

Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental

Estudo dos processos hidrológicos causadores de desastres que ocorrem nos municípios de Estrela e Lajeado, Vale do Taquari/RS

study of the hydrological processes that cause disasters that occur in the municipalities of Estrela and Lajeado, Vale do Taquari/RS

Estudio de los procesos hidrológicos causantes de desastres que ocurren en los municipios de Estrela y Lajeado, Vale do Taquari/RS

Caroline Maria Cadore Borges^I , Luís Eduardo de Souza Robaina^{II} ,
Anderson Augusto Volpato Scotti^{II} 

^I Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

^{II} Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO

Estudo dos processos hidrológicos causadores de desastres que ocorrem nos municípios de Estrela e Lajeado, Vale do Taquari/RS: O aumento dos desastres naturais vem sendo intensificado pelas mudanças climáticas. Isso pode levar a uma aceleração do ciclo hidrológico, aumentando a intensidade e a frequência de eventos extremos. O presente artigo tem como temática os processos hidrológicos causadores de desastres no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, nos municípios de Lajeado e Estrela, localizados no Vale do Taquari, RS. Este estudo apresenta o inventário de registro dos eventos de inundação nos municípios de Estrela e Lajeado, em um intervalo temporal de 20 anos com objetivo de identificar e espacializar os desastres naturais associados a processos hidrológicos. No período entre 2002 e 2022 ocorreram 43 eventos de origem hidrológica que ocasionaram danos. Para abordar a lacuna de dados esta pesquisa apresenta um levantamento de informações que resultou no inventário e juntamente com o auxílio da defesa civil foi possível determinar os níveis de suscetibilidade nos bairros, como forma de analisar a espacialização através da suscetibilidade a inundações. A partir das informações cartográficas e dos dados coletados foi possível categorizar a suscetibilidade por bairro em cada um dos municípios. Os resultados apresentam uma análise temporal e espacial das ocorrências de eventos originados por processos hidrológicos nos municípios, o que poderá ser empregado nas ações de gerenciamento de risco.

Palavras-chave: Desastres; Risco; Inundação

ABSTRACT

Study of the hydrological processes that cause disasters that occur in the municipalities of Estrela and Lajeado, Vale do Taquari/RS: The increase in natural disasters has been intensified by climate change. This can lead to an acceleration of the hydrological cycle, increasing the intensity and frequency of extreme events. The theme of this article is the hydrological processes that cause disasters in the low course of the Taquari-Antas river basin in the municipalities of Lajeado and Estrela, located in Vale do Taquari, RS. This study presents a record inventory of flood events in the municipalities of Estrela and Lajeado over a period of 20 years, with the aim of identifying and spatializing natural disasters associated with hydrological processes. In the period between 2002 and 2022, there were 43 events of hydrological origin that caused damage. To address the data gap, this research presents a survey of information that resulted in the inventory, and, together with the help of civil defense, it was possible to determine the levels of susceptibility in the neighborhoods as a way of analyzing spatialization through susceptibility to flooding. Based on the cartographic information and data collected, it was possible to categorize susceptibility by neighborhood in each of the municipalities. The results present a temporal and spatial analysis of the occurrence of events caused by hydrological processes in the municipalities, which can be used in risk management actions.

Keywords: Disasters; Risk; Flood

RESUMEN

Estudio de los procesos hidrológicos causantes de desastres que ocurren en los municipios de Estrela y Lajeado, Vale do Taquari/RS: El aumento de los desastres naturales se ha intensificado por el cambio climático. Esto puede conducir a una aceleración del ciclo hidrológico, aumentando la intensidad y frecuencia de los eventos extremos. El artículo tiene como tema los procesos hidrológicos que provocan desastres en el curso inferior de la cuenca del río Taquari-Antas, en los municipios de Lajeado y Estrela, ubicado en Vale do Taquari, RS. Este estudio presenta el inventario de registros de eventos de inundación en los municipios de Estrela y Lajeado, en un intervalo de tiempo de 20 años con el objetivo de identificar y espacializar desastres naturales asociados a procesos hidrológicos. En el período comprendido entre 2002 y 2022 se registraron 43 eventos de origen hidrológico que fueran causados daños. Para abordar la brecha de datos, esta investigación presenta un levantamiento de información que resultó en el inventario y junto con la ayuda de la defensa civil fue posible determinar los niveles de susceptibilidad en los barrios, como una forma de analizar la espacialización a través de la susceptibilidad a las inundaciones. A partir de la información cartográfica y los datos recogidos, fue posible categorizar la susceptibilidad por barrio en cada uno de los municipios. Los resultados presentan un análisis temporal y espacial de las ocurrencias de eventos originados por procesos hidrológicos en los municipios, que pueden ser utilizados en acciones de gestión de riesgos.

Palabras-clave: Desastres; Riesgo; Inundación

1 INTRODUÇÃO

O aumento dos desastres naturais vem sendo intensificado pelas mudanças climáticas. As previsões globais projetam um aumento de 4°C a 6°C na temperatura

média global até 2100, nos cenários mais críticos de concentração de gases de efeito estufa (Collins *et al.*, 2013). Isso pode levar a uma aceleração do ciclo hidrológico, aumentando a intensidade e a frequência de eventos extremos.

Eventos que tem causado muitas perdas e danos nas cidades ao redor do mundo estão representados pelos processos hidrológicos (Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE). A expansão dos centros urbanos na planície de inundação dos rios, sem o devido planejamento, aumenta a suscetibilidade da população e, conseqüentemente, os impactos gerados. No Brasil, frequentemente, os processos hidrológicos são responsáveis por desastres e, como resultado, causam milhares de vítimas todos os anos, assim como elevados custos à sociedade (Hoffmann, Mendonça e Goudard, 2014).

Os processos hidrológicos classificados como inundações se caracterizam pelo transbordamento das águas de um curso d'água, as quais atingem a planície de inundação ou área de várzea causando danos (Brasil, 2007; Amaral e Ribeiro, 2015). Inundações bruscas são denominados de enxurradas e os alagamentos, frequentemente, representam problemas na rede de drenagem urbana associado a falta de capacidade dos canais fechados de drenagem suportarem a vazão de água que recebem, extravasando através das bocas de lobo (Castro, 1998; Miguez, Gregório e Veról, 2018).

