se estabeleceram em Viamão, constituindo comércios. Uma das formas de circulação de mercadorias era por meio do rio Gravataí.

O município, antes 3º Distrito de Viamão, emancipou-se no dia 17 de setembro de 1965, conforme a lei estadual nº 5.026, com nome associado a homenagem ao Palácio da Alvorada, que havia sido inaugurado poucos anos antes, e o fato de os trabalhadores acordarem nas primeiras horas da manhã para trabalhar em Porto Alegre. Conforme IBGE (2022), o município apresenta uma população de 187.315 habitantes e densidade demográfica de 2.612,48 hab/km².

Os dados levantados mostram que Alvorada tem registro de eventos em 20 anos nos 40 anos pesquisados. Alvorada é drenada pela bacia hidrográfica do Rio Gravataí (FIGURA 4.3). O afluente, Arroio Feijó, é responsável pelos principais processos hidrológicos de risco (FIGURA 4.4).



Figura 4.3. Imagem da área urbana, destacando os principais segmentos de drenagem presentes em Alvorada. O Arroio Feijó, no limite com Porto Alegre, está associado aos principais processos hidrológicos na área urbana. (Fonte: autores)



Figura 4.4. Município de Alvorada. Alagamentos pela cheia do Arroio Feijó em 2015 (Fonte: oalvoradense.com.br)

2) Cachoeirinha

Cachoeirinha foi emancipada de Gravataí em 15 de maio de 1966. O nome do município tem origem em uma pequena cachoeira existente no rio Gravataí que secava em épocas de estiagem. A dragagem do leito do rio, feita para permitir melhores condições de navegação, fez com que a cachoeira desaparecesse. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 136.258 habitantes e densidade demográfica de 3.112,48 hab/km². Cachoeirinha tem registro de eventos em 21 anos dos 40 anos pesquisados. A cidade localiza-se na margem direita do rio Gravataí, que, comumente, ao extravasar causa danos à população (FIGURA 4.5 e 4.6).



Figura 4.5. Imagem da área urbana de Cachoeirinha, com destaque para as áreas do rio Gravataí, principal desencadeador dos processos hidrológicos. (Fonte: autores)



Figura 4.6. Inundações na Vila Olaria em 2013, na cidade de Cachoeirinha. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

3) Campo Bom

A colonização da cidade começou em 1825, com a vinda dos imigrantes alemães para o Vale do Rio dos Sinos. A origem do nome do município veio dos tropeiros que conduziam o gado dos Campos de Cima da Serra passando pela localidade. Os tropeiros descansavam à sombra de árvores, enquanto o gado pastava nos campos. A vila de Campo Bom foi elevada a distrito de São Leopoldo em 1927. A localidade desenvolveu-se e conseguiu a emancipação em 31 de janeiro de 1959. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 62.886 habitantes e densidade demográfica de 1.038,08 hab/km².

Campo Bom tem registro de eventos em 17 anos nos 40 anos pesquisados. A cidade localiza-se na margem direita do rio dos Sinos. O rio dos Sinos e arroios afluentes que cruzam a cidade, como o arroio Schmidt, são responsáveis por processos hidrológicos que causam danos e prejuízos para a população (FIGURA 4.7 e 4.8).



Figura 4.7. Área urbana de Campo Bom com indicação do canal do rio dos Sinos, além do tributário da margem direita, arroio Schmidt, que ocasionam eventos hidrológicos. (Fonte: autores)



Figura 4.8. Inundação na Estrada Pio Doze em 2008 – Município de Campo Bom (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora).

4) Canoas

Em 1871, a construção da estrada de ferro que ligaria São Leopoldo a Porto Alegre teve início. O primeiro trecho da ferrovia foi inaugurado em 1874 e, na atual área de Canoas, foi construída uma estação. O povoamento da região iniciou em torno dessa estação férrea. Os homens da guarda da estação utilizaram uma grande árvore na construção de uma canoa para o serviço da sede, situada às margens do rio dos Sinos. Outras canoas foram feitas com árvores do mato que havia no local que, por esse motivo, ficou conhecido como Capão das Canoas, o que originou o nome da estação, do povoado e, posteriormente, do município. A emancipação de Canoas ocorreu somente em 27 de junho de 1939. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 347.657 habitantes e densidade demográfica de 2.658,15 hab/km².

Canoas tem registro de eventos em 20 anos nos 40 anos pesquisados. O município é banhado pelo rio dos Sinos (divisa de Canoas - Nova Santa Rita) e rio Gravataí (divisa de Canoas - Porto Alegre). O Arroio Araçá cruza vários bairros da cidade, a céu aberto ainda em sua maior parte do curso, porém, está sendo canalizado à medida que o desenvolvimento urbano vem se impondo. Processos hidrológicos que causam danos associam-se ao Rio dos Sinos e ao Arroio Araçá, com inundações e alagamentos (FIGURA 4.9 e 4.10).



Figura 4.9. Imagem da área urbana de Canoas e as drenagens que influenciam a ocorrência de eventos hidrológicos, como o Rio dos Sinos e Jacuí a Oeste, arroio Sapucaia, a Norte, Rio Gravataí, ao Sul, e, cruzando a área urbana, há o Arroio Araçá. (Fonte: autores)



Figura 4.10. Inundação na foz do Arroio Araçá, junto ao Rio dos Sinos em 2020 (Fonte Diário de Canoas)

5) Esteio

O povoado começou a formar-se em 1833, a partir da construção da ferrovia Porto Alegre-Novo Hamburgo. A origem do nome, de acordo com uma das hipóteses, na área onde hoje está a Refinaria Alberto Pasqualini (Refap), havia um depósito de esteios destinados à colocação de trilhos. Já a outra versão atesta que o nome da cidade teve origem em uma ponte sobre o Arroio Sapucaia, sustentada por uma estaca de madeira e conhecida, popularmente, como Ponte do Esteio.

O município de Esteio foi criado pela lei estadual 2.520, de 15 de dezembro de 1954, a partir do município de São Leopoldo. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 76.137 habitantes e densidade demográfica de 2.751,01 hab/km².

Esteio tem registro de eventos em 16 anos nos 40 anos pesquisados. O município é drenado pela Bacia do Rio dos Sinos, sendo que dois arroios, afluentes do Rio dos Sinos, o Arroio Sapucaia e o Arroio Esteio, provocam os processos hidrológicos causadores de danos (FIGURAS 4.11 e 4.12).



Figura 4.11. Área urbana de Esteio com processos hidrológicos associados ao transbordamento do Arroio Sapucaia, no limite com Canoas, e pelo Arroio Esteio, que corta a área urbana. (Fonte: autores)



Figura 4.12. Inundações associadas ao arroio Sapucaia no município de Esteio (Fonte: Cristiano Soares / Especial / CP /2015)

6) Gravataí

A área às margens do Rio Gravataí, que era ponto de passagem entre o Vale do Jacuí e o Litoral Norte (século XVII), tornou-se sede de aldeia indígena no século XVIII. Com a criação dos quatro primeiros municípios do Estado, em 7 de outubro de 1809, a Aldeia dos Anjos alçou-se à condição de distrito de Porto Alegre. Em 11 de junho de 1880, passou à condição de Vila. Quatro meses depois, em 23 de outubro de 1880, foi instalado o município de Gravataí, que, na língua Guarani, significa Rio dos Gravatás (espécie de bromélia que existia em abundância na região). Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 265.074 habitantes e densidade demográfica de 566,05 hab/km².

A cidade de Gravataí tem registro de eventos hidrológicos em 17 anos nos 40 anos pesquisados. O município está localizado, em sua maior parte, na bacia hidrográfica do Rio Gravataí e, em uma pequena parte, da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. O Rio Gravataí é um rio de planície, de baixa velocidade, sinuoso e com muitos meandros. Grande parte das áreas urbanizadas está localizada na margem direita do Rio Gravataí com processos de inundação e alagamentos, em vários bairros, localizados na planície de inundação (FIGURAS 4.13 e 4.14).

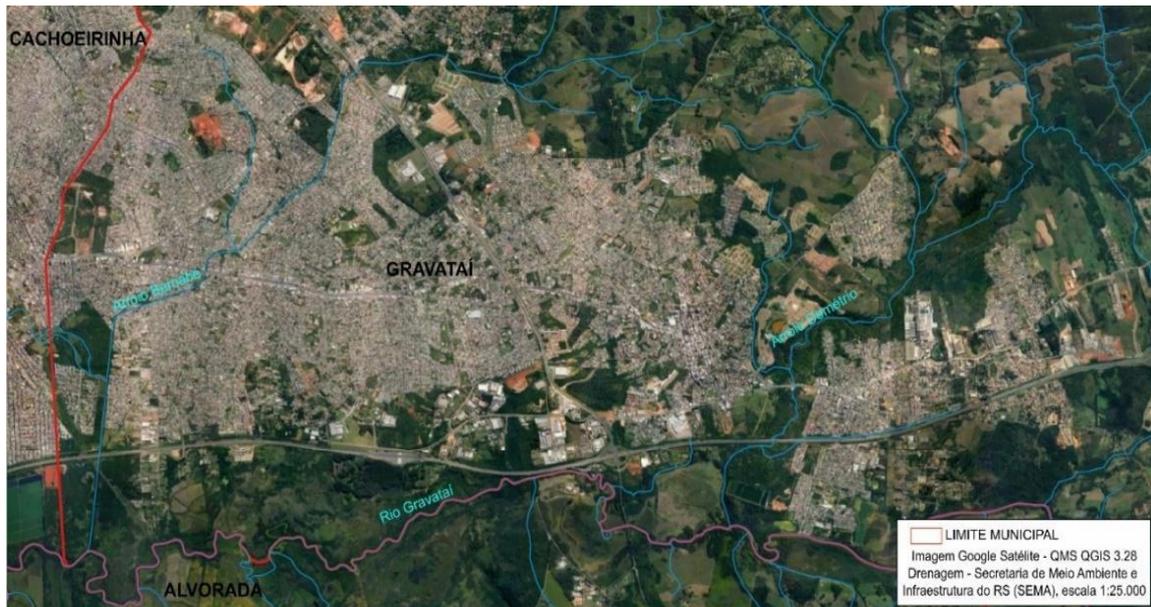


Figura 4.13. Arroio Barnabé, tributário da margem direita do Rio Gravataí. (Fonte: autores)



Figura 4.14. Alagamentos em bairros de Gravataí. Fonte: André Ávila 2015

7) Montenegro

O rio Caí foi importante rota para mercadores do rio da Prata, pela Lagoa dos Patos e pelo rio Jacuí. Os açorianos foram os primeiros a instalar-se no município de Montenegro, à margem direita do rio Caí, na década de 1730 a 1740. Em 1824, chegou o primeiro grupo de imigrantes alemães. Em uma

segunda etapa da imigração, por volta de 1857, imigrantes alemães e italianos. O porto da cidade sobre o rio Caí era ponto de desembarque das famílias de imigrantes que vinham de Porto Alegre em direção as novas colônias.

A primeira designação foi a de "Porto das Laranjeiras", integrando o 2º Distrito da Vila de Triunfo. A partir da Lei nº 630, de 18 de outubro de 1867, passou a denominar-se freguesia de São João do Monte Negro. Em 14 de outubro de 1913, pelo Decreto nº 2.026, a então vila de São João do Monte Negro foi elevada à categoria de cidade, já com a denominação de São João de Montenegro. Em 31 de março de 1938, pelo Decreto nº 7.199, o município foi denominado Montenegro. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 64.322 habitantes e densidade demográfica de 151,34 hab/km².

Montenegro tem registro de eventos hidrológicos em 24 anos nos 40 anos pesquisados. O município de Montenegro é drenado pelo Rio Caí e por pequenos afluentes, alguns dos quais estão localizados na zona urbana, em especial, na porção central da cidade, situada na margem direita do Rio Caí. Alguns dos afluentes são nomeados, como o Arroio da Cria, Arroio Montenegro, Arroio Alfama e o Arroio São Miguel (FIGURA 4.15 e 4.16).



Figura 4.15. Área urbana de Montenegro, Rio Caí e afluentes que produzem inundação e alagamentos. (Fonte: autores)



Figura 4.16. Inundação causada por elevação do Rio Caí, em Montenegro, 2020

8) Novo Hamburgo

Conhecido como Hamburguer-Berg, o núcleo gerador da cidade de Hamburgo Velho foi iniciado em 1824, com a fixação de imigrantes alemães e, posteriormente, italianos. O local era propício à ocupação, porque havia estradas que ligavam o povoado a Porto Alegre, com muitos caminhos de passagem obrigatória. Com a construção da estrada de ferro, em 1876, o movimento comercial foi deslocado e surgiu a New Hamburg. O último núcleo progrediu facilmente, deixando o original em situação secundária.

Novo Hamburgo é considerado a maior cidade de origem alemã do Rio Grande do Sul. O primeiro nome foi Hamburger Berg, que significa Morro dos Hamburgueses e, mais tarde, Hamburgo Velho. Distrito criado com a denominação de Novo Hamburgo, em 1875, desmembrado de São Leopoldo, foi elevado à categoria de município, em 1927. Conforme dados do IBGE (2022), o

município apresenta uma população de 227.646 habitantes e densidade demográfica de 1.022,96 hab/km².

Novo Hamburgo tem significativa ocorrência de eventos hidrológicos. Aconteceram 29 anos nos 40 anos pesquisados. Os processos hidrológicos causadores de danos ocorrem diretamente associados ao Rio dos Sinos e os diversos arroios que formam a rede hidrográfica de Novo Hamburgo. Entre os arroios, destacam-se: Arroio Luís Rau, que corta a cidade de norte a sul, e o Arroio Pampa, que é o segundo maior arroio do município (FIGURA 4.17 e 4.18).

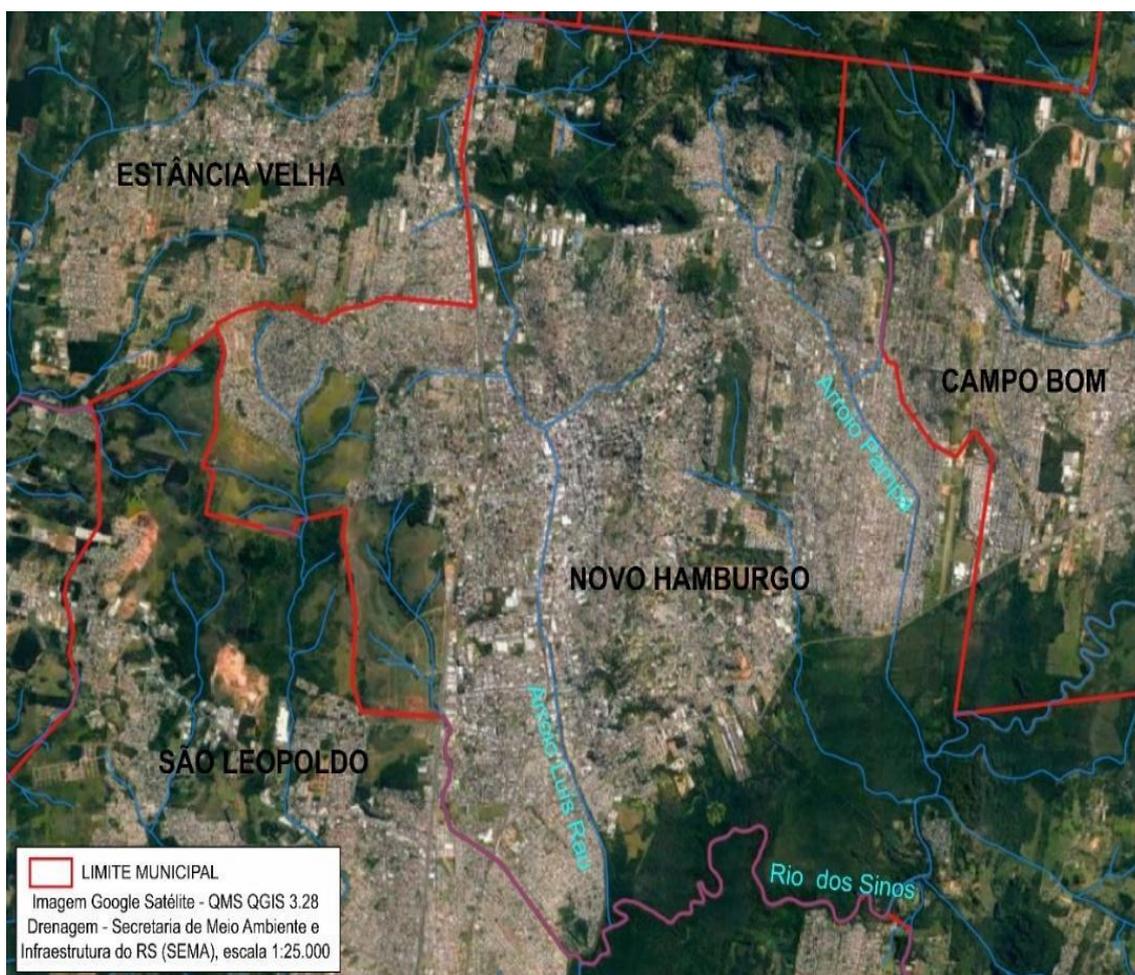


Figura 4.17. Novo Hamburgo, os tributários da margem direita do rio dos Sinos, com destaque aos Arroios Luís Rau e Pampa, são principais geradores de eventos hidrológicos, na figura é possível visualizar que cortam uma área densamente ocupada por edificações. (Fonte: autores)



Figura 4.18. Alagamentos no Bairro Santo Afonso, Novo Hamburgo em 2009
(Fonte: Banco de Dados do Jornal Zero Hora)

9) Porto Alegre

A cidade de Porto Alegre tem, como data oficial de fundação, 26 de março de 1772, com a criação da Freguesia de São Francisco do Porto dos Casais, um ano depois alterada para Nossa Senhora da Madre de Deus de Porto Alegre. O povoamento, contudo, começou em 1752, com a chegada de 60 casais portugueses açorianos.

Porto Alegre tornou-se sede da Capitania de São Pedro do Rio Grande do Sul, recém-criada, e cabeça da comarca de São Pedro do Rio Grande e Santa Catarina, em 1812. Com o crescimento de cidades próximas, como Rio Pardo e Santo Antônio da Patrulha, e em vista de sua privilegiada situação geográfica, na confluência das duas maiores rotas de navegação interna - a do rio Jacuí e a da Lagoa dos Patos - Porto Alegre tornar-se o maior centro comercial da região. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 1.332.845 habitantes e densidade demográfica de 2.690,50 hab/km².

Porto Alegre tem registro de eventos hidrológicos, especialmente alagamentos, em praticamente todos os anos pesquisados, com 36 anos com registros nos

40 anos examinados. Os processos hidrológicos que causam danos na cidade relacionam-se ao Lago Guaíba e, na região norte da cidade, o Rio Gravataí, formando a Bacia do Rio Gravataí e Lago Guaíba (FIGURA 4.19 e 4.20).

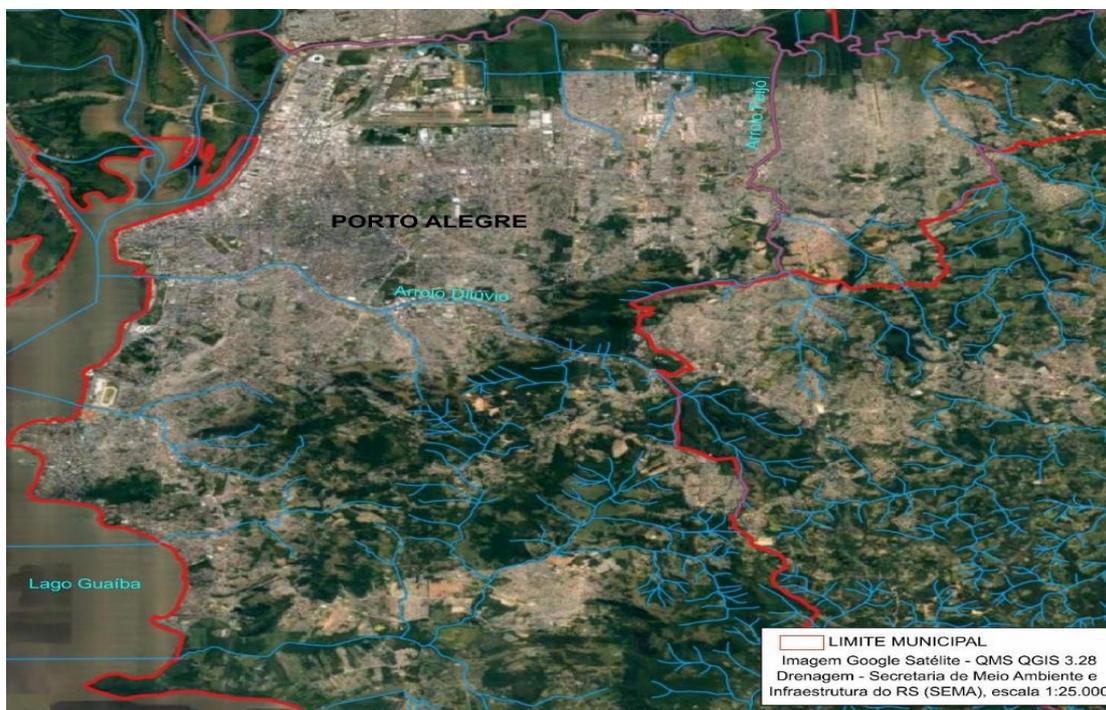


Figura 4.19. Porto Alegre, eventos hidrológicos gerados pela ação fluvial e lacustre do Rio Gravataí e do Lago Guaíba. (Fonte: autores)



Figura 4.20. (a) Bairro Menino Deus Zona Sul de Porto Alegre, 2006; (b) Alagamentos na Zona norte de Porto Alegre em Outubro de 2017; (c) Inundações nas Ilhas do Lago Guaíba, 2009 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora.)

10) São Leopoldo

São Leopoldo foi a primeira cidade fundada por imigrantes alemães no Brasil. A área era um vilarejo conhecido como Feitoria do Linho-cânhamo quando chegaram os primeiros imigrantes alemães à região, em 25 de julho de 1824, enviados pelo imperador brasileiro Dom Pedro I. Essa Feitoria localizava-se junto à margem esquerda do Rio dos Sinos. Os imigrantes eram instalados na feitoria, até que recebessem seus lotes coloniais, sendo que esse núcleo foi batizado "Colônia Alemã de São Leopoldo" em homenagem à Imperatriz Leopoldina, a esposa austríaca de Dom Pedro I. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 217.409 habitantes e densidade demográfica de 2.110,58 hab/km².

São Leopoldo apresenta registro de eventos hidrológicos em 26 anos nos 40 anos pesquisados. As inundações provocam impactos negativos para a economia com elevados prejuízos financeiros e problemas sociais no município de São Leopoldo localizado no Vale do Rio dos Sinos (FIGURA 4.21 e 4.22).

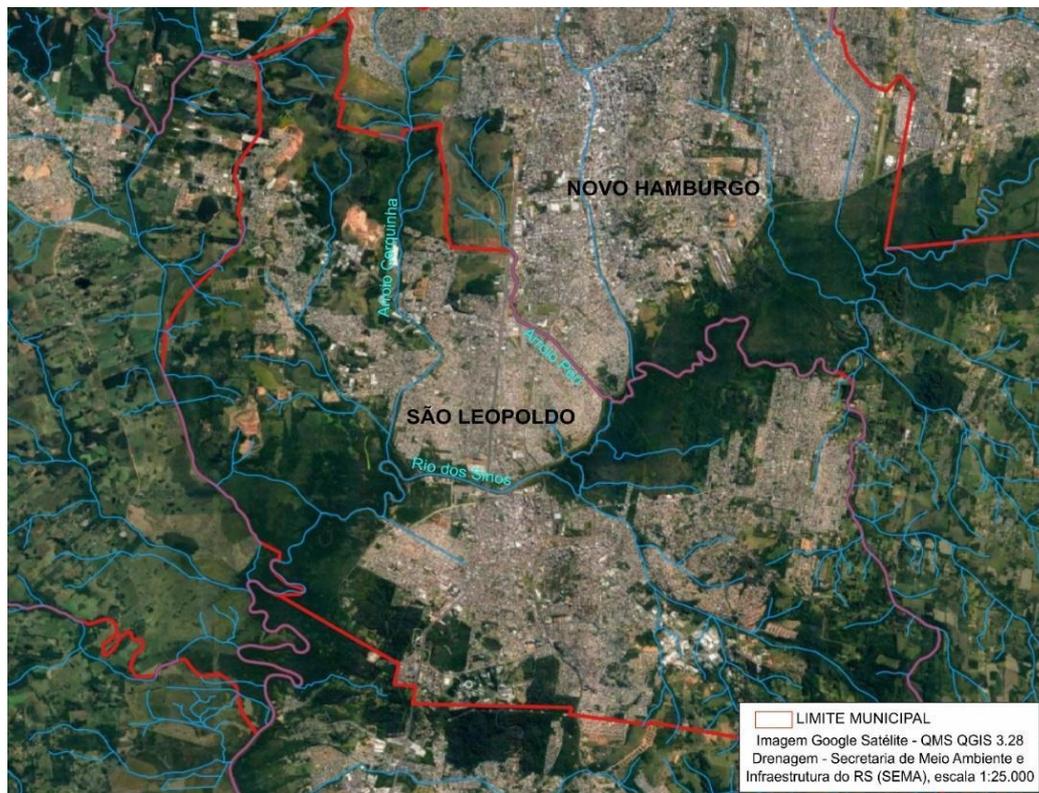


Figura 4.21. Área urbana de São Leopoldo dividida pelo Rio dos Sinos. Eventos hidrológicos ocorrem a partir do rio principal e de tributários que drenam as áreas ocupadas com edificações. (Fonte: autores)



Figura 4.22. Inundação no Bairro Pinheiro, São Leopoldo 2009 – Google Earth

11) São Jerônimo

O município denominava-se "Passo das Tropas", devido às atividades pecuárias às margens do rio Jacuí. São Jerônimo, após atingir grande desenvolvimento econômico, conseguiu emancipar-se de Bom Jesus do Triunfo, elevada à categoria de município em 30 de setembro de 1861. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 21.028 habitantes e densidade demográfica de 22,48 hab/km².

São Jerônimo tem registro de eventos hidrológicos em 22 anos nos 40 anos pesquisados. O aumento do nível do Rio Jacuí, gera grandes danos na área urbana de São Jerônimo (FIGURA 4.23), a qual está localizada na margem direita do referido rio. Cabe destacar que a área urbana do município está localizada próxima à confluências dos rios Taquari e Jacuí, sendo assim, precipitações elevadas em qualquer uma das bacias hidrográficas pode gerar inundações (FIGURA 4.24).



Figura 4.23. Área urbana de São Jerônimo, localizada na margem direita do Rio Jacuí próximo à confluência com o rio Taquari, onde é atingida diretamente pela elevação do rio principal. (Fonte: autores)



Figura 4.24. Alagamentos em São Jerônimo (Fonte: Reprodução / Facebook / CP 2020)

12) Viamão

A origem do nome Viamão é muito controversa. Uma das versões é a de que, a certa altura do Rio Guaíba, pode-se avistar cinco afluentes (rios Jacuí, Caí, Gravataí, Taquari e dos Sinos), que formam uma mão espalmada. Daí a frase: “Vi a mão”. Seria originário do nome “ibiamon”, que significa “Terras de

lbias” (pássaros). Outros afirmam que seria uma passagem entre montes, o que chamavam de via-monte. E existe ainda o relato de que teria, como origem, o antigo nome da cidade de Guimarães, em Portugal que chamava Vimara (nome de origem germânica).

O povoamento iniciou em 1741, quando Francisco Carvalho da Cunha estabeleceu-se nos campos de Viamão, no sítio chamado Estância Grande, onde ergueu a capela dedicada à Nossa Senhora da Conceição. Com a vinda de elementos açorianos, a quem foram doadas várias sesmarias, o povoamento recebeu grande impulso. Em 1880, desmembrou-se de Porto Alegre para tornar-se vila e sede do município. A importância histórica e social de Viamão iniciou quando foi sede das primeiras estâncias de criação de gado. Os grandes rebanhos de gado e cavalos, que existiam na campanha do Rio do Prata, transitavam por Viamão para serem comercializados em Laguna (SC). Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 224.112 habitantes e densidade demográfica de 149,76 hab/km².

Viamão tem registro de eventos hidrológicos em 16 anos dos 40 anos pesquisados. A sede do município de Viamão localiza-se no Baixo-Médio Gravataí e é afetada por alagamentos e inundações associados a canais de drenagem afluentes do rio Gravataí, com destaques aos arroios Fiuza, Feijó e Águas Belas (FIGURA 4.25 e 4.26).

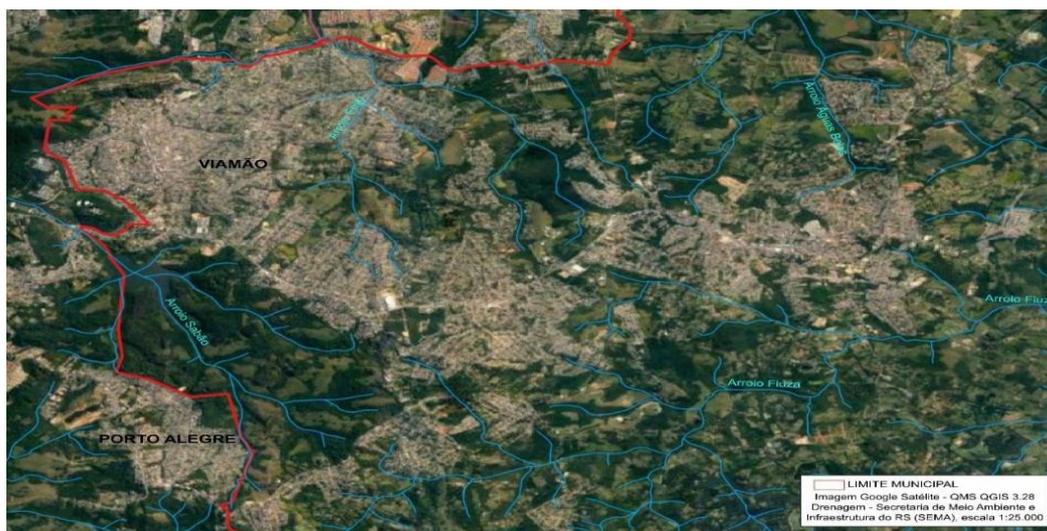


Figura 4.25. Arroios com nascentes nas imediações da área urbana de Viamão, onde os processos hidrológicos estão associados a esses rios de baixa hierarquia fluvial. (Fonte: autores)



Figura 4.26. Alagamentos provocados pelo arroio Feijó no Bairro Vila Augusta – Viamão 2017. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

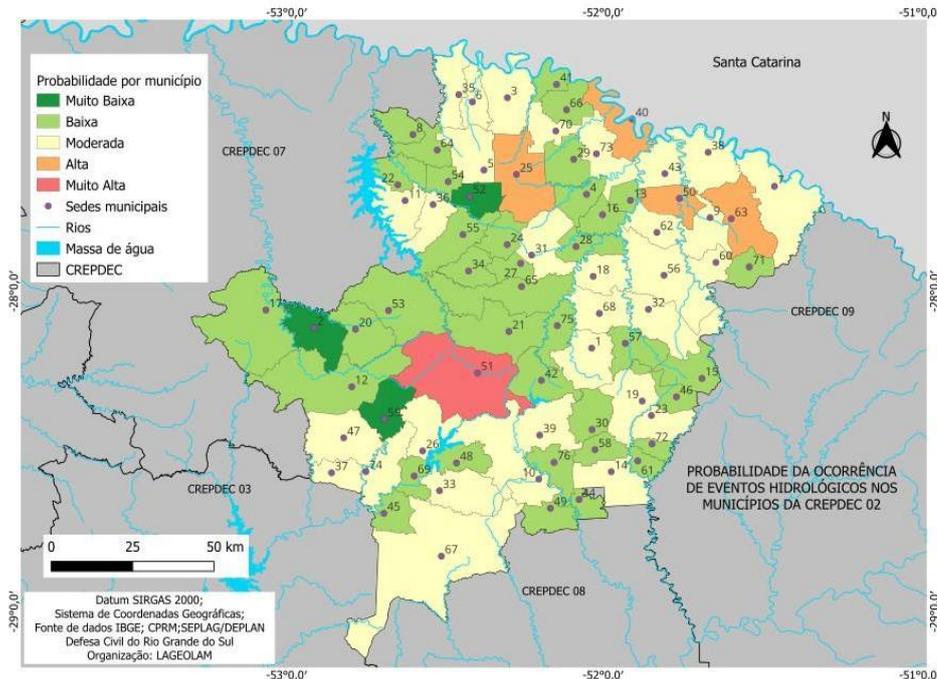
4.1.1.2. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 02

A CREPDEC 02 está localizada na porção norte do Estado, tem um total de 76 municípios, conforme a figura 4.27. Os municípios que estão localizados na porção central da regional caracterizam-se por estarem próximos às cabeceiras de drenagem de importantes bacias hidrográficas do Estado, como tributários do Rio Uruguai (Alto Uruguai), Rio Jacuí e do Rio Taquari-Antas. Nessa CREPDEC, tem destaque o município de Passo Fundo, o qual se apresenta com muito alta probabilidade de ocorrência de eventos. Nessa regional, um município apresenta muito alta probabilidade para ocorrência de eventos hidrológicos e quatro municípios apresentam alta probabilidade.

1) Passo Fundo

A história de surgimento de Passo Fundo está associada ao caminho de tropeiros e à concessão de Sesmarias. A fundação das primeiras fazendas possibilitou o surgimento de povoados. O local foi elevado à categoria de vila em 1857 e à condição de cidade com a denominação de Passo Fundo em 1890.

Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 206.215 habitantes e densidade demográfica de 262,89 hab/km².



Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município	Cód	Município
1	Água Santa	11	Campinas do Sul	21	Coxilha	31	Getúlio Vargas	41	Mariano Moro	51	Passo Fundo	61	São D. do Sul	71	Tupanci do Sul
2	Almirante T. do Sul	12	Carazinho	22	Cruzaltense	32	Ibiaçá	42	Mato Castelhano	52	Paulo Bento	62	São João da Uruga	72	Vanini
3	Aratiba	13	Carlos Gomes	23	David Canabarro	33	Ipirapuitã	43	Maximiliano de Almeida	53	Pontão	63	São José do Ouro	73	Viadutos
4	Áurea	14	Casca	24	Erebango	34	Ipiranga do Sul	44	Montauri	54	Ponte Preta	64	São Valentim	74	Victor Graeff
5	Barão de Cotegipe	15	Caseiros	25	Erechim	35	Itatiba do Sul	45	Mormaço	55	Quatro Irmãos	65	Sertão	75	Vila Lângaro
6	Barra do Rio Azul	16	Centenário	26	Ernestina	36	Jacutinga	46	Muliterno	56	Sananduva	66	Severiano de Almeida	76	Vila Maria
7	Barracão	17	Chapada	27	Estação	37	Laço dos T. Cantos	47	Não-Me-Toque	57	Santa C. do Sul	67	Soledade		
8	Benjamin C. do Sul	18	Charua	28	Floriano Peixoto	38	Machadinho	48	Nicolau Vergueiro	58	Santo A. do Palma	68	Tapejara		
9	Cacique Doble	19	Ciriaco	29	Saurama	39	Marau	49	Nova Alvorada	59	Santo A. do Planalto	69	Tio Hugo		
10	Camargo	20	Coqueiros do Sul	30	Gentil	40	Marcelino Ramos	50	Paim Filho	60	Santo E. do Sul	70	Três Arroios		

Figura 4.27. Municípios da CREPDEC 02 e respetiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

Passo Fundo é berço de cinco das 25 bacias hidrográficas do estado. Nas terras do município, nascem águas que abastecem e são responsáveis diretas pelo desenvolvimento de 61% dos municípios gaúchos: 302 dos 497. Em uma grande área situada no interior da cidade, no distrito de Povinho Velho, entre Passo Fundo e Mato Castelhano, existe uma vereda de pequenas nascentes que são as formadoras das bacias do Passo Fundo, Alto Jacuí, Apuaê-Inhandava que compõem a Bacia do Alto Uruguai e do Taquarí-Antas.

Os danos causados por processos hidrológicos ocorrem, principalmente, devido ao Rio Passo Fundo e ao Arroio Santo Antônio (FIGURA 4.28 e 4.29) que cortam a cidade. Passo Fundo tem registro de eventos em 14 anos nos 40 anos pesquisados.



Figura 4.28. Áreas urbanizadas que estão nas adjacências do rio Passo Fundo e do Arroio Santo Antônio. (Fonte: autores)



Figura 4.29. Alagamentos em Passo Fundo em outubro de 2016. (Fonte: RedaçãoON)

4.1.1.3. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 03

A CREPDEC 03 localiza-se na porção central do Rio Grande do Sul, conta um total de 53 municípios (FIGURA 4.30).

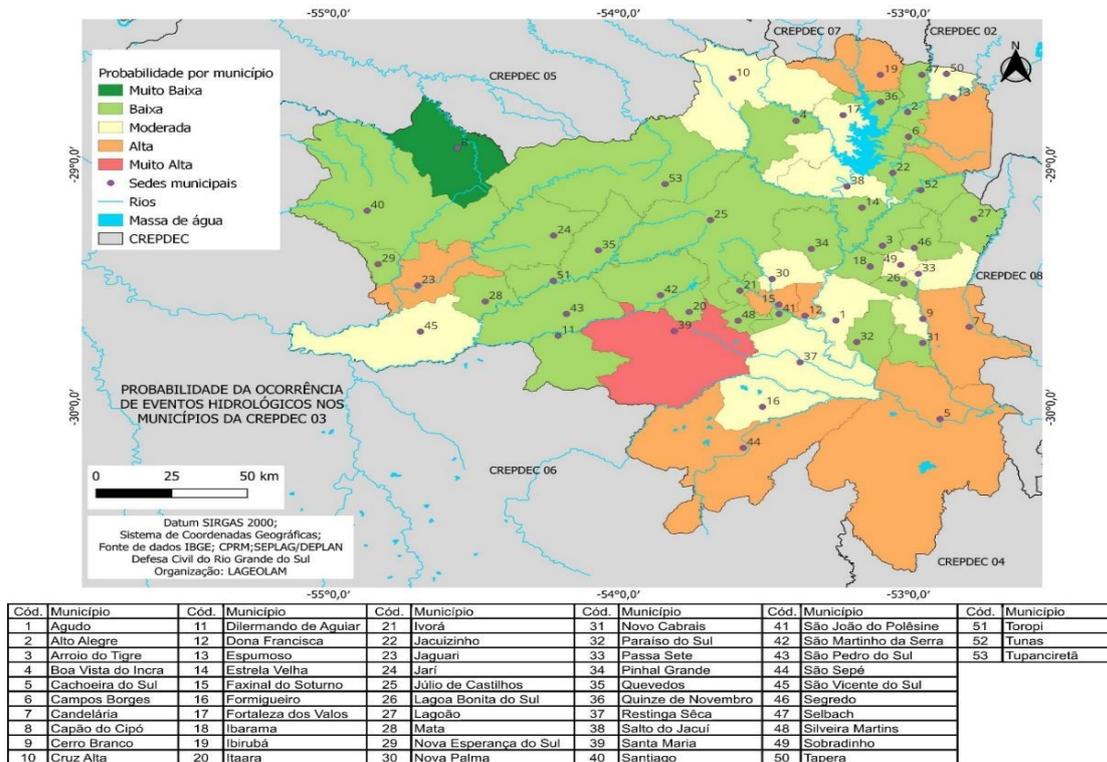


Figura 4.30. Municípios da CREPDEC 03 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

Os eventos hidrológicos nessa regional estão associados a tributários dos rios Ibicuí e Vacacaí-Vacacaí Mirim e os eventos observados estão vinculados a episódios de alagamentos e inundações. O município de Santa Maria destaca-se, apresentando muito alta probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos danosos.

1) Santa Maria

Santa Maria tem sua formação histórica assinalada por um acampamento militar e seu crescimento deu-se paulatinamente em fases distintas: foi Acampamento, depois Povoado, Distrito de Cachoeira do Sul, Freguesia, Vila e,

por fim, Cidade. A emancipação política de Santa Maria ocorreu em 17 de maio de 1858, quando foi instalada a Primeira Câmara Municipal e foi elevada à categoria de cidade em 1876. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 271.735 habitantes e densidade demográfica de 152,64 hab/km².

O município é drenado pela Bacia Hidrográfica do Vacacaí-Vacacaí-mirim. O processo de risco que mais tem causado perdas e danos está relacionado às inundações e aos alagamentos. A cidade de Santa Maria registrou eventos hidrológicos em 23 anos nos 40 anos pesquisados. O Arroio Cadena, que drena grande parte da área urbana do município, é o mais importante fator causador das inundações e dos processos de alagamentos (FIGURA 4.31 e 4.32).

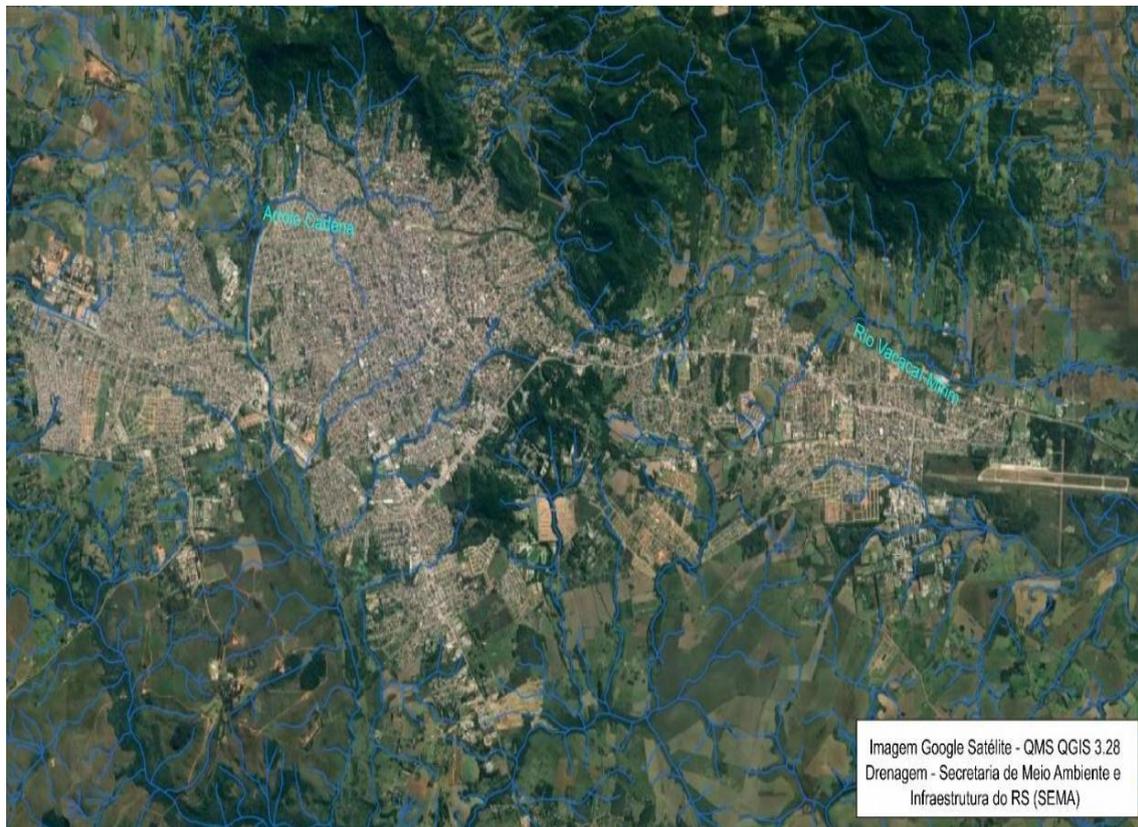


Figura 4.31. Área urbana de Santa Maria e localização dos arroios Cadena e Vacacaí-Mirim que geram inundações e alagamentos. (Fonte: autores)



Figura 4.32. Alagamentos no Bairro Urlândia em Santa Maria, 2010 (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

4.1.1.4. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 04

A CREPDEC 04 localiza-se na porção Sul do Estado, onde os processos hidrológicos ocorrem associados à dinâmica fluvial e lacustre. Nessa região, podem ocorrer inundações associadas à retenção das águas da Lagoa dos Patos pela ação do vento. Essa regional conta com 27 municípios, dos quais Rio Grande e Pelotas destacam-se com muito alta probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos (FIGURA 4.33).

1) Pelotas

A história do povoado começou em junho de 1758, com a primeira ocupação de suas terras, sendo que, em 1763, fugindo da invasão espanhola à parte do atual território do Rio Grande do Sul, muitos habitantes buscaram refúgio nas terras da futura cidade. Mais tarde, vieram também os retirantes da Colônia do Sacramento do Uruguai, entregue pelos portugueses aos espanhóis

em 1777. Em 1780, instalaram-se as primeiras charqueadas que geraram grande desenvolvimento para o povoado. Fundada em 1812, passou à condição de vila em 1832. Três anos depois, foi elevada à categoria de cidade com o nome de Pelotas, em homenagem às rústicas embarcações feitas com couro animal e quatro varas de corticeiras, para a travessia dos rios.

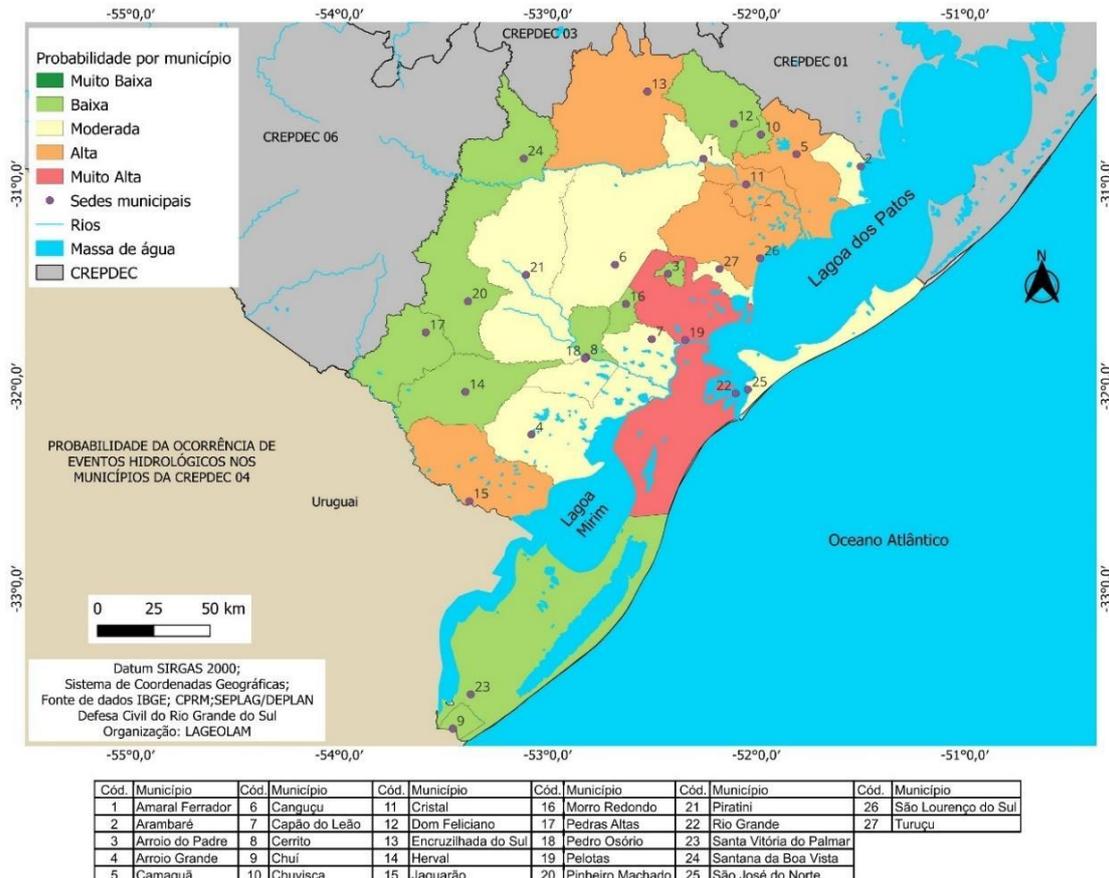


Figura 4.33. Municípios da CREPDEC 04 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 325.685 habitantes e densidade demográfica de 202,44 hab/km².

O sistema hídrico de Pelotas é formado pelo Arroio Pelotas, Arroio Santa Bárbara, Canal São Gonçalo e Lagoa dos Patos, a maior lagoa de água doce do mundo e com enorme potencial econômico e turístico. O Canal São Gonçalo é navegável em toda a sua extensão e constitui-se como ligação entre as lagoas dos Patos e Mirim (FIGURA 4.34).

Pelotas tem registro de eventos em 25 anos nos 40 anos pesquisados. Os Arroios Santa Bárbara, Pelotas e as zonas marginais ao canal São Gonçalo provocam inundações e alagamentos na cidade (FIGURA 4.35). Isso pode ser agravado quando as águas são represadas pelo forte vento, elevam o nível da Lagoa dos Patos e, conseqüentemente, o nível do São Gonçalo.



Figura 4.34. Área urbana, o canal São Gonçalo que liga as lagoas Mirim e dos Patos, além de processos fluviais atrelados aos arroios Pelotas e Santa Barbara. (Fonte: autores)



Figura 4.35. Inundação na cidade de Pelotas (2004). Fonte: Nauro Júnior

2) Rio Grande

Com as lutas entre espanhóis e portugueses pela posse das terras, em 1737, o local foi escolhido para a construção do Forte de Jesus-Maria-José, tendo sido promovida a vinda de índios catequisados e famílias do Rio de Janeiro e de Laguna. Formou-se, assim, a povoação de Rio Grande de São Pedro, a cidade mais antiga do estado do Rio Grande do Sul. Elevado à categoria de vila com a denominação de Rio Grande em 1751.

Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 191.900 habitantes e densidade demográfica de 71,53 hab/km².

Rio Grande tem registro de eventos hidrológicos em 21 anos nos 40 anos pesquisados. A cidade do Rio Grande é margeada pela Lagoa dos Patos, que é o escoadouro natural de um sistema hidrográfico que abrange mais de metade do estado do Rio Grande do Sul (FIGURA 4.36). O vento SW causa uma elevação no nível d'água do estuário. No oceano adjacente, o transporte leva a um empilhamento de água na costa. Eventualmente, a associação de altas descargas fluviais das principais bacias contribuintes do sistema Patos-Mirim com fortes ventos do quadrante sul são responsáveis por inundações sem que haja precipitação local (FIGURA 4.37).



Figura 4.36. Área urbana de Rio Grande, rodeada pela Lagoa dos Patos. (Fonte: autores)



Figura 4.37. Ruas inundadas pelo aumento do nível da Lagoa dos Patos, 2015 (Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Grande)

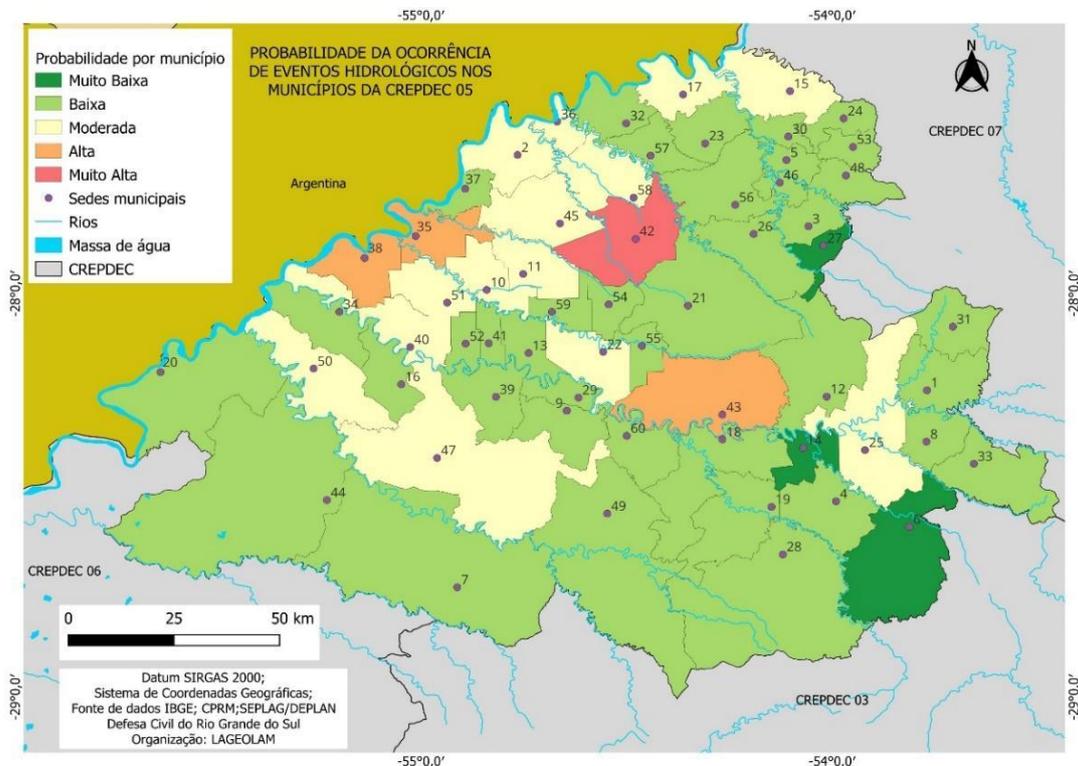
4.1.1.5. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 05

A CREPDEC 05 localiza-se na porção noroeste do Rio Grande do Sul, em uma região conhecida pela origem das cidades a partir das reduções jesuíticas. Essa regional conta com 60 municípios (FIGURA 4.38), nos quais os eventos hidrológicos estão associados a inundações ocasionadas, diretamente, pelo Rio Uruguai e seus tributários da margem esquerda (médio Uruguai). Na porção central e leste da regional, os principais problemas hidrológicos estão ligados aos tributários dos Rios Ijuí, Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, os quais geram inundações e alagamentos. Nessa regional, tem destaque o município de Santa Rosa, o qual apresenta muito alta probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. Nessa regional, um município apresenta muito alta probabilidade para ocorrência de eventos hidrológicos e três municípios apresentam alta probabilidade.

1) Santa Rosa

A cidade de Santa Rosa integrava o território dos Sete Povos das Missões, fundada pelos jesuítas. Em 1915, quando entrou em execução um plano de

loteamento de terras para assentar a população que já habitava a região, foi criada a colônia 14 de Julho. Em 1931, o interventor do estado assinou o decreto-lei que criou o município de Santa Rosa.



Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município
1	Ajuricaba	11	Cândido Godói	21	Giruá	31	Nova Ramada	41	Salvador das Missões
2	Alecrim	12	Catuípe	22	Guarani das Missões	32	Novo Machado	42	Santa Rosa
3	Alegria	13	Cerro Largo	23	Horizontina	33	Pejuçara	43	Santo Ângelo
4	Augusto Pestana	14	Coronel Barros	24	Humaitá	34	Pirapó	44	Santo Antônio das Missões
5	Boa Vista do Buricá	15	Crissiumal	25	Ijuí	35	Porto Lucena	45	Santo Cristo
6	Boa Vista do Cadeado	16	Dezesseis de Novembro	26	Independência	36	Porto Mauá	46	São José do Inhacorá
7	Bossoroca	17	Doutor Maurício Cardoso	27	Inhacorá	37	Porto Vera Cruz	47	São Luiz Gonzaga
8	Bozano	18	Entre-Ijuís	28	Jóia	38	Porto Xavier	48	São Martinho
9	Caibaté	19	Eugênio de Castro	29	Mato Queimado	39	Rolador	49	São Miguel das Missões
10	Campina das Missões	20	Garruchos	30	Nova Candelária	40	Roque Gonzales	50	São Nicolau
								51	São Paulo das Missões
								52	São Pedro do Butiá
								53	Sede Nova
								54	Senador Salgado Filho
								55	Sete de Setembro
								56	Três de Maio
								57	Tucunduva
								58	Tuparendi
								59	Ubiretama
								60	Vitória das Missões

Figura 4.38. Municípios da CREPDEC 05 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 76.963 habitantes e densidade demográfica de 157,27 hab/km².

O município de Santa Rosa está incluído na Bacia Hidrográfica do Médio Uruguai (FIGURA 4.39). A sede do município localiza-se na Bacia hidrográfica do Rio Santo Cristo com os arroios afluentes que cruzam a área urbana, causando inundações e alagamentos (FIGURA 4.40), com registro de eventos em 17 anos nos 40 anos pesquisados.



Figura 4.39. Área urbana de Santa Rosa, cortada por rios de baixa hierarquia fluvial que geram alagamentos. (Fonte: autores)



Figura 4.40. - Inundação associado ao Lajeado Pessegueiro - Santa Rosa 2020 (Fonte: Banco de Dados do Jornal Zero Hora)

4.1.1.6. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 06

A CREPDEC 06 localiza-se na porção oeste do Rio Grande do Sul, apresenta 24 municípios, dos quais oito apresentam muito alta probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos: Alegrete, Dom Pedrito, Itaqui, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Gabriel, Uruguai (FIGURA 4.41).

Nessa regional, os eventos ocorrem associados a inundações no Rio Uruguai (Baixo Uruguai) e em seus principais tributários, com ênfase aos rios Ibicuí, Ibirapuitã, Santa Maria. Nessa CREPDEC, além das inundações associadas aos tributários do Rio Uruguai, há eventos hidrológicos vinculados ao Rio Vacacaí, tendo destaque o município de São Gabriel, com muito alta probabilidade.

Na Figura 4.41, é possível verificar que dos 24 municípios, oito apresentam muito alta probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos.

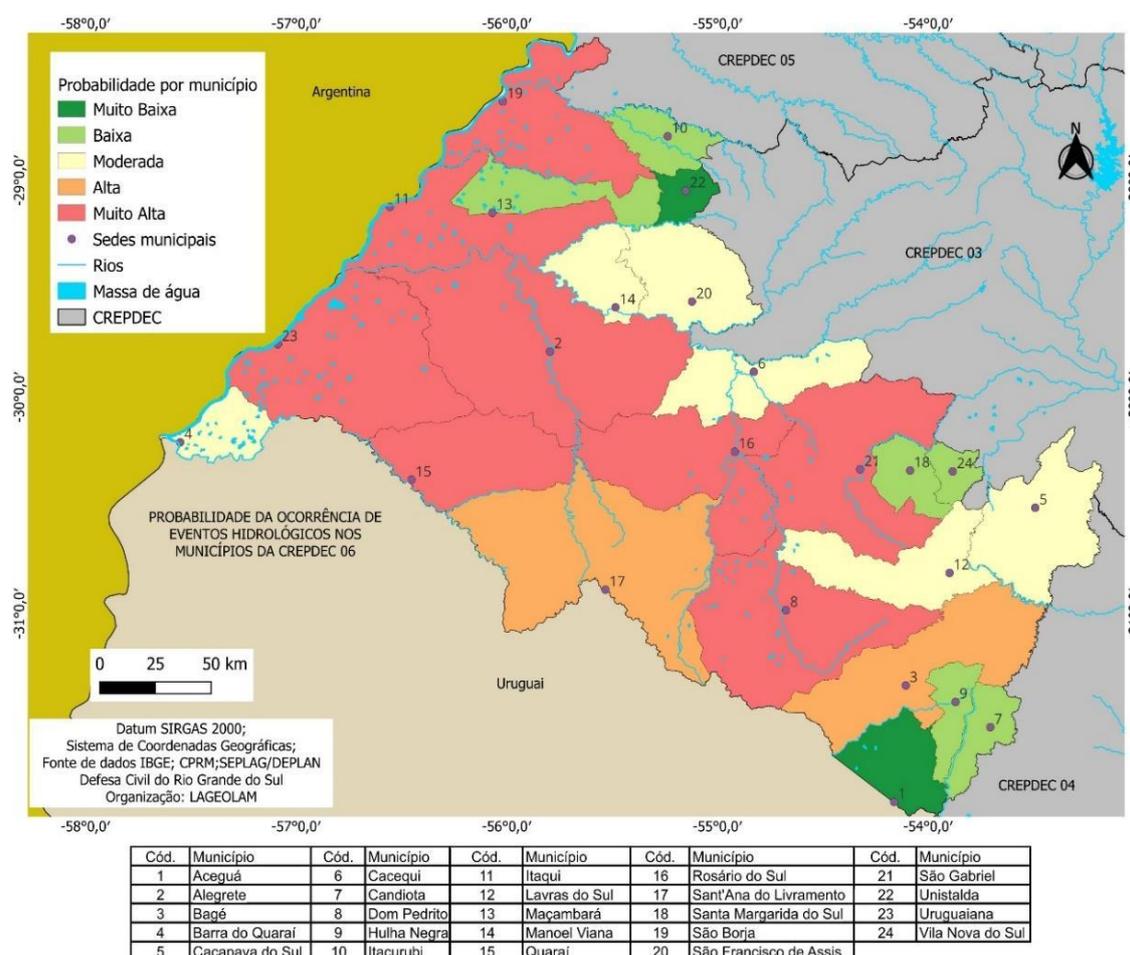


Figura 4.41. Municípios da CREPDEC 06 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

1) Alegrete

A origem do município de Alegrete relaciona-se ao estabelecimento de forças militares comandadas por D. Luís Teles da Silva Caminha e Meneses – quinto Marquês de Alegrete - fundador legal de Alegrete, que dele tomou o nome. O povoamento teve sua origem junto ao acampamento militar as margens do rio Ibirapuitã. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 72.409 habitantes e densidade demográfica de 9,28 hab/km².

A região da bacia hidrográfica do Rio Ibirapuitã faz parte do Baixo Uruguai, sendo tributário da margem esquerda do Rio Ibicuí. Alegrete tem registro de eventos em 29 anos nos 40 anos pesquisados. A área urbana desenvolveu-se nas margens do Rio Ibirapuitã e seus tributários, que cruzam a cidade, especialmente o arroio Regalado (FIGURA 4.42). Esses dois cursos de drenagem são responsáveis por importantes processos hidrológicos que geram inúmeros danos e perdas à população (FIGURA 4.43).



Figura 4.42. Área urbana de Alegrete do segmento do canal principal do Rio Ibirapuitã e do Arroio Regalado. (Fonte: autores)



Figura 4.43. Inundação na cidade do Alegrete no ano de 2015. (Fonte: Prefeitura Municipal)

2) Dom Pedrito

O povoamento da região sede iniciou em 1800, emancipando-se em 1872, desmembrando-se do município de Bagé. Inicialmente, denominou-se N.^a Sra. Do Patrocínio de Dom Pedrito. Posteriormente, passou a chamar-se somente Dom Pedrito e, a partir de 1888, a sede foi elevada à categoria de município. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 36.981 habitantes e densidade demográfica de 7,12 hab/km².

Dom Pedrito tem registro de eventos em 21 anos nos 40 anos pesquisados. A cidade de Dom Pedrito é drenada pelo rio Santa Maria, que nasce no sudeste do município e tem sua foz no rio Ibicuí, desembocando no rio Uruguai, constituindo, assim, um importante tributário da região do Baixo Uruguai (FIGURA 4.44). Os processos de inundação na cidade de Dom Pedrito ocorrem associados à localização da cidade na margem direita do Rio Santa Maria (FIGURA 4.45).



Figura 4.44. - Área urbana de Dom Pedrito e o Rio Santa Maria. (Fonte: autores)



Figura 4.45. Inundação do Rio Santa Maria em 2019. (Fonte <https://m.facebook.com/sentinela24h/photos/>)

3) Itaqui

No local onde hoje está o município de Itaqui, foi feito o primeiro povoamento pelos jesuítas da redução ou missões de La Cruz (hoje, localidade argentina), por volta do ano de 1657. Somente no início do século XIX, foi incorporado às terras portuguesas e, em 1802, foram concedidas as primeiras sesmarias. Em maio de 1879, foi elevado à categoria de cidade. Inicialmente, o nome foi São Patrício de Itaqui. Provavelmente, a origem do nome deve-se às litologias de arenito nas margens do rio Uruguai, que são boas para afiar facas e instrumentos usados pelos índios guaranis, originando, assim, o nome Itaqui, que significa pedra mole, "pedra d'água", própria para afiar. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 35.768 habitantes e densidade demográfica de 10,50 hab/km².

A área urbana de Itaqui é muito afetada pelas cheias do Rio Uruguai (FIGURA 4.46 e 4.47), com registro de eventos hidrológicos em 22 anos nos 40 anos pesquisados.



Figura 4.46. Área urbana de Itaqui, o rio Uruguai e arroios afluentes dos arroios Cambai e Sanga das Olarias. (Fonte: autores)



Figura 4.47. Foto da quadra do Presídio de Itaqui, com a inundação extraordinária de 1983. Cota fluviométrica de aproximadamente 14,52m. (Fonte: FLORES, A. E., FLORES, A. M., 1983).

4) Quaraí

A palavra Quaraí   uma composi o de origem indígena que, na linguagem Tupi-guarani, significa: "Rio das Garças", ou ainda "Rio do Sol". Em 1852, o Governo uruguaio determinou a funda o de San Eugenio, atual cidade de Artigas no Uruguai, o que determinou por parte do governo brasileiro organizar uma guarni o militar na margem direita. Em 1858, foi traçado o projeto da futura povoa o de Quaraí, sendo criada a freguesia de São João Batista de Quaraí. O distrito foi criado em 1859, sendo que, em 1875, criou-se o município e, em 1890, elevou-se a sede municipal   categoria de cidade.

Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma popula o de 23.500 habitantes e densidade demográfica de 7,48 hab/km².

Quaraí tem registro de eventos hidrológicos em 21 anos nos 40 anos pesquisados. As áreas suscetíveis   inunda o na área urbana do município de Quaraí estão representadas pela influência direta do rio Quaraí, nas áreas

localizadas junto às suas margens e, principalmente, seguindo a Sanga da Divisa que limita a leste a área urbana, que pertencem ao Baixo Uruguai (FIGURA 4.48 e 4.49).



Figura 4.48. Área urbana de Quaraí (Fronteira do Brasil com o Uruguai), onde é atingida por inundações ocasionadas pela elevação do nível do Rio Quaraí e seus tributários. (Fonte: autores)



Figura 4.49. Inundação na cidade de Quaraí – Abril de 2017. (Fonte: Prefeitura Municipal de Quaraí)

5) Rosário do Sul

No ano de 1816, teve início o povoamento da sede com instalação do quartel general das forças imperiais que se preparavam para combater o caudilho uruguaio, José Artigas. Em 1859, foi criado distrito com a denominação de Rosário, subordinado ao município de Alegrete, mais tarde, elevado à categoria de vila com a denominação de Rosário. As denominações anteriores, "Nossa Senhora do Rosário" e "Rosário", assim como a denominação atual, ligam-se à Santa Padroeira do lugar, Nossa Senhora do Rosário. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 36.630 habitantes e densidade demográfica de 8,43 hab/km².

Rosário do Sul tem registro de eventos em 15 anos nos 40 anos pesquisados. A cidade de Rosário do Sul localiza-se na margem esquerda do Rio Santa Maria e as inundações ocorrem pelas cheias do rio, que atingem diretamente alguns bairros da área urbana e represa pequenos arroios e antigos canais de drenagem. Esse processo causa importantes danos na zona urbana (FIGURA 4.50 e 4.51).



Figura 4.50. Área urbana de Rosário do Sul e a margem esquerda do Rio Santa Maria. (Fonte: autores)



Figura 4.51. - Inundação do Rio Santa Maria na área urbana de Rosario do Sul em 2019. (Fonte: Banco de dados do Jornal Zero Hora)

6) São Borja

Em meados do século XVII, São Borja foi o primeiro dos chamados Sete Povos das Missões da Companhia de Jesus, que abrigou a nação Guarani. O nome é homenagem a São Francisco de Borja, que foi o 3º geral da ordem dos jesuítas. Por esses motivos, o brasão da cidade ostenta, em campo vermelho (evocativo da terra vermelha das Missões e do sangue guarani), uma Cruz de Lorena em ouro. São Borja foi emancipada do município de Rio Pardo, em 21 de maio de 1834. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 59.676 habitantes e densidade demográfica de 16,50 hab/km².

São Borja apresenta registro de eventos hidrológicos em 25 anos nos 40 anos pesquisados. O município localiza-se na margem esquerda do Rio Uruguai, situado na Bacia do Baixo Uruguai (FIGURA 4.52). A área urbana é suscetível a inundações associadas às margens do Rio Uruguai e da Sanga do Matadouro, à norte da área urbana (FIGURA 4.53).



Figura 4.52. Área urbana de São Borja, rio Uruguai e tributários de menor hierarquia. (Fonte: autores)



Figura 4.53. Inundação em São Borja no ano de 2010. (Fonte: Banco de Dados do Jornal Zero Hora)

7) São Gabriel

A história de São Gabriel iniciou em 1800, quando o naturalista espanhol Félix de Azara, ao chegar ao Cerro do Batovi, fundou a primeira povoação, de origem espanhola. Em 4 de abril de 1846, já no seu atual local - antiga Sesmaria do Trilha, com colonização portuguesa, foi elevada à categoria de vila, com a instalação da Câmara de Vereadores, sendo considerada a data de aniversário de emancipação em 15 de dezembro de 1859, tendo sido elevada à condição de cidade. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 58.487 habitantes e densidade demográfica de 11,57 hab/km².

São Gabriel tem registro de eventos em 21 anos nos 40 anos pesquisados. A área urbana do município está junto à margem esquerda do Rio Vacacaí e tem sido afetada seguidamente por eventos de inundação e pelo represamento de pequenos afluentes, ocorrem alagamentos os quais causam diversos danos (FIGURA 4.54 e 4.55).



Figura 4.54. Área urbana de São Gabriel, indicando o rio Vacacaí e o afluente Sanga da Rivera. (Fonte: autores)



Figura 4.55. Inundação da área urbana de São Gabriel na margem do rio Vacacaí em 2010 (Fonte: Banco de Dados do Jornal Zero Hora)

8) Uruguaiana

No início do século XIX, existia uma localidade chamada Capela de Santana, onde funcionavam um posto fiscal e um acampamento militar e existiam alguns ranchos com moradores. No local, as tropas e os comerciantes costumavam atravessar o rio Uruguai. Entre os anos de 1835 e 1845, a Província do Rio Grande do Sul estava envolta na Revolução Farroupilha e Alegrete seria o último reduto dos farrapos que vinham recuando, em face da perseguição do Exército Imperial. O revolucionário General Bento Gonçalves da Silva, chefe dos revoltosos e Presidente da nova República Riograndense, decretou que se oficializasse uma povoação que habitava às margens do Rio Uruguai, junto ao Posto Fiscal, à esquerda do arroio Itapitocai.

Portanto, Uruguaiana é a única cidade originada do movimento farroupilha. O Decreto, de 24 de fevereiro de 1843, criava uma Capela Curada, denominada Capela do Uruguai, o primitivo nome de Uruguaiana. Essa primeira povoação, por problemas das enchentes do Uruguai foi transladada para o local denominado Capão do Tigre, com o nome de Sant' Ana do Uruguai, estabelecida próxima ao rio Uruguai (local hoje de Uruguaiana). Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 117.210 habitantes e densidade demográfica de 20,56 hab/km².

Uruguaiana registra eventos hidrológicos com danos em 29 anos dos 40 anos pesquisados. Os processos hidrológicos que atingem Uruguaiana estão associados à subida do nível do Rio Uruguai, o qual provoca importantes eventos de inundação na cidade de Uruguaiana (FIGURA 4.56 e 4.57).

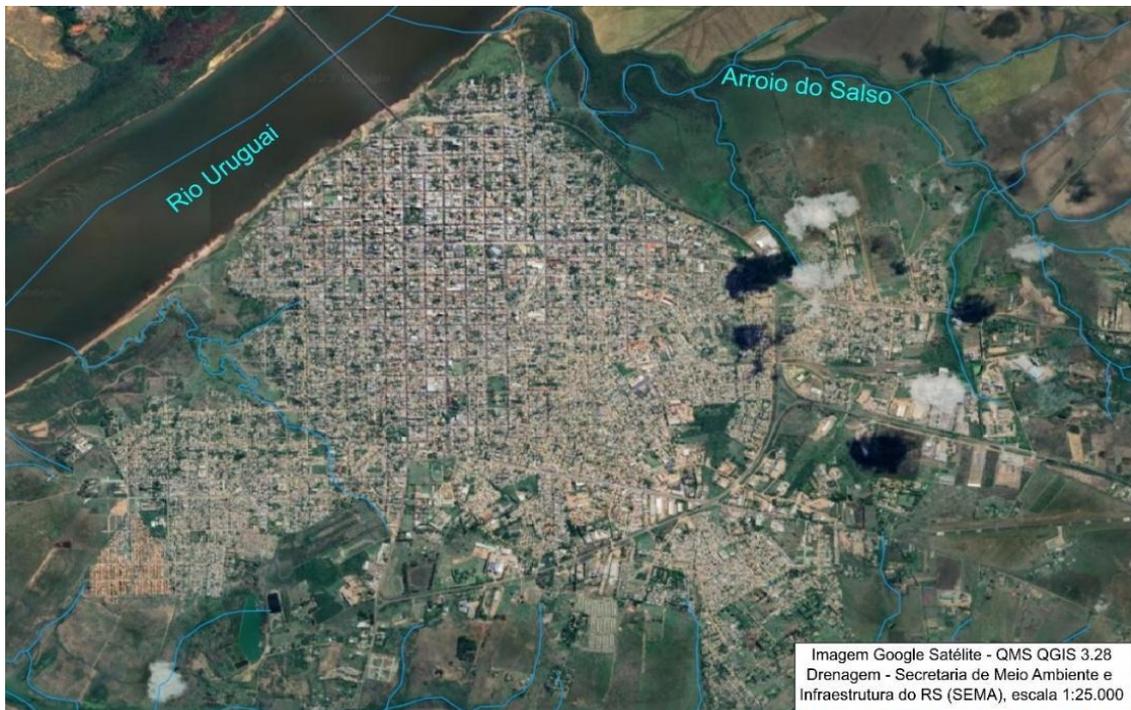


Figura 4.56. Área urbana de Uruguaiana junto à margem esquerda do Rio Uruguai. (Fonte: autores)



Figura 4.57. Inundação histórica de Uruguaiana em agosto de 2017 (Fonte: Prefeitura Municipal)

4.1.1.7. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 07

A CREPDEC 07 localiza-se no norte do Rio Grande do Sul, com 64 municípios, mas não apresenta nenhum com muito alto grau de probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos, porém conta com três municípios que demandam de atenção, por estarem classificados com alta probabilidade, como é caso de Alpestre, Erval Seco, Nonoai e Iraí. Tem-se como destaque ao município de Iraí, cuja área urbana encontra-se na margem esquerda do canal principal do Rio Uruguai (FIGURA 4.58).

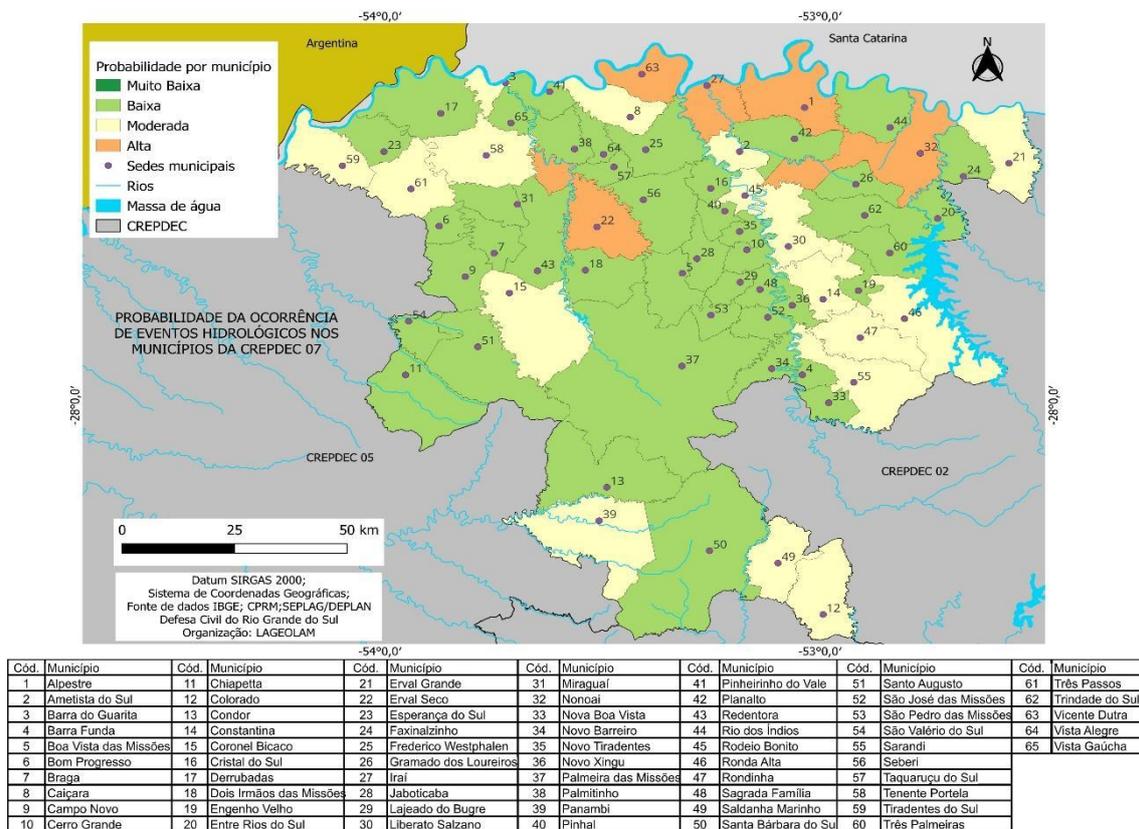


Figura 4.58. Municípios da CREPDEC 07 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

4.1.1.8. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 08

A CREPDEC 08 localiza-se na centro-leste do Rio Grande do Sul, em uma área conhecida como Região dos Vales, a nomenclatura vem de sua posição geomorfológica, a qual é caracterizada pela transição entre dois grandes compartimentos, o Planalto da Serra Geral e a Depressão Central Gaúcha. O destaque centra-se nas inundações geradas pelos Rios Taquarí-Antas e Jacuí,

além de seus tributários. Essa regional conta com 65 municípios, dos quais nove apresentam uma condição de muito alta probabilidade de ocorrência de eventos hidrológicos (FIGURA 4.59). Os nove municípios são: Arroio do Meio, Bom Retiro do Sul, Cruzeiro do Sul, Encantado, Estrela, Lajeado, Rio Pardo, Santa Cruz do Sul e Taquari.

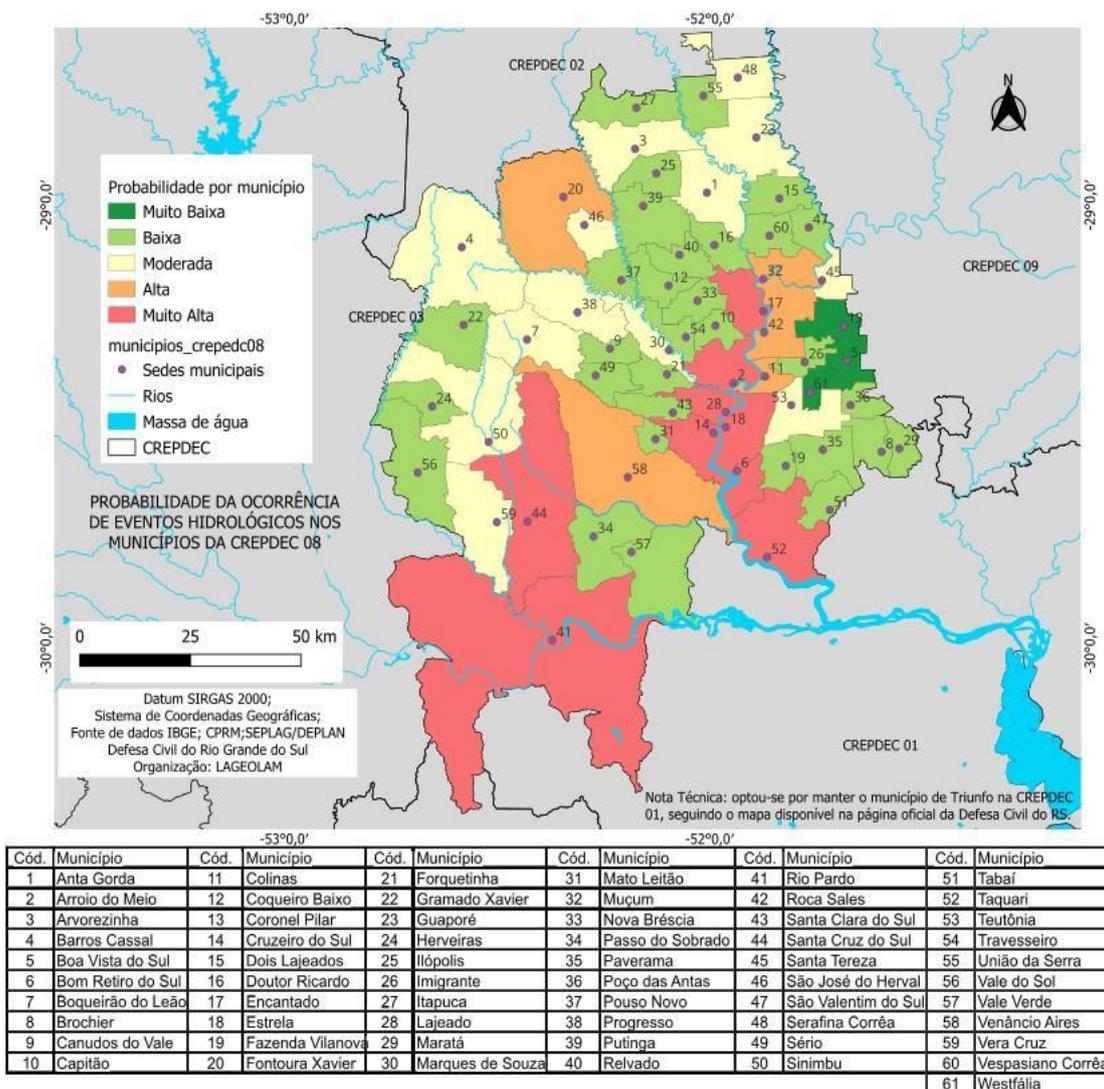


Figura 4.59. - Municípios da CREPDEC 08 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

1) Arroio do Meio

A denominação originou-se da existência de três arroios: o Grande, o Forqueta e o do Meio, este situado entre os dois primeiros. Nas décadas de 1860 e 1870, chegaram famílias de imigrantes alemães, italianos e de outras etnias.

Na época, o povoado era chamado Nossa Senhora do Auxílio da Barra do Arroio do Meio e pertencia a Taquari. Mais tarde, foi parte de Estrela e de Lajeado. Arroio do Meio foi elevado a município em 1934. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 21.958 habitantes e densidade demográfica de 139,78 hab/km².

Arroio do Meio tem registro de eventos em 17 anos nos 40 anos pesquisados. Dois grandes rios marcam a hidrografia de Arroio do Meio: o Rio Taquari e o Rio Forqueta. Além deles, dois importantes arroios, o Arroio Grande e o Arroio do Meio, balizam a história e os costumes do município. Ao mesmo tempo em que os rios conduziam os imigrantes aos novos lares, transportavam sua produção e traziam da mesma forma os produtos que não eram encontrados nessas regiões. As inundações acompanharam o processo de ocupação e desenvolvimento de Arroio do Meio. Existem registros de inundação desde 1873, quando, entre fins de setembro e início de outubro, a cheia do Rio Taquari destruiu casas e plantações. Os desastres hidrológicos são causados por essas drenagens (FIGURA 4.60 e 4.61).

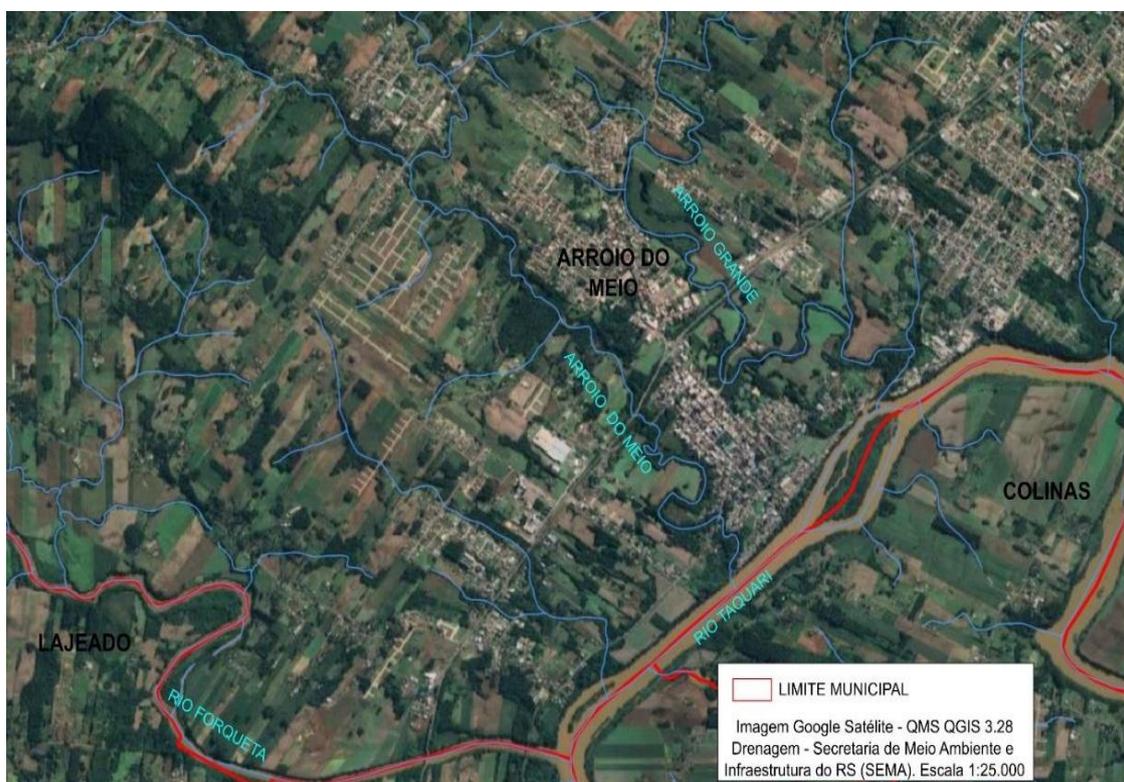


Figura 4.60. Área urbana de Arroio do Meio localizada entre três arroios afluentes do rio Taquari. (Fonte: autores)



Figura 4.61. Cheia do Rio Taquari provocando inundação da área urbana de Arroio do Meio em julho de 2020 (Fonte: Prefeitura Municipal)

2) Bom Retiro do Sul

A data de fundação do núcleo colonial de Bom Retiro do Sul é 15 de março de 1887. O nome de Bom Retiro do Sul provavelmente provém de uma homenagem a Luiz Pereira de Couto Ferraz, visconde de Bom Retiro, parlamentar e ministro do Império do Brasil. Em 1945, a lei que proibia as denominações geográficas homógrafas, o nome foi trocado para Inhandava, palavra indígena que significa “águas que correm”. Mais tarde, a vila voltou a chamar-se Bom Retiro, dessa vez com o acréscimo de “do Sul”, conforme a Lei Municipal de 1949. Desmembrado de Taquari, Bom Retiro do Sul foi elevado à categoria de município pela Lei Estadual nº 3.704, de 31/01/1959. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 12.294 habitantes e densidade demográfica de 119,89 hab/km².

A cidade está localizada na margem direita do rio Taquari, que é responsável pelos processos de inundação que afetam a cidade de Bom Retiro do Sul (FIGURA 4.62 e 4.63). Bom Retiro do Sul tem registro de eventos em 17 anos nos 40 anos pesquisados.

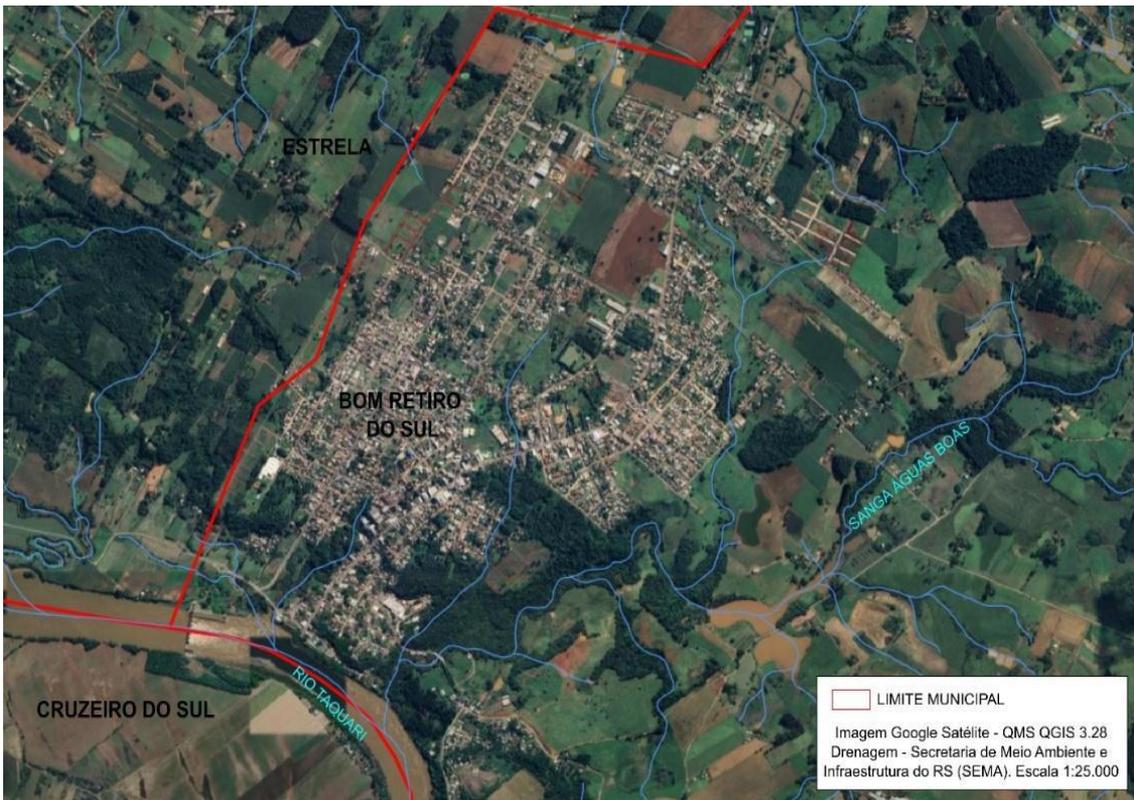


Figura 4.62. Área urbana de Bom Retiro do Sul junto ao Rio Taquari e afluentes. (Fonte: autores)



Figura 4.63. Cheia do Rio Taquari provocando inundação da área urbana de Bom Retiro do Sul em julho de 2020 (Fonte Prefeitura Municipal)

3) Cruzeiro do Sul

O povoamento iniciou na grande área da Fazenda São Gabriel. Como essa denominação trazia confusão com a cidade de São Gabriel, o nome de Cruzeiro do Sul foi proposto por um grupo de cidadãos da vila, acatado o pedido em 1939. Em 22 de novembro de 1963, pela lei 5.097, foi criado o Município de Cruzeiro do Sul. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 11.600 habitantes e densidade demográfica de 74,81 hab/km².

Cruzeiro do Sul tem registro de eventos em 20 anos nos 40 anos pesquisados. O município de Cruzeiro do Sul está inserido na porção baixa do Vale do Taquari, região pertencente à bacia hidrográfica Taquari Antas (FIGURA 4.64). A cidade de Cruzeiro do Sul teve início na margem direita do Rio Taquari, numa área de relevo acentuado, denominado popularmente de morro. O Rio Taquari, além de fonte de água para a comunidade e seus diferentes cultivos, também servia como meio de transporte. Porém, com o crescimento desordenado da população e a falta de planejamento, esse núcleo urbano cresceu para áreas de risco de inundações nas partes mais baixas (FIGURA 4.65).

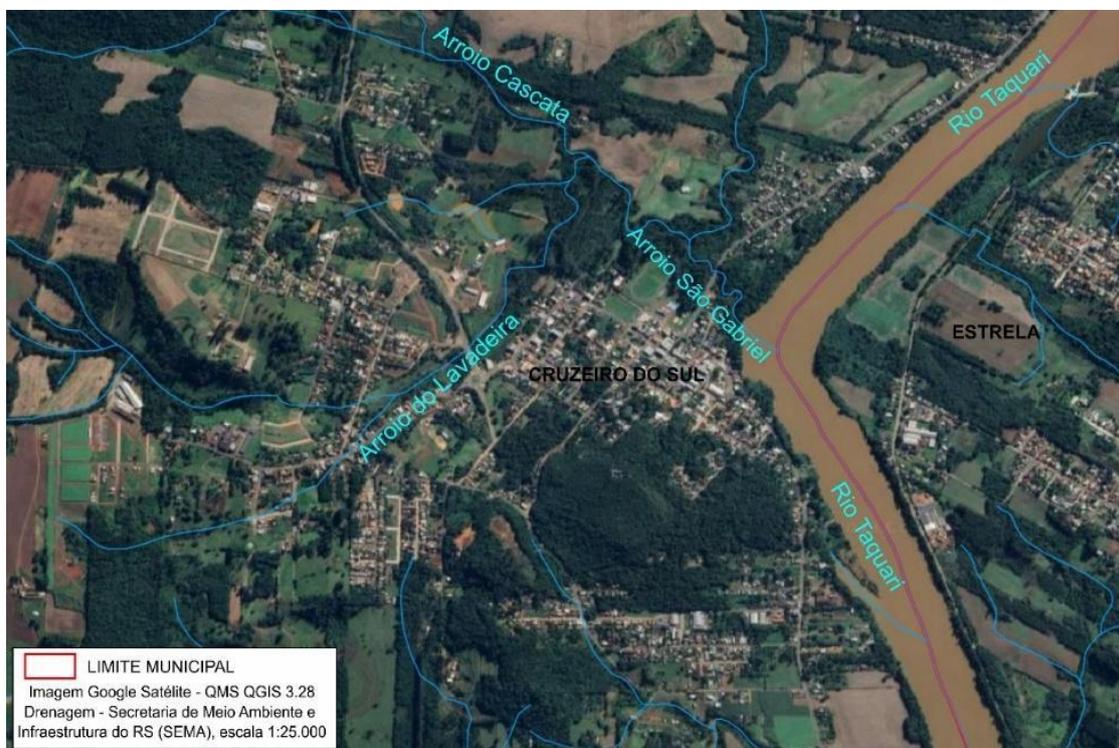


Figura 4.64. Área urbana de Cruzeiro do Sul, do Rio Taquari e do Arroio Lavadeira. (Fonte: autores)



Figura 4.65. Cheia do Rio Taquari provocando inundação da área urbana de Cruzeiro do Sul, em julho de 2020 (Fonte Prefeitura Municipal)

4) Encantado

O topônimo "Encantado" apareceu escrito, pela primeira vez, em 1856, no livro de Registros Paroquial, de Santo Amaro, que traz: "Manoel Joaquim da Silva declara ter posse de terrenos na margem direita do rio Taquari, lado de Santo Amaro, no lugar denominado 'Encantado'". A colonização e o povoamento do território ocorreram oficialmente em 1882, quando aqui se estabeleceram as primeiras famílias, vindas da Itália. Lajeado foi a última dependência de Encantado. Depois disso, adquiriu autonomia político-administrativa em 1915. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 22.962 habitantes e densidade demográfica de 164,01 hab/km².

A situação topográfica de Encantado à margem do Rio Taquari, fazendo parte da Bacia do Taquari-Antas, fez com que o grande escoamento de produtos passasse pelo povoado, mas com o aumento da ocupação, gerou sérios problemas associados à inundação do Rio Taquari (FIGURA 4.66 e 4.67). Encantado tem registro de eventos em 20 anos nos 40 anos pesquisados.

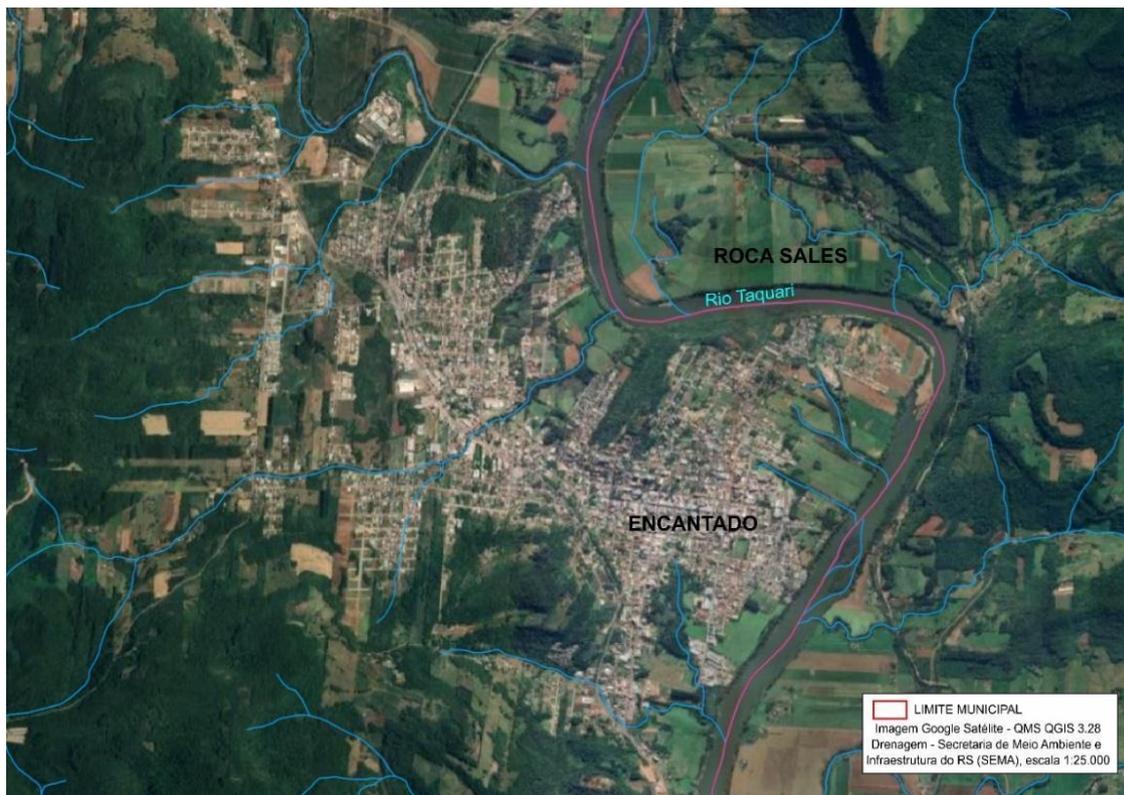


Figura 4.66. - Área urbana de Encantado junto ao Rio Taquari. (Fonte: autores)



Figura 4.67. Cheia do Rio Taquari provocando inundação da área urbana de Encantado em julho de 2020 (Fonte Prefeitura Municipal)

5) Estrela

A fundação está situada por volta do ano de 1856, época em que foi instalada a Fazenda Estrela, com elementos fundamentalmente germânicos. À margem do rio Taquari, o município possui o Porto de Estrela, inaugurado em 1977, cujo acesso é permitido a embarcações de até 2,5 metros de calado com até 90 metros de comprimento e 16 metros de boca, com capacidade de transportar até 3.000 toneladas. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 32.183 habitantes e densidade demográfica de 173,94 hab/km².

Estrela é uma das cidades com mais registros de eventos hidrológicos, tendo ocorrência em 27 anos nos 40 anos pesquisados. O município é banhado pelo rio Taquari estando à sua margem esquerda e é cortado por vários arroios, como o Boa Vista e o Estrela (FIGURA 4.68). Os processos hidrológicos que mais danos causam à cidade estão relacionados ao rio Taquari (FIGURA 4.69).



Figura 4.68. Área urbana de Estrela e do Rio Taquari, e dos arroios Boa Vista e Estrela. (Fonte: autores)



Figura 4.69. Inundação do Rio Taquari na área urbana de Encantado em julho de 2001 (Fonte Prefeitura Municipal)

6) Lajeado

Os primitivos territórios de Estrela e Lajeado, em 1800, foram sesmarias, divididas em fazendas. Essas terras, 1853, foram subdivididas e vendidas a imigrantes alemães e italianos, que vieram estabelecer-se na região. Os colonos alemães e descendentes estabeleceram-se a partir de 1854. Em 1862, deu início ao povoamento de Lajeado com a construção do Engenho. Em 1875, Lajeado foi elevado à categoria de sede distrital. Em 1881, foi elevada à categoria de Freguesia e, em 1891, desmembrou-se do município de Estrela, sendo criado o município de Lajeado, situado à margem direita do Rio Taquari (FIGURA 4.70). Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 93.646 habitantes e densidade demográfica de 1.026,47 hab/km².

As áreas suscetíveis aos desastres de origem hidrológica encontram-se nos bairros ao longo da planície de inundação e naqueles associados aos arroios que compõem a drenagem urbana dos municípios. Os municípios são frequentemente atingidos pelas inundações em razão do transbordamento do Rio Taquari de seu leito e do extravasamento dos principais arroios: Saraquá, Encantado e Engenho (FIGURA 4.71). Em Lajeado, houve a construção de uma área verde para servir como zona de amortecimento de inundações, o Parque

dos Dicks. A canalização e retificados de arroios de menor ordem ocasionam o transbordamento dos arroios e a saída de água por meio dos bueiros e bocas de lobo, assim, as ruas passam a ser canais de drenagem e ocorre a inundação de ruas e residências.

A cidade de Lajeado é uma das cidades com maior número de registro de eventos hidrológicos. O levantamento indicou 28 anos com registros nos 40 anos pesquisados.



Figura 4.70. Área urbana de Lajeado, rio Taquari e os arroios Saraquá, Encantado e Engenho. (Fonte: autores)



Figura 4.71. Vista panorâmica da inundação ocorrida em 03 de outubro de 2001 na cidade de Lajeado/RS (Prefeitura Municipal/Defesa Civil)

7) Rio Pardo

Depois da conclusão do Tratado de Madrid, dividindo as áreas de colonização espanhola e portuguesa, surgiu a necessidade de defender a nova fronteira. Para isso, foi erguida, em 1752, em local próximo à confluência do rio Pardo com o Jacuí, o forte Jesus-Maria-José. Em torno da fortificação começou a formar-se o primitivo povoado de Rio Pardo. Em 1807, foi criada a Capitania de São Pedro do Rio Grande do Sul e, em 1809, a freguesia foi elevada à condição de vila, na primeira divisão administrativa do Rio Grande do Sul. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 34.654 habitantes e densidade demográfica de 16,90 hab/km².

A cidade de Rio Pardo tem registro de eventos hidrológicos em 18 anos nos 40 anos pesquisados. As áreas suscetíveis aos desastres de origem hidrológica encontram-se nos bairros ao longo da planície de inundação do Rio Pardo e seus afluentes (FIGURAS 4.72 e 4.73).



Figura 4.72. Área urbana de Rio Pardo drenada entre o rio Pardo e o rio Jacuí. (Fonte: autores)



Figura 4.73. Alagamento do Bairro Praça da Ponte em Rio Pardo, 2015(Fonte: Prefeitura Municipal)

8) Santa Cruz do Sul

A história da cidade começou na década de 1847, quando Santa Cruz do Sul, que era um distrito da cidade vizinha de Rio Pardo, teve demarcados os primeiros lotes na Picada ou Linha Santa Cruz destinados a imigrantes alemães. Os primeiros habitantes vieram das regiões do Reno e da Silésia, por intermédio da lei de incentivo à imigração estrangeira do Governo imperial. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 133.230 habitantes e densidade demográfica de 181,54 hab/km².

A área urbana de Santa Cruz do Sul está posicionada à margem esquerda do Rio Pardinho, afluente do Rio Pardo (FIGURA 4.74). A cidade de Santa Cruz sofre recorrentes inundações causadas pelo Rio Pardinho e por seus tributários na área urbana, com registro de eventos em 20 anos nos 40 anos pesquisados (FIGURA 4.75).



Figura 4.74. Área urbana de Santa Cruz, drenada pelo Rio Pardini e seus tributários. (Fonte: autores)



Figura 4.75. Inundação na Travessa do DAER em abril de 2011, Santa Cruz do Sul, drenada pelo rio Pardini (Fonte: Atlas de desastres naturais do município de Santa Cruz do Sul 1991 a 2016/ Markus Erwin Brose. EDUNISC, 2017)

9) Taquari

A palavra "Taquari" é de origem indígena, tacuara (taquara) e y (água, rio). Portanto, Taquari significa "o rio das taquaras", pois, nas margens do Rio Taquari, havia muitas taquareiras (taquaras), as quais os índios chamavam de tibiquary. Desde o início, a região apresentou-se como um ponto de atração e interesse de ocupação, devido à sua localização e à fertilidade das terras - até hoje características notórias. A criação do município de Taquari deu-se em 4 de julho de 1849, quando a então Freguesia de Taquari desmembrou-se do município de Triunfo e foi elevado à Vila. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 25.198 habitantes e densidade demográfica de 72 hab/km².

Taquari tem registro de eventos em 16 anos nos 40 anos pesquisados. A localização da área urbana na margem esquerda do Rio Taquari gera significativos processos de inundação em períodos de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas (FIGURA 4.76 e 4.77).



Figura 4.76. Área urbana de Taquari na margem esquerda do Rio Taquari e o afluente arroio Potreiro. (Fonte: autores)



Figura 4.77. - Rua Franklin Praia Filho, na área urbana de Taquari, alagada em 2015 (Fonte: Prefeitura Municipal).

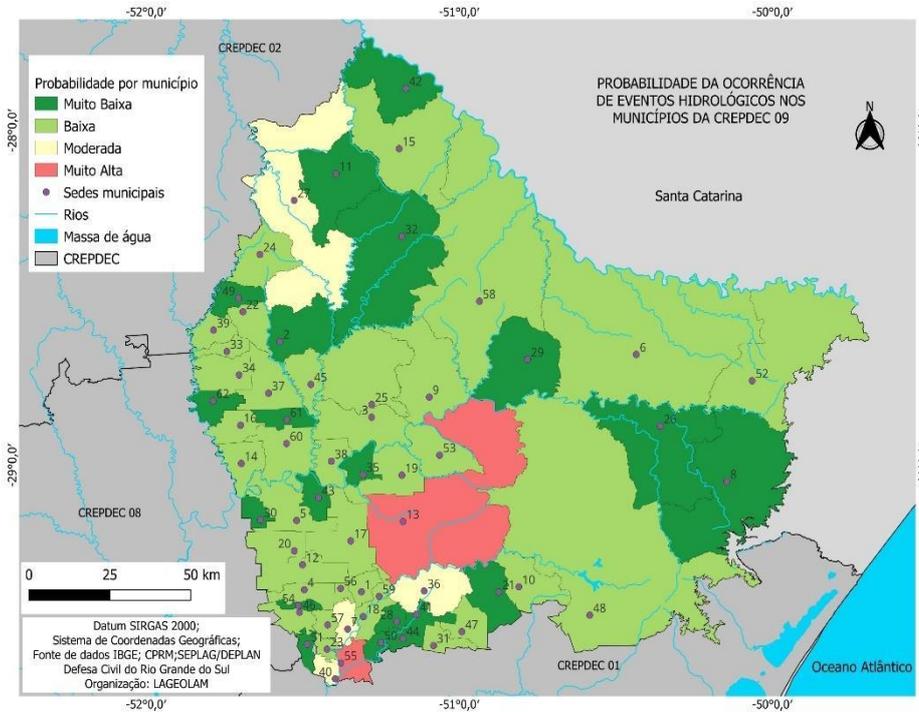
4.1.1.9. Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil 09

A CREPDEC 09 localiza-se no nordeste do Rio Grande do Sul, conta com 62 municípios, dos quais dois apresentam muito alta probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos (FIGURA 4.78) (os municípios de Caxias do Sul e de São Sebastião do Caí). Em termos geomorfológicos, essa área encontra-se nas porções de topo do Planalto e no Sul, tendo a transição para a Depressão Central. Nessa regional, destacam-se os eventos associados a alagamentos em Caxias do Sul e às inundações em São Sebastião do Caí, o qual tem sua área urbana atingida pelas águas do Rio Caí.

1) Caxias do Sul

O governo imperial do Brasil decidiu empreender a colonização de áreas do Planalto nos Campos de Cima da Serra, incentivando a vinda de imigrantes da Itália. Antes da chegada dos imigrantes italianos, no século XIX, a região era habitada por índios caingangues e daí vem sua denominação antiga: Campo dos Bugres até 1877. Naquele ano, a denominação oficial do lugar passou a ser

Colônia Caxias, em homenagem ao Duque de Caxias. Em 1890, foi emancipado, elevando-o à condição de município autônomo. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 463.501 habitantes e densidade demográfica de 280,52 hab/km².



Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município	Cód.	Município
1	Alto Feliz	11	Capão Bonito do Sul	21	Gramado	31	Morro Reuter	41	Picada Café	51	São José do Sul
2	André da Rocha	12	Carlos Barbosa	22	Guabiju	32	Muitos Capões	42	Pinhal da Serra	52	São José dos Ausentes
3	Antônio Prado	13	Caxias do Sul	23	Harmonia	33	Nova Araçá	43	Pinto Bandeira	53	São Marcos
4	Barão	14	Cotiporã	24	Ibiraiaras	34	Nova Bassano	44	Presidente Lucena	54	São Pedro da Serra
5	Bento Gonçalves	15	Esmeralda	25	Ipê	35	Nova Pádua	45	Protásio Alves	55	São Sebastião do Caí
6	Bom Jesus	16	Fagundes Varela	26	Jaquirana	36	Nova Petrópolis	46	Salvador do Sul	56	São Vendelino
7	Bom Princípio	17	Farroupilha	27	Lagoa Vermelha	37	Nova Prata	47	Santa Maria do Herval	57	Tupandi
8	Cambará do Sul	18	Feliz	28	Linha Nova	38	Nova Roma do Sul	48	São Francisco de Paula	58	Vacaria
9	Campestre da Serra	19	Flores da Cunha	29	Monte A. dos Campos	39	Parai	49	São Jorge	59	Vale Real
10	Canela	20	Garibaldi	30	Monte Belo do Sul	40	Pareci Novo	50	São José do Hortêncio	60	Veranópolis
										61	Vila Flores
										62	Vista Alegre do Prata

Figura 4.78. Municípios da CREPDEC 09 e respectiva classificação da probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos. (Fonte: autores)

O município de Caxias do Sul localiza-se sob um divisor de águas, ao norte da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas e, ao sul, a Bacia Hidrográfica do Rio Caí (FIGURA 4.79). Os arroios que se dirigem para o oeste e norte são tributários do Rio Taquari-Antas, os que se dirigem para sul e sudeste, tributários do Rio Caí. Esses arroios são os responsáveis por frequentes alagamentos na cidade de Caxias do Sul (FIGURA 4.80). O município de Caxias do Sul tem registro de eventos em 22 anos nos 40 anos pesquisados.

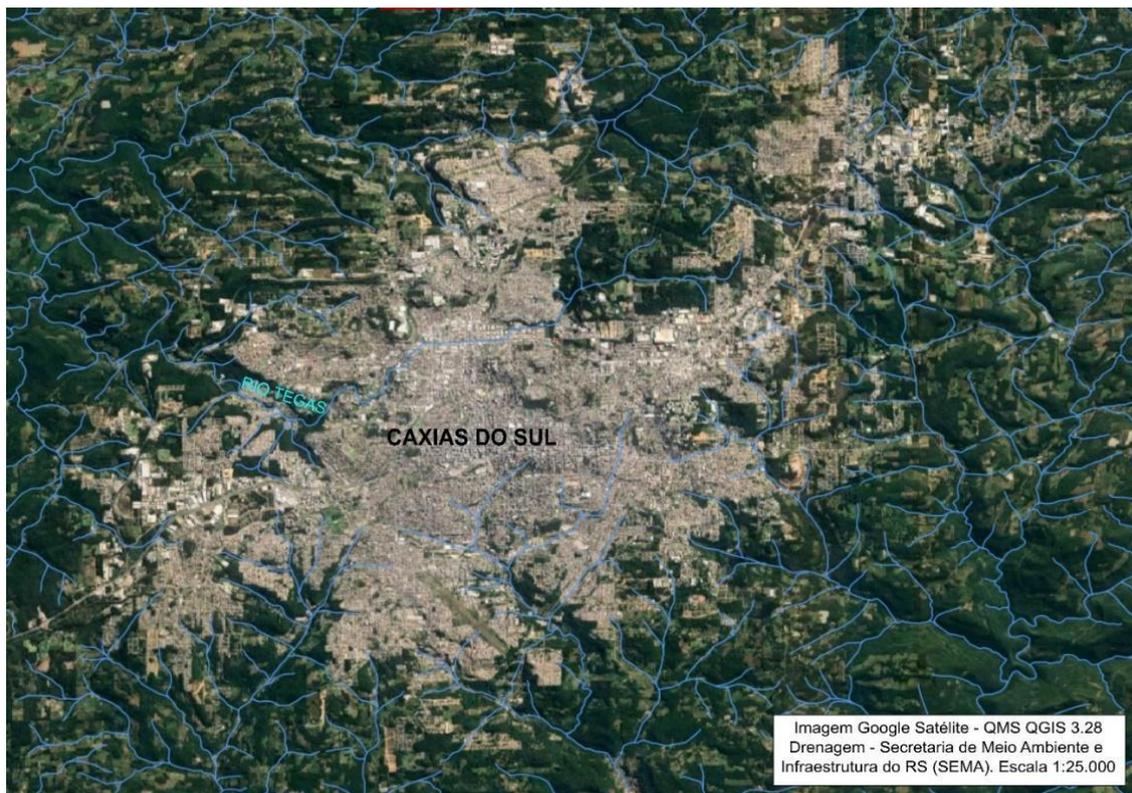


Figura 4.79. Área urbana de Caxias do Sul. (Fonte: autores)



Figura 4.80. Alagamentos no Bairro Santa Catarina, Caxias do Sul em 2006
Fonte: Prefeitura Municipal)

2) São Sebastião do Caí

São Sebastião do Caí traz a herança indígena no nome “Caí”, que significa rio da mata, enquanto São Sebastião refere-se ao nome do padroeiro da cidade.

A cidade de São Sebastião do Caí tornou-se vila em 1875. O Rio Caí foi muito importante para a história de São Sebastião do Caí e essa importância deu-se devido à sua navegabilidade, que proporcionou a possibilidade da construção de um porto, que serviu como escoadouro da produção dos moradores da região. Em função da importância do rio, muitas habitações foram construídas em seu entorno. Conforme dados do IBGE (2022), o município apresenta uma população de 24.428 habitantes e densidade demográfica de 213,73 hab/km².

A localização da área urbana na margem esquerda do Rio Caí faz com que a população tenha que conviver, sistematicamente, com as cheias do manancial (FIGURA 4.81). A cidade de São Sebastião do Caí é uma das mais afetadas por eventos hidrológicos que causam danos (FIGURA 4.82) com registro de eventos em 30 anos dentro dos 40 anos pesquisados.



Figura 4.81. Área urbana de São Sebastião do Caí junto ao rio Caí. (Fonte: autores)



Figura 4.82. Inundação da cidade de São Sebastião do Caí em 1982 (Fonte: Acervo da família Selbach. 2013 PPGH-UNISINOS)

A tabela 4.1 apresenta, de forma resumida, os municípios com muito alta probabilidade de ocorrência de eventos danosos, informações sobre a CREPDEC que o município pertence, a Bacia Hidrográfica e o rio que drena a área urbana, controlando os processos hidrográficos e os anos que ocorreram os desastres.

Tabela 4.1. Dados dos Municípios com alta probabilidade de ocorrência de eventos

(Contínua)

MUNICÍPIO	CREPDEC	BH DA SEDE	DRENAGEM QUE INFLUENCIA OS EVENTOS	ANOS COM DESASTRES POR EVENTOS HIDROLÓGICOS (1980 à 2019)
Alegrete	06	Bacia do Baixo Uruguai	Rio Ibirapuitã	1981;1982; 1983; 1984; 1985; 1986; 1987; 1988; 1990; 1991; 1992; 1993;

(Contínua)

				1994; 1996; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2007;2009; 2010; 2012; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
Alvorada	01	Bacia do Gravataí e Lago Guaíba	Rio Gravataí	1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1994; 1995; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2009; 2013; 2015; 2016; 2017
Arroio do Meio	08	Bacia Taquari- Antas	Rio Taquari	1983; 1988; 1989; 1990; 1992; 1994; 1997; 2000; 2001; 2005; 2007; 2008; 2010; 2011; 2013; 2016; 2017
Bom Retiro do Sul	08	Bacia Taquari- Antas	Rio Taquari	1980;1981;1982;19 83; 1984;1988; 1989; 1990;1997; 2000; 2001; 2005; 2007; 2008; 2010; 2011; 2013
Cachoeirinha	01	Bacia do Gravataí e Lago Guaíba	Rio Gravataí	1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1988; 1994; 1995; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2005; 2009; 2011; 2013; 2014; 2015; 2017; 2018
Campo Bom	01	Bacia Sinos-Caí	Rio dos Sinos	1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1988; 1990; 1993; 1995; 1997; 2002; 2005;

(Contínua)

				2007; 2008; 2011; 2013; 2015
Canoas	01	Bacia Sinos-Caí	Rio dos Sinos	1980; 1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1990; 1995; 1997; 1998; 2000; 2001; 2005; 2009; 2010; 2011; 2013; 2016; 2017; 2018
Caxias do Sul	09	Bacia Taquari- Antas	Afluentes do Rio Caí do Rio das Antas	1980; 1982; 1983; 1985; 1989; 1990; 1994; 1995; 1996; 1997; 2000; 2002; 2003; 2004; 2006; 2007; 2010; 2011; 2012; 2016; 2017; 2019
Cruzeiro do Sul	08	Bacia Taquari Antas	Rio Taquari	1981; 1982; 1983; 1988; 1989; 1990; 1992; 2001; 2002; 2003; 2005; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2013; 2015; 2017; 2019
Dom Pedrito	06	Bacia do Baixo Uruguai	Rio Santa Maria	1982; 1983; 1991; 1992; 1993; 1994; 1995; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2007; 2009; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
Encantado	08	Bacia Taquari Antas	Rio Taquari	1982; 1983; 1984; 1988; 1989; 1990; 1992; 1997; 1998; 2001; 2005; 2007; 2008; 2009; 2010;

(Contínua)

				2011; 2013; 2015; 2016; 2017
Esteio	01	Bacia Sinos-Caí	Rio dos Sinos	1982; 1983; 1984; 1985; 1993; 1994; 1995; 1996; 2000; 2002; 2005; 2011; 2012; 2013; 2015; 2018
Estrela	08	Bacia Taquari Antas	Rio Taquari	1980; 1982; 1983; 1984; 1987; 1988; 1989; 1990; 1992; 1993; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005; 2007; 2008; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2019
Gravataí	01	Bacia Gravataí- Lago Guaíba	Rio Gravataí	1982; 1983; 1984; 1993; 1994; 1995; 1998; 2000; 2001; 2002; 2004; 2005; 2007; 2011; 2013; 2015; 2018
Itaqui	06	Bacia Baixo Uruguai	Rio Uruguai	1980; 1982; 1983; 1984; 1986; 1987; 1989; 1990; 1992; 1993; 1994; 1997; 1998; 2002; 2003; 2005; 2008; 2009; 2014; 2015; 2017; 2019
Lajeado	08	Bacia Taquari Antas	Rio Taquari	1980; 1981; 1982; 1983; 1988; 1989; 1992; 1993; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005;

(Contínua)

				2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2019
Montenegro	01	Bacia Sinos-Caí	Rio Caí	1980; 1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1988; 1990; 1993; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005; 2007; 2008; 2011; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
Novo Hamburgo	01	Bacia Sinos-Caí	Rio dos Sinos	1980; 1981; 1982; 1983; 1984; 1988; 1990; 1993; 1994; 1995; 1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
Passo Fundo	02	Bacia do Alto Uruguai	Rio Passo Fundo	1982; 1983; 1984; 1988; 1989; 1990; 1992; 1997; 1998; 2000; 2002; 2011; 2013; 2018
Pelotas	04	Bacias Litorâneas	Lagoa Mirim, Canal São Gonçalo, Arroio Santa Barbara	1980; 1983; 1984; 1987; 1990; 1991; 1992; 1995; 1996; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2006; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2015; 2018; 2019

(Contínua)

Porto Alegre	01	Bacia Gravataí- Lago Guaiba	Rio Gravataí e Lagoa Guaiba	1980; 1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1988; 1989; 1990; 1992; 1993; 1995; 1996; 1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
Quaraí	06	Bacia Baixo Uruguai	Rio Quaraí	1983; 1986; 1987; 1990; 1991; 1992; 1993; 1996; 1997; 1998; 2001; 2002; 2003; 2007; 2009; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2019
Rio Grande	04	Bacia Litorânea	Lagoa dos Patos	1980; 1982; 1983; 1984; 1987; 1990; 1992; 1995; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2007; 2009; 2011; 2015; 2017
Rio Pardo	08	Bacia Jacuí	Rio Pardo	1982; 1983; 1984; 1987; 1988; 1992; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2007; 2009; 2010; 2011; 2013; 2015; 2018
Rosário do Sul	06	Bacia Baixo Uruguai	Rio Santa Maria	1983; 1984; 1991; 1992; 1993; 1994; 1997; 2001; 2002;

(Contínua)

				2009; 2010; 2015; 2016; 2017; 2019
Santa Cruz do Sul	08	Bacia Jacuí	Rio Pardinho	1982; 1984; 1990; 1992; 1993; 1996; 1997; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005; 2006; 2007; 2010; 2011; 2013; 2015; 2016
Santa Maria	03	Bacia Jacuí	Rio Vacacaí-Mirim, Arroio Cadena	1982; 1983; 1984; 1986; 1988; 1993; 1994; 1996; 1997; 1998; 2001; 2002; 2003; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2013; 2015; 2016; 2017; 2019
Santa Rosa	05	Bacia Médio Uruguai	Arroio Pessegueiro	1983; 1987; 1989; 1990; 1992; 1994; 1997; 2000; 2002; 2003; 2005; 2008; 2009; 2010; 2015; 2016; 2017
São Borja	06	Bacia Baixo Uruguai	Rio Uruguai	1982; 1983; 1984; 1986; 1987; 1989; 1990; 1992; 1993; 1994; 1995; 1997; 1998; 2000; 2002; 2003; 2005; 2007; 2008; 2009; 2010; 2014; 2015; 2017; 2019
São Gabriel	06	Bacia Jacuí	Rio Vacacaí	1982; 1983; 1984; 1985; 1986; 1987; 1990; 1991; 1992; 1993; 1994; 1997;

(Contínua)

				1998; 2001; 2002; 2009; 2010; 2013; 2015; 2018; 2019
São Jerônimo	01	Bacia Jacuí	Rio Jacuí	1980; 1982; 1983; 1984; 1985; 1986; 1987; 1988; 1990; 1992; 1993; 1997; 2001; 2002; 2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
São Leopoldo	01	Bacia Sinos-Caí	Rio dos Sinos	1980; 1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1986; 1987; 1988; 1990; 1992; 1993; 1997; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2007; 2008; 2009; 2011; 2013; 2015; 2017; 2018
São Sebastião do Caí	09	Bacia Sinos-Caí	Rio Caí	1980; 1981; 1982; 1983; 1984; 1985; 1987; 1988; 1989; 1990; 1993; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2005; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019
Taquari	08	Bacia Taquari Antas	Rio Taquari	1980; 1982; 1983; 1984; 1987; 1988; 1989; 1990; 1992; 1997; 2001; 2002; 2011; 2013; 2015; 2017

(Conclusão)

Uruguiana	06	Bacia Baixo Uruguai	Rio Uruguai	1982; 1983; 1984; 1986; 1987; 1989; 1990; 1991; 1992; 1993; 1994; 1996; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2007; 2008; 2009; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2019
Viamão	01	Bacia Gravataí- Lago Guaíba	Rio Gravataí	1980; 1981; 1982; 1984; 1990; 2000; 2001; 2002; 2003; 2006; 2017; 2018; 2019

(Fonte: autores)

Observa-se que muitas cidades do Rio Grande do Sul são afetadas por processos hidrológicos que causam desastres. A CREPDEC 1 é a que apresenta o maior número de municípios com muita alta probabilidade de desastres hidrológicos. Porto Alegre, São Leopoldo e Novo Hamburgo são os mais representativos. Estes municípios estão localizados na Bacia Sinos-Caí e Bacia Gravataí-Lago Guaíba. Os rios que afetam diretamente são o Rio dos Sinos, Caí e Gravataí. Os municípios localizados juntos ao Rio Uruguai Rio Taquari, também, são muito afetados. Além desses, se destaca o município de Alegrete nas margens do Rio Ibirapuitã.

4.2. DECRETOS DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA: desastres e as condições de enfrentamento dos municípios

Nesse capítulo apresenta-se uma análise dos decretos de emergência dos municípios do Rio Grande do Sul nos 40 anos de estudo. A discussão apresenta uma análise em relação aos anos e meses com maior número de municípios com decretos. Além disso, considera algumas características

econômicas e sociais dos municípios mais afetados por desastres associados a processos hidrológicos, buscando correlacionar esses dados com o enfrentamento dos danos causados.

Os desastres naturais relacionam-se a acontecimentos significativos que implicam grandes danos e perdas para os elementos expostos. Segundo o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) a necessidade de declarar, homologar e reconhecer Decretos de Situação de Emergência ou estado de Calamidade Pública é um reconhecimento de situação anormal que tem como objetivo agilizar a resposta do SINDEC a uma situação de desastre, de tal intensidade, que exija, urgentemente, o desencadeamento de medidas de exceção.

Na análise da necessidade de decretos avalia-se a intensidade dos desastres com base na capacidade de resposta dos municípios frente aos danos causados. Quanto à intensidade (porte), os desastres são classificados em quatro níveis: nível I, desastres de pequena intensidade (porte) ou acidentes; nível II, desastres de média intensidade (porte); nível III, desastres de grande intensidade (porte); nível IV, desastres de muito grande intensidade (porte) (BRASIL, 2007).

Desastres de Nível I - Os desastres de pequeno porte (intensidade) ou acidentes são caracterizados quando os danos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos, sendo que, por esses motivos, são mais facilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, a situação de normalidade é facilmente restabelecida com os recursos existentes e disponíveis na área (município) afetada e sem necessidade de grandes mobilizações.

Desastres de Nível II - Os desastres de médio porte (intensidade) são caracterizados quando os danos causados são de alguma importância e os prejuízos, embora não sejam vultosos, são significativos. Apesar disso, esses desastres são suportáveis e superáveis pelas comunidades e facilmente mobilizáveis.

Desastres de Nível III - Os desastres de grande porte (intensidade) são caracterizados quando os danos causados são importantes e os prejuízos vultosos, mas superáveis pela comunidade.

Desastres de Nível IV - Os desastres de muito grande porte (intensidade) são caracterizados quando os danos causados são muito importantes e os prejuízos muito vultosos e consideráveis. Nessas condições, esses desastres não são superáveis pelas comunidades, a menos que recebam ajuda de fora da área afetada.

Os Decretos de Situação de Emergência ocorrem, principalmente, sob as condições de nível III, enquanto os decretos de Calamidade Pública, ocorrem com o nível IV de intensidade. Portanto, tais decretos relacionam-se com a intensidade do evento e a capacidade de resposta de cada município.

As Situações de Emergência ou calamidade decretadas pelos municípios gaúchos, nesses 40 anos de pesquisa, podem ser observadas na Figura 4.83. Dos 40 anos analisados 16 anos tiveram pelo menos 10% dos municípios com decretos de emergência ou calamidade. Destacam-se os anos de 1992, 1997, 2010, 2011 e 2015 com mais de 25% dos municípios com decretos e, especialmente, 2009 e 2017 com 35% dos municípios afetados por eventos hidrológicos e que decretaram Situação de Emergência.

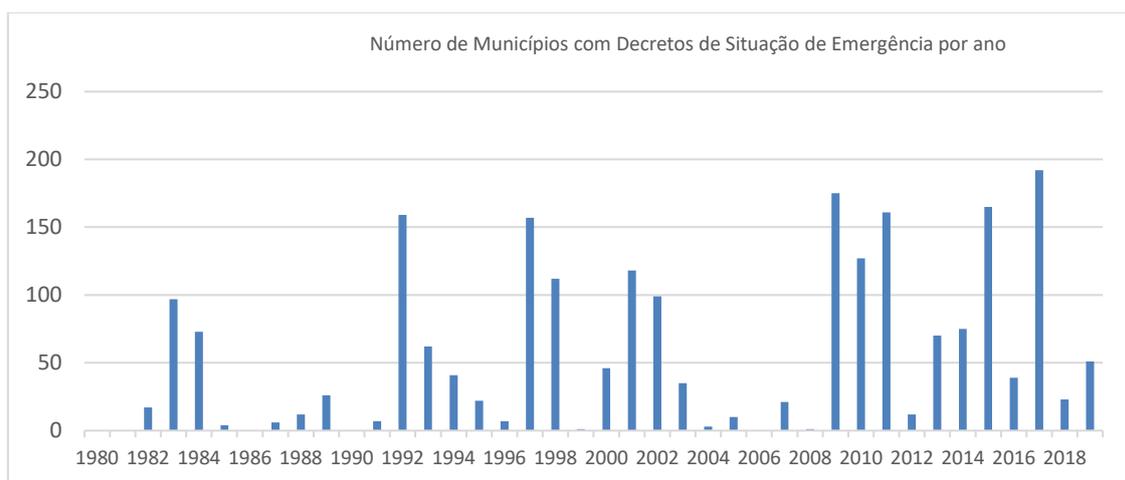


Figura 4.83. Municípios com Decretos de Situação de Emergência nos 40 anos pesquisados. (Fonte: autores)

A distribuição mensal dos Decretos de Situação de Emergência para os municípios do Rio Grande do Sul, considerando os 40 anos analisados, encontra-se Figura 4.84. Os meses de fevereiro, março e agosto apresentam-se com os valores mais baixos, seguindo setembro, junho e abril. Os meses com valores mais elevados são janeiro, dezembro, outubro e novembro e, com destaque aos meses de maio e julho.

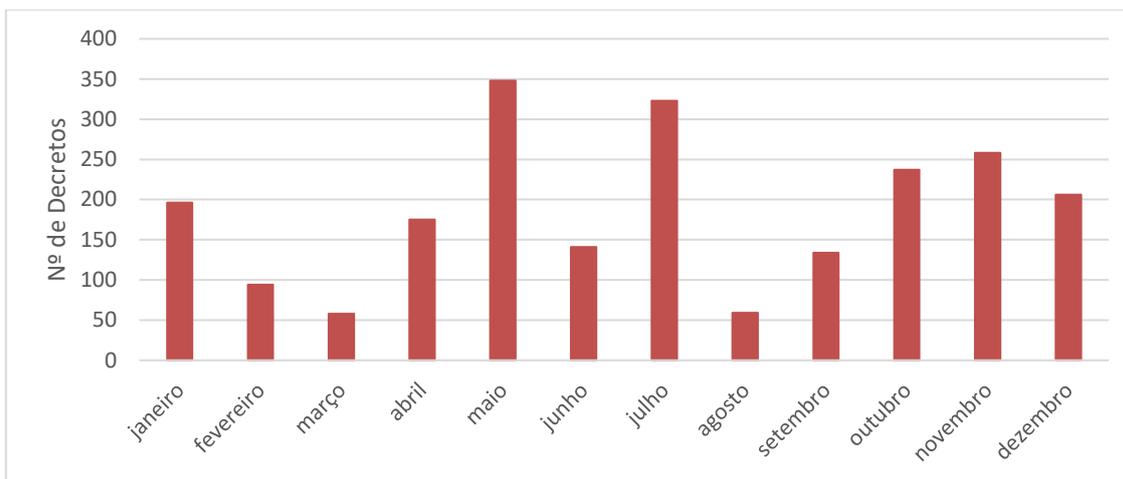


Figura 4.84. Meses do ano com registros de decretos de emergência nos 40 anos analisados. (Fonte: autores)

O número de municípios afetados por eventos, descritos no Capítulo 3, e o número de Decretos de Situação de Emergência é mostrado na Figura 03. Os dados indicam que, nos meses Maio e Julho, mais municípios foram afetados por eventos, definidos como Muito Alto, são também, os que mais tiveram Muito Alta ocorrência de Decretos de Emergência (>320). Outubro foi um mês com muitos municípios afetados com eventos hidrológicos, classificado, assim, como Muito Alto. Com relação ao número de decretos são classificados como Alto, encontrando-se na 4ª posição (237).

O mês de novembro que foi definido como Alto, em relação a eventos por município, passou para Muito Alto ocupando a 3ª posição (258) em relação a Decretos por município. Janeiro foi definido como Alto, tanto para eventos como para Decretos. O mês de dezembro chama atenção por ter sido classificado como Moderado, em termos de número de municípios atingidos por desastres naturais associados à dinâmica hidrológica, mas quando avaliado em relação ao

número de municípios por decretos pode ser classificado como Alto, ocupando a 6ª posição com 196 decretos.

A Figura 4.85 apresenta, também, uma análise em relação ao percentual de eventos de desastres que geraram decretos nos municípios. Observa-se que o final da primavera e início do verão, definidos pelos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro, mais de 65% dos municípios afetados por eventos necessitaram decretar Situação de Emergência. No estado, eventos de chuvas diárias severas são mais comuns nos períodos da primavera e verão.

No outono, o percentual elevado de desastres naturais gerou decretos nos municípios, identificados pelos meses de Abril e Maio. Isso se repete no inverno, com o mês de julho apresentando mais de 65% dos municípios afetados por eventos com decretos. No RS, é conhecido que, nas estações de inverno e primavera, há uma frequência maior de ocorrência de bloqueios nos Oceanos Pacífico e Atlântico, o que pode colaborar para um deslocamento lento dos sistemas meteorológicos, levando a um prolongamento no tempo de atuação, que pode levar a grandes acúmulos de chuva.

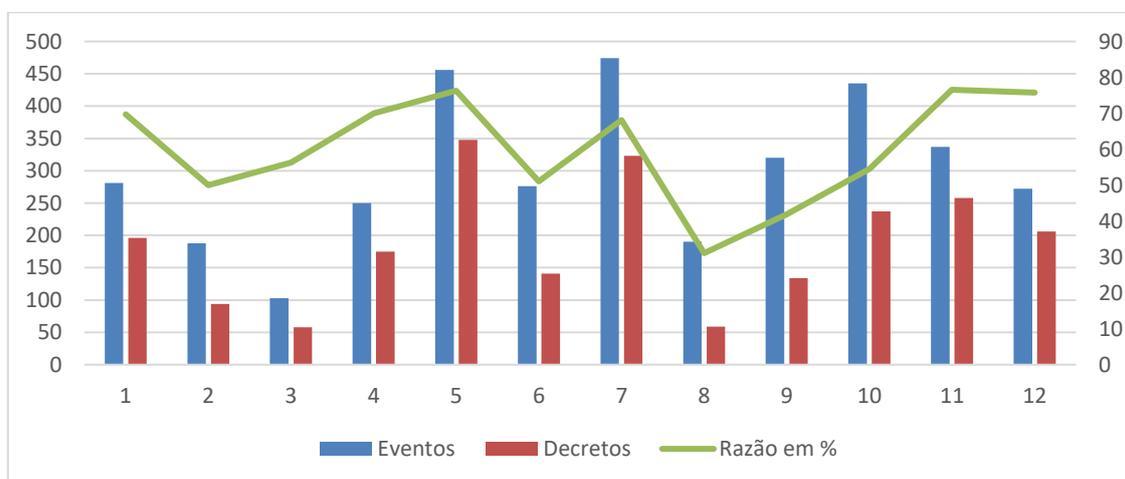


Figura 4.85. Relação mensal entre Eventos hidrológicos causadores de desastres naturais e os Decretos de Emergência por municípios. (Fonte: autores)

Nos estudos do grau de probabilidade da ocorrência de eventos hidrológicos foram definidos 205 municípios como os mais prováveis de

ocorrência de desastres por eventos hidrológicos, variando de grau moderado a muito alto de probabilidade de ocorrer evento com danos.

As características dos municípios utilizadas para avaliar sua condição de enfrentamento em relação aos danos causados por um processo hidrológico combina diferentes dimensões e critérios. Nessa discussão, analisam-se as relações existentes entre a ocorrência de eventos danosos e a necessidade de decretar Situação de Emergência ou de Calamidade. Para isso, são descritos alguns parâmetros socioeconômicos que podem auxiliar na interpretação, denominado como Índice Social. Usou-se o Percentual de Receitas de Fontes Externas, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o PIB per capita, esses dados foram obtidos na página do IBGE@Cidades (<https://cidades.ibge.gov.br/>).

O Índice Social por município foi obtido por meio da fórmula: $1 - (A*2)+(B*1,5)+C2$, em que A é o Percentual de Receitas de Fontes Externas que foi multiplicado por 2, por ser considerado a variável mais significativa; B o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que é multiplicado por 1,5 e C o PIB per capita. O resultado foi normalizado para os valores variarem de 0 a 1. Municípios com valores mais próximos a 1 possuem chances de apresentar uma resposta mais efetiva aos danos causados por eventos hidrológicos, na maioria dos casos, sem a necessidade de decretos. Os municípios analisados são os que foram definidos por terem de moderada a alta possibilidade de ocorrência de eventos hidrológicos com danos (FIGURA 4.86).

Para entender a variável Percentual de Receitas de Fontes Externas faz-se uma análise das fontes de recurso dos municípios. As fontes de receitas externas são predominantes, mas quanto maior sua participação, menor a capacidade de gestão dos municípios na relação receitas/despesas por não se constituírem em fontes de controle direto.

Os municípios dispõem de fontes de receitas diretas como Imposto sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU); Imposto sobre Transmissão de Bens Intervivos (ITBI), proveniente da venda de imóveis; e Imposto sobre Serviços (ISS), com exceção de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação.

Além delas, existem as fontes de receitas externas, que são predominantes. A Constituição garante que 25% do que é arrecadado pelos estados com o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e 50% dos recursos provenientes do Imposto sobre a Propriedade de Veículo Automotor (IPVA) sejam repassados aos municípios. Os estados também são obrigados a repassar um quarto dos 10% da arrecadação do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) que recebem da União, calculados, proporcionalmente, à contribuição de cada estado com a exportação de bens industrializados. Entre os impostos de competência da União, parcelas do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), do Imposto de Renda (IR) e do IPI são reservadas aos municípios. A União também tem que repassar 23,5% do total arrecadado com o IR e o IPI para compor o Fundo de Participação dos Municípios (FPM). Para municípios menores, essa é uma das grandes fontes de recursos. O cálculo da cota que cabe a cada município é feito pelo Tribunal de Contas da União (TCU), que aplica coeficientes variáveis de acordo com o número de habitantes, calculado a cada ano pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Há ainda as transferências voluntárias, por convênios firmados pelo município com o estado e a União, comuns nas áreas de saúde, saneamento e educação. Alguns municípios possuem outra fonte de receitas bastante generosa: as compensações financeiras, destinadas a indenizar a exploração de recursos naturais, como petróleo, gás natural, água (barragens para geração de energia, por exemplo) ou minérios. São os *royalties* e as chamadas participações especiais. Completam as fontes de receitas dos municípios: as multas, taxas e penalidades impostas a obras irregulares, a atualização monetária de impostos pagos em atraso e a cobrança da dívida ativa, entre outras.

A segunda variável utilizada foi o IDHM que é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. Varia de 0 a 1, sendo que os valores mais próximos de 1 indicam maior desenvolvimento humano. O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH Global - longevidade, educação e renda, mas adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais.

O índice traz uma análise que agrega a oportunidade de viver uma vida longa e saudável, de ter acesso ao conhecimento e ter um padrão de vida que garanta as necessidades básicas, representadas pela saúde, educação e renda. Vida longa e saudável é medida pela expectativa de vida ao nascer, calculada por método indireto a partir dos dados dos Censos Demográficos do IBGE. Esse indicador mostra o número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento, mantidos os padrões de mortalidade observados no ano de referência. padrão de vida é medido pela renda municipal per capita, ou seja, a renda média de cada residente de determinado município. É a soma da renda de todos os residentes, dividida pelo número de pessoas que moram no município - inclusive crianças e pessoas sem registro de renda. Os dados são do Censo Demográfico do IBGE. Os três componentes acima são agrupados por meio da média geométrica, resultando no IDHM.

A terceira variável é o produto interno bruto (PIB) que representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos no município durante um período determinado. O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região. PIB per capita é o produto interno bruto, dividido pela quantidade de habitantes. O PIB per capita é usado como indicador, pois quanto mais rico o país é, mais seus cidadãos beneficiam-se. O PIB possui apenas uma consideração, é possível que o PIB aumente enquanto os cidadãos ficam mais pobres, sendo que isso ocorre pois o PIB não considera o nível de desigualdade de renda das sociedades.

A análise dos dados para os 205 municípios permitiu identificar as condições relativas quanto ao enfrentamento dos danos causados por desastres hidrológicos, pelo Índice Social. Os municípios analisados foram categorizados com base nas três variáveis socioeconômicas e na razão entre o número de decretos e o número de eventos. Definiu-se três condições: Pouco Favorável, Medianamente Favorável e Favorável à superação dos danos. (FIGURA 4.87).

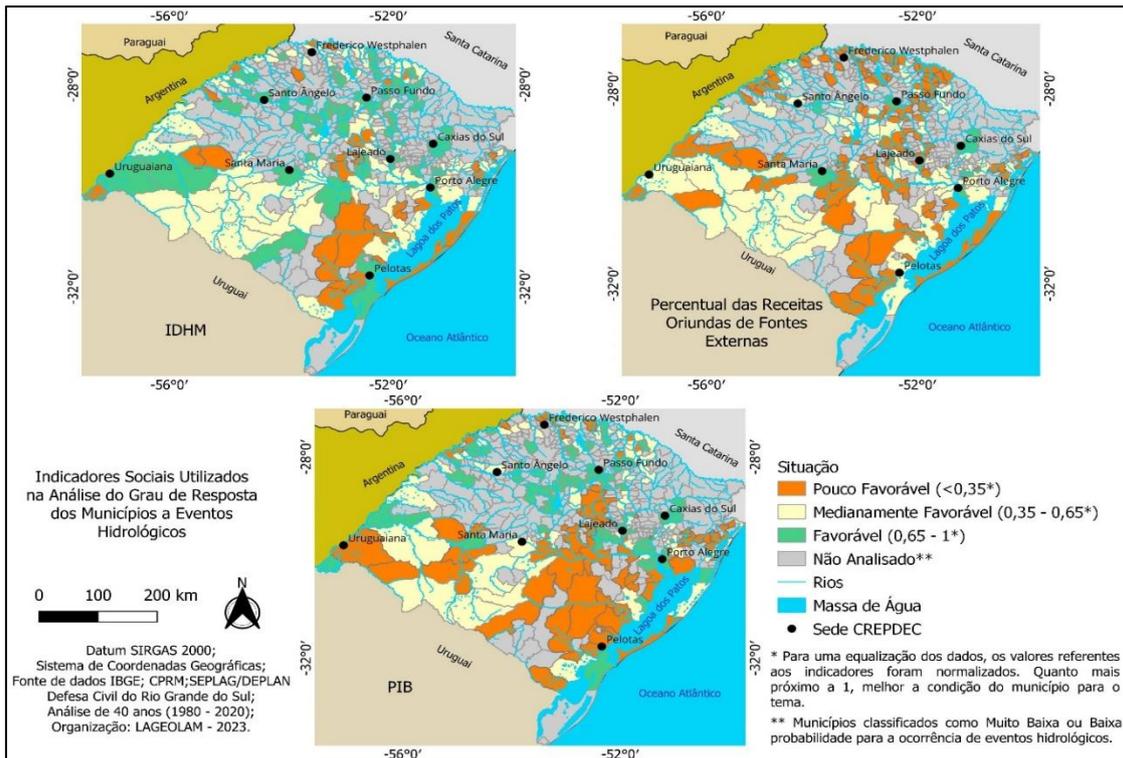


Figura 4.86. Indicadores sociais utilizados na análise do grau de resposta dos municípios aos eventos hidrológicos causadores de perdas e danos para os municípios definidos como de moderada a alta possibilidade de eventos hidrológicos com danos. (Fonte: autores)

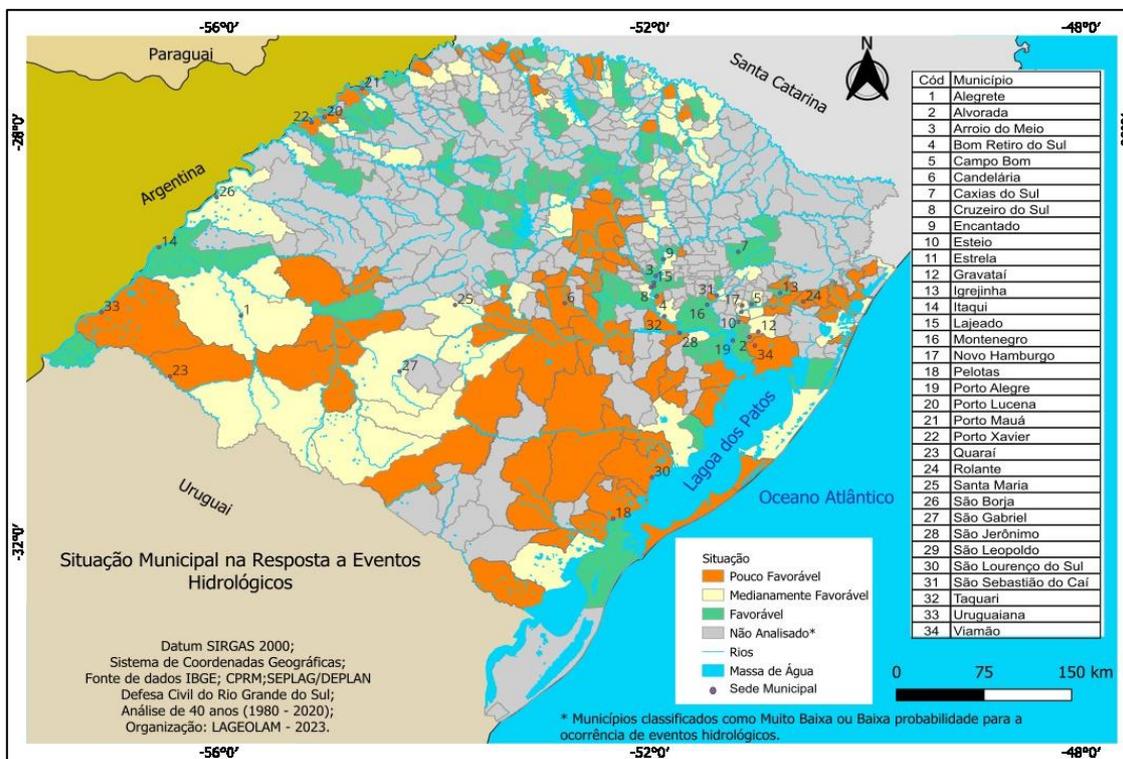


Figura 4.87. Situação dos municípios na resposta a eventos hidrológicos causadores de danos e perdas. (Fonte: autores)

Com base na possibilidade de superação dos prejuízos e danos, os municípios analisados foram categorizados com base no grau de resposta aos desastres naturais hidrológicos (valores normalizados: $< 0,32$; $0,32 - 0,65$; $0,65 - 1$), indicados na ordenada, e na razão entre o número de decretos, divididos pelo número de eventos, indicado na abscissa ($\leq 0,55$ e $> 0,55$) (FIGURA 4.88).

Municípios com valores superiores a $0,65$ apresentam as condições mais favoráveis, sem a necessidade de decretos. Entre $0,65$ e $0,32$ medianamente favoráveis e abaixo de $0,32$, condições pouco favoráveis a enfrentar os danos causados por processos hidrológicos.

Os decretos de Situação de Emergência são caracterizados por danos muito importantes e os prejuízos muito vultosos e consideráveis que causam condições de difícil superação pelas comunidades. Isso pode acontecer por um evento hidrológico de intensidade excepcional e/ou por uma condição de resposta baixa, dada por uma condição econômica e deficiência na gestão.

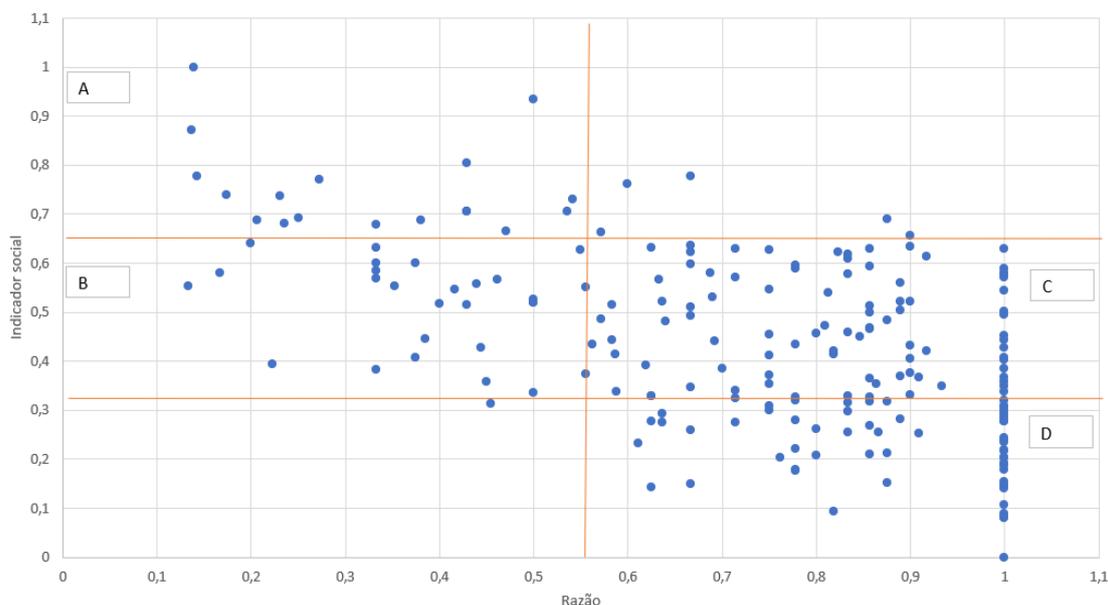


Figura 4.88. Gráfico de dispersão e quadrantes de análise da relação entre indicador social e a razão entre eventos e decretos nos 205 municípios com moderada, alta e muito alta probabilidade da ocorrência de eventos. (Fonte: autores)

No grupo de municípios classificados como Favoráveis, setor “A” no gráfico da Figura 6, as condições socioeconômicas permitem melhor enfrentamento frente aos desastres naturais, sendo definidos por valores superiores a 0,65. Os municípios, em geral, apresentam menos da metade dos eventos danosos com emissão de decretos. Dentro desse grupo, como exemplo, estão incluídos municípios como Porto Alegre, Caxias do Sul e Santa Maria. Nesses municípios, as condições econômicas são, relativamente, melhores e os eventos, predominantemente, estão relacionados a Alagamentos.

Outros municípios definidos como favoráveis ao enfrentamento dos danos, causados por eventos, são Campo Bom, Novo Hamburgo, São Leopoldo. Esses municípios estão associados a condições de maior severidade dos processos hidrológicos, pois são afetados pelas inundações do rio dos Sinos. Entretanto, os condicionantes econômicos e sociais permitem um melhor enfrentamento aos eventos danosos.

Os municípios de Lajeado, Montenegro, Encantado também são afetados por processos hidrológicos muito severos, pela ação direta de grandes rios, como o Taquari e o Caí. Devido a isso, apesar de terem condições econômicas e sociais relativamente altas, apresentam razão entre decretos e eventos um pouco superiores a 50% dos casos.

A Figura 4.89 apresenta para municípios desse grupo, citados no texto, o número de decretos de emergência e o número de eventos registrados e a razão.

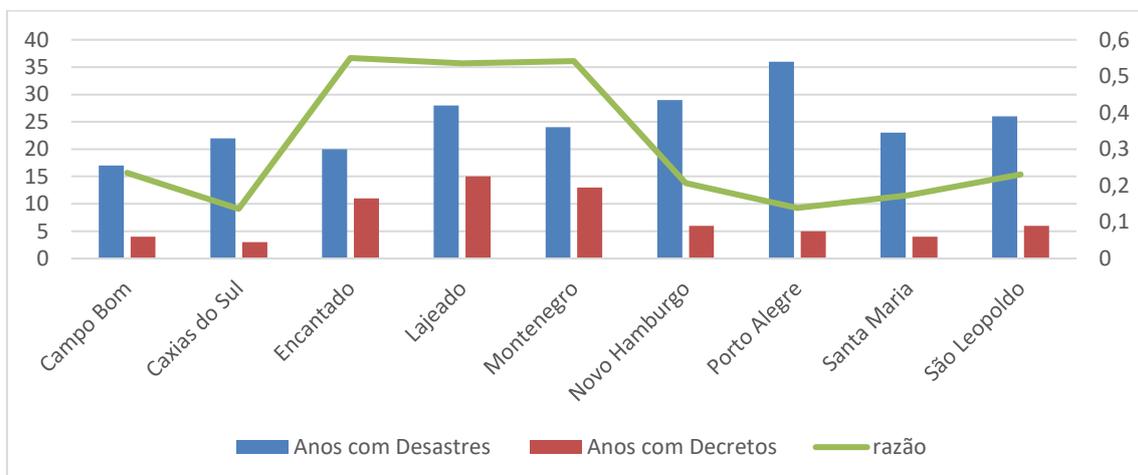


Figura 4.89. Número de Desastres, Decretos por municípios com condições favoráveis e a razão. (Fonte: autores)

Os municípios pouco favoráveis ao enfrentamento dos danos causados por desastres hidrológicos estão representados por uma condição econômica e social relativamente baixa, com valores inferiores a 0,32 (Setor “D” da FIGURA 4.88). Esses municípios, em geral, apresentam a razão entre eventos danosos e decretos de emergência superior a 0,55 (FIGURA 4.90). Isso significa que mais da metade dos anos em que ocorre eventos hidrológicos com danos são registrados decretos. Dentre eles, pode-se citar os municípios de Bom Retiro do Sul, Quaraí, Rolante e São Lourenço do Sul. Em Bom Retiro do Sul e Quaraí as inundações são relacionadas a processos severos que se associam ao rio Taquari e ao rio Quaraí. O município de Rolante localiza-se junto ao rio dos Sinos, tendo a zona urbana atravessada pelo rio Rolante, e o município de São Lourenço do Sul está localizado às margens da Laguna dos Patos e tem os eventos relacionados as das águas do arroio São Lourenço. Em Candelária, os vários processos hidrológicos afetam a área central urbana por alagamentos, mas a periferia urbana é afetada pelo rio Pardo.

Os municípios de Porto Lucena, Porto Mauá e Porto Xavier estão localizados às margens do rio Uruguai, que desenvolve processos hidrológicos severos. Os processos hidrológicos geram mais de 60% de decretos de emergência.

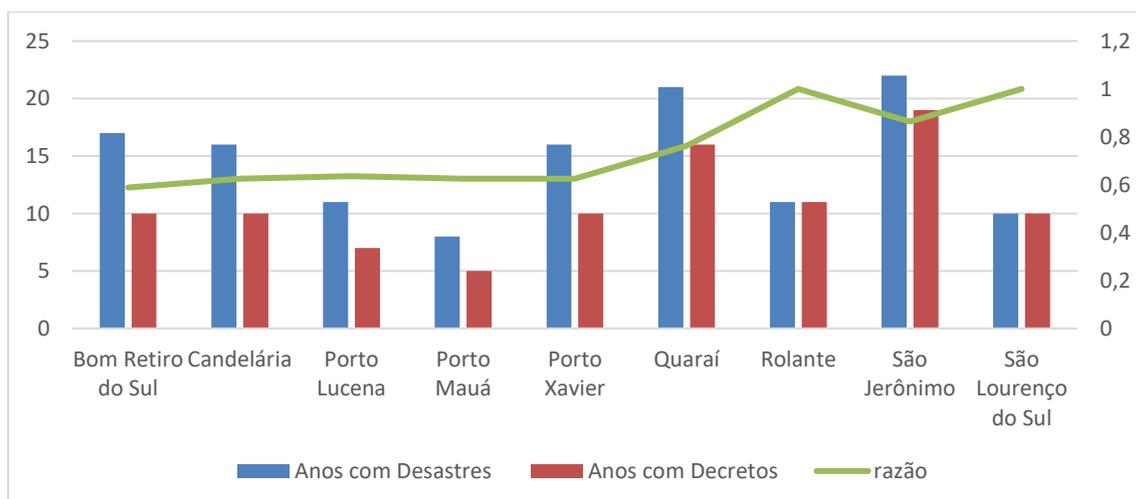


Figura 4.90. Número de Desastres, Decretos por municípios com condições pouco favoráveis e a razão. (Fonte: autores)

Os municípios medianamente favoráveis ao enfrentamento dos danos causados por processos hidrológicos podem ser divididos em dois grupos: municípios com condições de enfrentamento superiores a 0,32 (Setor “B” da FIGURA 4.88) e com valores inferiores ou próximos de 55% dos eventos danosos com decretos; municípios com condições de enfrentamento superiores a 0,32 (Setor “C” da FIGURA 4.88) e com valores superiores a 55% dos eventos danosos com decretos.

No primeiro grupo, fazem parte os municípios como Alvorada, Gravataí, Viamão, Cruzeiro do Sul, Taquari e Pelotas. Alvorada, Gravataí e Viamão (FIGURA 4.91), que são da região metropolitana, que se associam a processos de Alagamentos ou ação de arroios que cruzam a área urbana. Os municípios de Cruzeiro do Sul e Taquari apresentam os eventos associados ao rio Taquari. No município de Pelotas, são, principalmente, o Arroio Santa Bárbara e as zonas marginais ao canal São Gonçalo que provocam inundações e alagamentos na cidade.

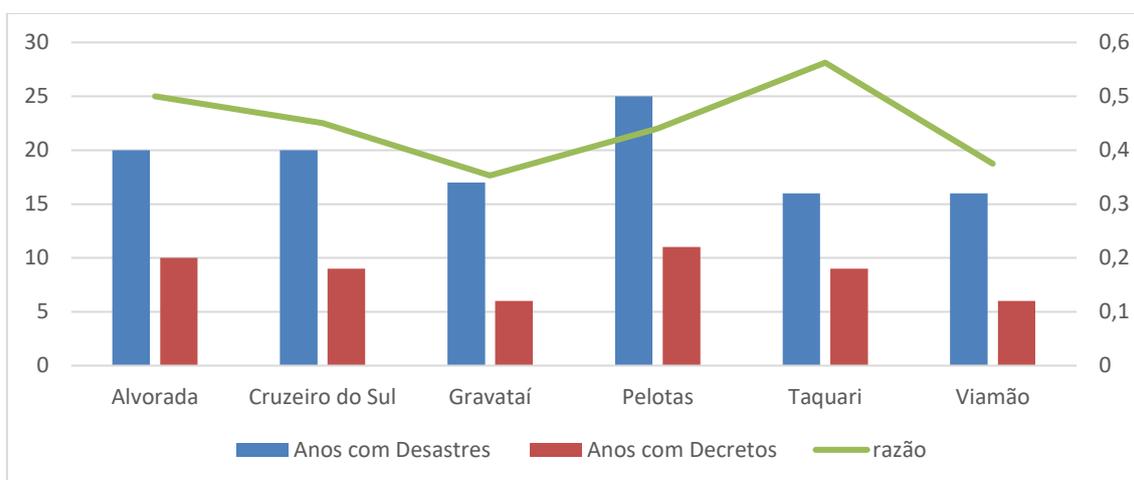


Figura 4.91. Número de Desastres, Decretos por municípios com condições medianamente favoráveis e a razão. (Fonte: autores)

No segundo grupo, estão os municípios representados por Alegrete, Arroio do Meio, Esteio, Estrela, Igrejinha, Itaqui, São Borja, São Gabriel, São Sebastião do Caí e Uruguaiana (FIGURA 4.92).

De modo geral, esses municípios estão associados à ação direta de rios de grande porte. Alegrete, o rio Ibirapuitã; Arroio do Meio e Estrela, o rio Taquari; São Gabriel, rio Vacacaí; junto ao rio Uruguai, que tem causado grandes eventos de inundação no Rio Grande do Sul, os municípios de São Borja, Itaqui e Uruguaiana; e um dos municípios com maior número de eventos no estado, o município de São Sebastião do Caí, com área urbana na margem esquerda do Rio Caí. Na área urbana de Esteio, afluentes do Sinos, o arroio Sapucaia e o arroio Esteio causam os processos hidrológicos causadores de danos.

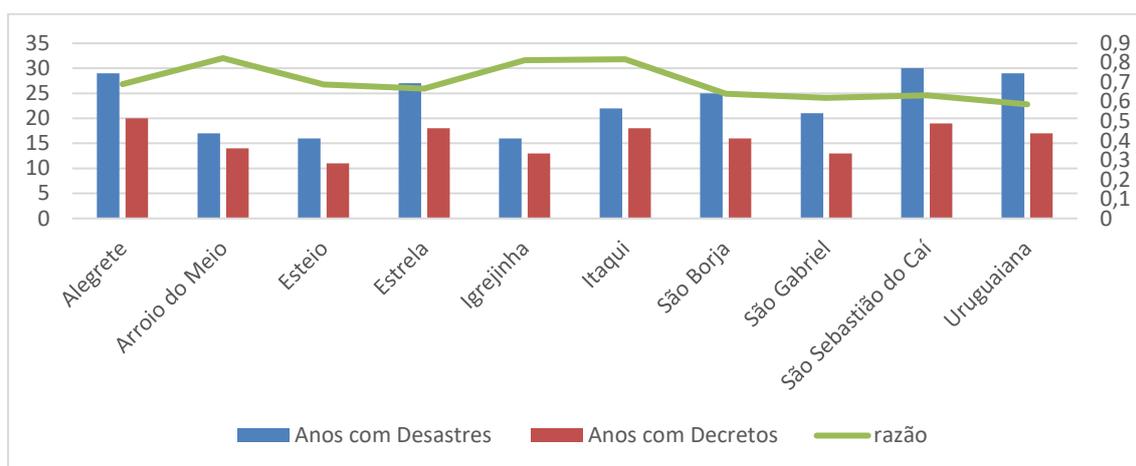


Figura 4.92. Número de Desastres, Decretos por municípios com condições medianamente favoráveis e a razão. (Fonte: autores)

Em resumo, neste capítulo, foram avaliadas as condições socioeconômicas relativas dos municípios com possibilidade elevada de ocorrência de processos hidrológicos por meio do Percentual de Receitas de Fontes Externas, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o PIB per capita. Comparou-se essas condições com a relação entre o número de decretos e o número de eventos danosos. Observou-se, em termos gerais, que os municípios com relativa maior condição socioeconômica apresentam menor número de decretos de emergência, devido às condições mais favoráveis para enfrentar os danos causados pelos processos hidrológicos. Por sua vez, os municípios com menor condição socioeconômica têm decretos em mais de 60% dos eventos danosos. Portanto, o processo perigoso, que ocorre em áreas urbanas, expõe a fragilidade e a incapacidade de controle e gestão dos modelos de organização social, dadas condições socioeconômicas das comunidades que enfrentam o desastre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de desastres de grande magnitude, com grande número de vítimas fatais e perdas econômicas em várias regiões do planeta, fez com que a comunidade científica, as organizações internacionais e os governos começassem a tomar medidas mitigatórias, entretanto, parciais e insuficientes. Um marco histórico para a prevenção dos desastres a partir do final da década de 1980 culminou com a declaração dos anos 1990 como a Década Internacional voltada à redução dos desastres naturais (DIRDN). Durante a DIRDN foram priorizadas as atividades de pré-impacto, de previsão, de planejamento e de prevenção.

No Brasil, a partir do grande número de registros de desastres entre 2007 e 2011, foi criado um grupo de trabalho para elaborar um plano de prevenção e enfrentamento dos desastres naturais. Nessa perspectiva insere-se a criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), promovendo o desenvolvimento científico, tecnológico e inovador, com o intuito de avançar na qualidade e confiabilidade dos alertas, e na prevenção e mitigação desses desastres naturais.

Uma importante ação realizada por meio de uma parceria entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC e a Universidade Federal de Santa Catarina foi a primeira edição do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, trabalho concluído em 2010 e a sua 2ª edição revista e ampliada em 2013 (CEPEDC UFSC, 2013), que faz um amplo trabalho de levantamento de informações necessárias para a caracterização do cenário nacional de desastres naturais entre 1991 e 2012.

Além disso, entre 2011 e 2018, foi publicado, pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), órgão da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério da Integração Nacional, o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (BRASIL, 2014). Esse documento retrata os principais desastres ocorridos no Brasil, o que possibilita que a comunidade em geral, bem como a comunidade técnico-científica, conheça o perfil de desastres naturais em nosso país.

Os registros e a análise de informação estatística sobre desastres naturais tem sido, nos últimos anos, uma das primeiras ações para estudo do risco. O desenvolvimento de bases de dados sobre desastres naturais, tem se mostrado uma ferramenta determinante para a sua gestão e visa à implementação de sistemas indicadores da vulnerabilidade e de risco, quer ao nível das escalas nacionais, quer locais e regionais (ROBAINA e TRENTIN, 2013).

Os governos e as entidades responsáveis pela gestão do risco precisam dotar-se de informações, que lhes permitam uma avaliação das áreas com maior possibilidade de ocorrência e de impactos dos desastres naturais. De posse dessas informações, é possível construir modelos de suporte e avançar na cenarização, tanto de uma perspectiva ambiental, como social e econômica.

No Brasil, os processos hidrológicos como as inundações caracterizam-se como um dos desastres naturais com maior ocorrência e, como resultado, causam milhares de vítimas todos os anos, assim como elevados custos à sociedade. Entretanto, a informação sobre risco de processos hidrológicos encontra-se incompleta ou dispersa, tornando-se um obstáculo à implementação de medidas eficazes para mitigar desastres naturais, que se amplificam em magnitude e frequência como consequência direta das alterações climáticas.

Observa-se que a análise dos fatores históricos é fundamental para o estudo de riscos naturais, pois permite identificar padrões de ocorrência e intensidade dos eventos ao longo do tempo. Por meio do estudo de registros históricos, é possível reconstruir a ocorrência e recorrência dos eventos, assim como entender melhor as características e os impactos que eles podem causar. Além disso, o estudo de riscos naturais é de extrema importância para a segurança e o bem-estar da sociedade. Ao compreender os perigos e as ameaças provenientes de fenômenos naturais, é possível adotar medidas preventivas e de mitigação, reduzindo os danos causados por esses eventos. Os resultados obtidos, associam-se à política de redução de riscos, objeto principal de gestão que se conecta aos interesses da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Além disso, está delimitado em concordância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 13 (ODS 13) da Agenda 2030, que indica a necessidade de criar mecanismos de estudo e planejamento que considerem

os efeitos das mudanças climáticas, a fim de reforçar a capacidade de adaptação na criação de políticas públicas e ações de planejamento.

Portanto, o desafio hoje é congrega esforços de toda a sociedade, em particular das Universidades, para apoiar os municípios no desenvolvimento de políticas bem-sucedidas e auxiliá-los a implantar estruturas permanentes de prevenção de riscos e de proteção ambiental. Para estabelecer os diferentes cenários existentes, é necessário conhecer o histórico dos eventos, caracterizando as áreas afetadas e os danos causados. Isso representa um importante instrumento para auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas, na medida em que permite hierarquizar os problemas, avaliar a necessidade de investimentos, e dar suporte técnico ao poder público para que, junto com a comunidade, possam encontrar soluções para essas situações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Espaço territorial e proteção ambiental. **Terra Livre**, n. 3, 1988. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/issue/view/7>. Acesso em: 05/12/2023.

ALCÁNTAR AYALA, I. Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. **Geomorphology**, v. 47, p.107-124, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00083-1](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00083-1). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X02000831>. Acesso em: 05/12/2023.

ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83-99, 2011. DOI: 10.4215/RM2011.1023.0007. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/559>. Acesso em 05/12/2023.

ASMUS, H. E. Hipótese sobre a Origem dos Sistemas de Zonas de Fraturas Oceânicas/Alinhamentos Continentais que Ocorrem nas Regiões sudeste e Sul do Brasil. In: Projeto Remac n.4. **Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste Sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro. 1978.

BARBOSA, Fidélis Dalcin. **História do Rio Grande do Sul**. 3ª Ed, Porto Alegre: Martins Livreiro, 1985.

BERLATO, Moacir Antonio. As condições de precipitação pluvial no Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, Homero. (Coord.). **Agrometeorologia Aplicada à Irrigação**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1992, p.11 - 23.

BOMBASSARO, Magno Gonzatti. ; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza. . Contribuição geográfica para o estudo das Inundações na bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, RS. **Geografias (UFMG)**, v. 60, p. 69-86, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais**. São Jose dos Campos, 2023. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/>. Acesso em 04/12/2023.

BRASIL. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobra2.pdf. Acesso em 05/12/2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Anuário brasileiro dos desastres naturais**. Brasília: CENAD, 2014. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Anurio-Brasileiro-de-Desastres-Naturais-2013.pdf>. Acesso em: 07/12/2023.

BUENO, Beatriz Piccolotto Siqueira.; BARRETO, Alice Pereira; DIAS, Guilherme Silvério. Cultura material e práticas sociais no Caminho do Viamão: paisagens toponímicas, arqueologia do cotidiano das viagens, perfil e bagagem dos tropeiros (séculos XVIII e XIX). **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, An. mus. paul. 29, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/1982-02672021v29d1e18>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anaismp/a/nKFwNPFsysK8Fy5ZFCZLM9s/?lang=pt#>. Acesso em 05/12/2023.

BRYANT, Edward. **Natural Hazards**. New York: Cambridge University Press, 2005.

CARDONA, Omar D. **Indicadores de riesgo de desastre y de gestión de riesgos**. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Instituto de Estudios Ambientales. Banco Interamericano de Desarrollo, 2005. Disponível em: https://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion_riesgos/descargas/estudio/InformeTecnico.pdf. Acesso em: 05/12/2023.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **A Cidade**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 1991

CARVALHO, Nathalia Lacerda de. Políticas públicas para a gestão de risco: Aquisição de direitos ou reprodução da injustiça ambiental? Reflexões baseadas no caso do bairro Córrego D'Antas, Nova Friburgo (RJ). **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**, Francisco Beltrão, Paraná, v. 1, n. 2, p. 188-210, 2019.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres**. 2. ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 1998. Disponível em: <https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/GLOSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf>. Acesso em 05/12/2023.

CASTRO, Susana D. Aneas. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. **Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona, n. 60, 2000. Disponível em: <https://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>. Acesso em: 05/12/2023.

COSTA E SILVA, Riograndino. **Notas à Margem da História do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora Globo, 1968.

COSTA, Elmar Bones; FONSECA, Ricardo; SCHMITT, Ricardo. **História Ilustrada do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Já Editores, Edição revisada e ampliada, 2015.

COPPOLA, Damon P. Introduction to International Disaster Management. **Elsevier Inc. Second Edition**, 2011, ISBN978-0-12-382174-4. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64027-7>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128014776/introduction-to-international-disaster-management>. Acesso em: 05/12/2023.

CUTTER, Susan L. The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 93, p.1-12, 2003.

DI GREGÓRIO, Leandro Torres; SAITO, Silvia Midori; SAUSEN, Tania Maria. Sensoriamento remoto para a gestão (de risco) de desastres naturais. In.: SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, Maria Silvia Pardi (Orgs.) **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FERNANDES, LAÍS G. **O Fenômeno El Niño-Oscilação Sul e os Eventos Extremos de Precipitação em Santa Catarina**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. 82p.

FERNANDEZ, Paulo; MOURATO, Sandra; MOREIRA, Madalena. Social vulnerability assessment of flood risk using GIS-based multicriteria decision analysis. A case study of Vila Nova de Gaia (Portugal). **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, v. 7, n. 4, 2016, p. 1367-1389.

FERREIRA, Jefferson Ferreira ; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza. . Expansão urbana e o perigo de desastres por inundação em Rio Grande - RS. **Geografia (Rio Claro)**, v. 37, p. 445-462, 2012.

FONTANA, Denise Cybis; BERLATO, Moacir Antonio. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, 2003, p.127-132. Disponível em: <https://www.sbagro.org/files/biblioteca/128.pdf>. Acesso em: 05/12/2023.

FREITAS, Rafael Bilhan; ROBAINA, Luís Eduardo de Souza; SCCOTI, Anderson Augusto Volpato; TRENTIN, Romario . Análise das áreas suscetíveis aos processos de inundação no município de Quaraí - RS. **Ciência e Natura**, v. 36, p. 1-15, 2014.

FORTES, João Borges. **Rio Grande de São Pedro: Povoamento e conquista**. Editora: Martins Livreiro, 2001, 186p.

FURLAN, André Ricardo ; TRENTIN, Romario. Urbanização e exposição ao perigo de inundação: um estudo na bacia hidrográfica do rio Henrique, Erechim, RS. **Acta Geográfica**, v. 15, p. 246-270, 2021.

GRIMM Alice; FERRAZ Simone; GOMES Júlio. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, 11, 1998, p. 2863-2880. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/11/11/1520-0442_1998_011_2863_paisba_2.0.co_2.xml. Acesso em 05/12/2023.

GRIMM, Alice. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional process versus remote Influences. **Journal of Climate**, v. 16, 2003, p. 263-280. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/16/2/1520-0442_2003_016_0263_teniot_2.0.co_2.xml. Acesso em: 05/12/2023.

GRIMM, Alice; BARROS, Vicente; DOYLE, Moira. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.13, 2000,p.35–58.Disponível em:

https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/13/1/1520-0442_2000_013_0035_cvissa_2.0.co_2.xml. Acesso em: 05/12/2023.

HOFFMANN, Tereza Cristina Polato; MENDONÇA, Francisco Assis; GOUDARD, Gabriela. Eventos climáticos extremos: inundação e gestão de riscos no Paraná. In: MENDONÇA, Francisco Assis (org). **Riscos Climáticos: Vulnerabilidades e Resiliência** Associados. Jundiaí: Paco Editorial, v. 1, 2014, p. 223-260.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LA SALVIA, Flávia; MARODIN, Elisabeth Fichtner. Evolução municipal: uma análise geográfica. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 19, 1976, p. 03 – 16. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/3322>. Acesso em 05/12/2023.

LEINZ, Viktor. **Contribuição à geologia dos derrames basálticos no sul do Brasil**. 1949. Provimento de Cátedra – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1949.

MACÍAS, Javier Delgadillo et al. **Desastres naturales: Aspectos Sociales para su prevención y tratamiento em México**. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. México, 1996. Disponível em: <https://ru.iiec.unam.mx/1423/>. Acesso em: 05/12/2023.

MAESTRI, Mário. **BREVE HISTÓRIA DO RIO GRANDE DO SUL: da Pré-História aos dias atuais**. Passo Fundo: UPF Editora, 2010.

MAGNOLI, Demétrio; OLIVEIRA, Giovana; MENEGOTTO, Ricardo. **Cenário gaúcho: Representações históricas e geográficas**. São Paulo: Moderna, 2001.

MARANDOLA Jr., Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph. Natural hazards: o estudo geográfico de riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n. 2, 2004, p. 95-109. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/jY8HBwMg4rJJP49Z6zH9RdJ/?lang=pt>. Acesso em: 05/12/2023.

MARICATO, Ermínia. **Metrópole na periferia do capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência**. São Paulo: Hucitec, 1996.

MARQUES, R.F.C.; RAO, V. Brahmananda. A diagnosis of a long-lasting blocking event over over the Southeast Pacific Ocean. **Monthly Weather Review**, v. 127, n. 8, 1999, p. 1761-1776. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/mwre/127/8/1520-0493_1999_127_1761_adoall_2.0.co_2.xml. Acesso em 05/12/2023.

MARQUES, Rosa Fátima Cruz. **Bloqueio Atmosférico no Hemisfério Sul**. 1996. 183 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 1996.

MATEDDI, Marcos Antonio et al. A economia política da gestão dos desastres em Blumenau. In.: MATEDDI, Marcos Antonio; LUDWIG, Leandro; AVILA, Maria Roseli Rossi (Orgs.) **Desastre de 2008+10 no vale do Itajaí Água, Gente e Política**: aprendizados. Blumenau: Edifurb, 2018. p. 217-234.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Municipal Brasileiro**. 6. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1993.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, Vulnerabilidades e Resiliência Socioambientais Urbanas: Inovações na Análise Geográfica. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 111-118, out. 2011 DOI: 10.5418/RA2011.0701. 0010

MIGUEZ, Marcelo Gomes; GREGÓRIO, Leandro Torres Di; VERÓL, Aline Pires. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

MORAES, Fernando Dreissig de; CUNHA, Laurie Fofonka. (Org). **Genealogia dos municípios do Rio Grande do Sul**. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão (SPGG). Departamento de Planejamento Governamental. Porto Alegre : SPGG, 2018. Disponível em: <https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/27155415-spgg-genealogia.pdf>. Acesso em: 05/12/2023

NIMER Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=281099>. Acesso em: 05/12/2023.

NOGUEIRA, Fernando Rocha. **Gerenciamento de Riscos Ambientais Associados a Escorregamentos**: Contribuição às Políticas Públicas Municipais para Áreas de Ocupação Subnormal. 2002. 268 p. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Estadual Paulista. 2002

OLIVEIRA, Edson Luís de Almeida. **Análise do gerenciamento de riscos geomorfológicos em cidades do Rio Grande do Sul**: situação atual e contribuições para elaboração de estratégias de prevenção. 2014. 235 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

OLIVEIRA, Edson Luís de Almeida; ROBAINA, Luis Eduardo de Souza. Gerenciamento de áreas de risco em cidades brasileiras: projetos e programas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 4, 2015, p. 366-384.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. **Exposições Universais**: Espetáculos da Modernidade no Século XIX. São Paulo: Hucitec, 1997.

REANI, Regina Tortorella; SORIANO, Érico; LONDE, Luciana R.; TOMÁS, Livia; GUILLEN VIANNA, Maria Lígia; SANTOS, Leonardo Bacelar Lima. Interfaces legais entre planejamento urbano e redução de riscos e desastres. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 21, n. 76, 2020, p. 116-133. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG217651879>.

REBOITA, Michelle Simões; NIETO, Raquel; GIMENO, Luis; ROCHA, Rosmeri Porfírio; AMBRIZZI, Tércio, GARREAUD, René; KRUGER, Luiz Fernando.

Climatological features of cutoff low systems in the Southern Hemisphere. **Weather and Forecasting**, v. 115, 2010a, p. 1-15. <https://doi.org/10.1029/2009JD013251>

REBOITA, Michelle Simões; GAN, Manoel Alonso; ROCHA, Rosmeri Porfírio; AMBRIZZI, Tércio. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, 2010b, p.185-204. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862010000200004>

RECKZIEGEL, Bernadete Weber. **Levantamento dos desastres desencadeados por eventos naturais adversos no Estado do Rio Grande do Sul no período e 1980 a 2005**. 2007. 161 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RHODEN, Luíz Fernando. **Urbanismo no Rio Grande do Sul: Origens e evolução**. Porto Alegre: EDUPUC, 1999.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 2021, 204 p. Disponível em: https://issuu.com/spggrs/docs/atlas_socioeconomico_do_rio_grande_do_sul. Acesso em: 05/12/2023.

ROBAINA, Luis Eduardo de Souza; TRENTIN, Romario. (Org.) **Desastres Naturais no Rio Grande do Sul**. Editora da UFSM, 2013.

ROBAINA, Luis Eduardo Souza; SAUERESSIG, Silene Raquel. Zoneamento das áreas de risco à inundação da área urbana de Itaqui-RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 42, n.2, 2015, p. 672-687.

ROSSATO, Maira Suertegaray. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 253 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

RODRIGUES, Maria Laura Guimarães; YNOUE Rita Yuri. Mesoscale and synoptic environment in three orographically-enhanced rain events on the coast of Santa Catarina (Brazil). **Weather and Forecasting**, n.31, n. 5, 2016, p. 1529-1546. DOI: <https://doi.org/10.1175/WAF-D-15-0003.1>.

SARTORI, Maria da Graça Barros. A Dinâmica do Clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n.20, 2003, p. 27-49.

SIEBERT, Claudia. 2008+10 no Vale do Itajaí: Resiliência Reativa ou Evolutiva? In.: MATEDDI, Marcos Antonio; LUDWIG, Leandro; AVILA, Maria Roseli Rossi (Orgs.). **Desastre de 2008+10 no vale do Itajaí: Água, gente e política: Aprendizados**. Blumenau: EDIFURB, 2018. p. 323-339.

SMITH, Keith; PETLEY, D.N. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disasters. **Geographical Reserch**, v.47, n.4, 2009. p. 454-455.

TATE, Eric. Uncertainty Analysis for a Social Vulnerability Index. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 103, p. 526-543, 2013. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.700616>

TEIXEIRA, Mateus da Silva; PRIETO, Raidel Báez. Eventos extremos de chuva no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2004 e 2013. Parte 1: definição dos eventos e estatísticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 1, p. 53-61, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-7786351027>

TOMINAGA, Lidia Keiko. Análise e mapeamento de risco In: TOMINAGA, Lidia Keiko; SANTORO, Jair.; AMARAL, Rosangela. (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, p. 147-160, 2015a. p. 147-160. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf. Acesso em: 05/12/2023.

TOMIO, Fabrício Ricardo de Limas. **Instituições, processo decisório e relações executivo-legislativo nos Estados**: estudo comparativo sobre o processo de criação após a Constituição de 1988. 2002. 300 p. Tese (Doutorado em Ciência Política), IFCH, Dept. Ciência Política, UNICAMP, Campinas 2002. DOI: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2002.226967>

TRENBERTH, Kevin E; STEPANIAK, David P. Indices of El Niño Evolution. **Journal of Climate**, v. 14, p. 1697-1701, 2001. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014%3C1697:LIOENO%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014%3C1697:LIOENO%3E2.0.CO;2)

TRENTIN, Romario; DIAS, Danielli Flores . Estudos de Áreas de Risco: O Caso de Cachoeira do Sul/RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 41, p. 285-303, 2014.

UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. Preliminary version. Geneva, Switzerland: UN/ISDR, 2002. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/657_lwr1.pdf. Acesso em 05/12/2023.

UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Visions of Risk: A Review of International Indicators of Disaster Risk and its Management**. London, Inter-Agency Task force on Disaster Reduction – Working Group 3, p. 73, 2004. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/visions-risk-review-international-indicators-disaster-risk-and-its-management>. Acesso em 05/12/2023.

UNISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. 2009. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/2009-unisdr-terminology-disaster-risk-reduction> . Acesso em 05/12/2023.

VARGAS, H. Richard A, et al. **Guía Municipal para la Gestión del Riesgo**. Banco Mundial. Programa de Reducción de la Vulnerabilidad Fiscal del Estado frente a Desastres Naturales. Republica de Colombia, Bogotá, 2010. Disponível

em: <https://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/archivos/GMGRColombia.pdf>. Acesso em: 05/12/2023.

VEYRET, Yvette (Org.) **Os riscos**: O homem como agressor e vítima do meio ambiente. Contexto: São Paulo, 2007.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Yvette. (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2 ed. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2015a, p. 25-46.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet. O risco, os riscos. In: VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2 ed. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2015b, p. 23-24.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet. Os tipos de risco. In: VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2 ed. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2015c, p. 63-79.

VEYRET, Yvette; RICHEMOND, Nancy Meschinet. Representação, gestão e expressão espacial do risco. In: VEYRET, Yvette (Org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2 ed. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2015d, p. 47-61.

VALENTE, Pedro Teixeira. **Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no século XX a partir de dados de reanálise e registros históricos**. 2018. 100p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/174485/001063496.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05/12/2023.

VOJINOVIĆ, Zoran; GOLUB, Daria; WEESAKUL, Sutat; KEERAKAMOLCHAI, Weeraya; HIRUNSALEE, Sianee. Merging Quantitative And Qualitative Analyses For Flood Risk Assessment At Heritage Sites, The Case Of Ayutthaya, Thailand. International Conference on Hydroinformatics, New York City, USA, 2014. Disponível em: https://academicworks.cuny.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1394&context=cc_conf_hic. Acesso em: 05/12/2023.

ZANELLA, Maria Elisa; OLÍMPIO, João Luis Sampaio. Impactos pluviais, risco e vulnerabilidades em Fortaleza - CE. In: MENDONÇA, Francisco. **Riscos climáticos**: vulnerabilidades e resiliência associados. Jundiaí: Paco Editorial, 2014, p. 115-136.



www.meridapublishers.com

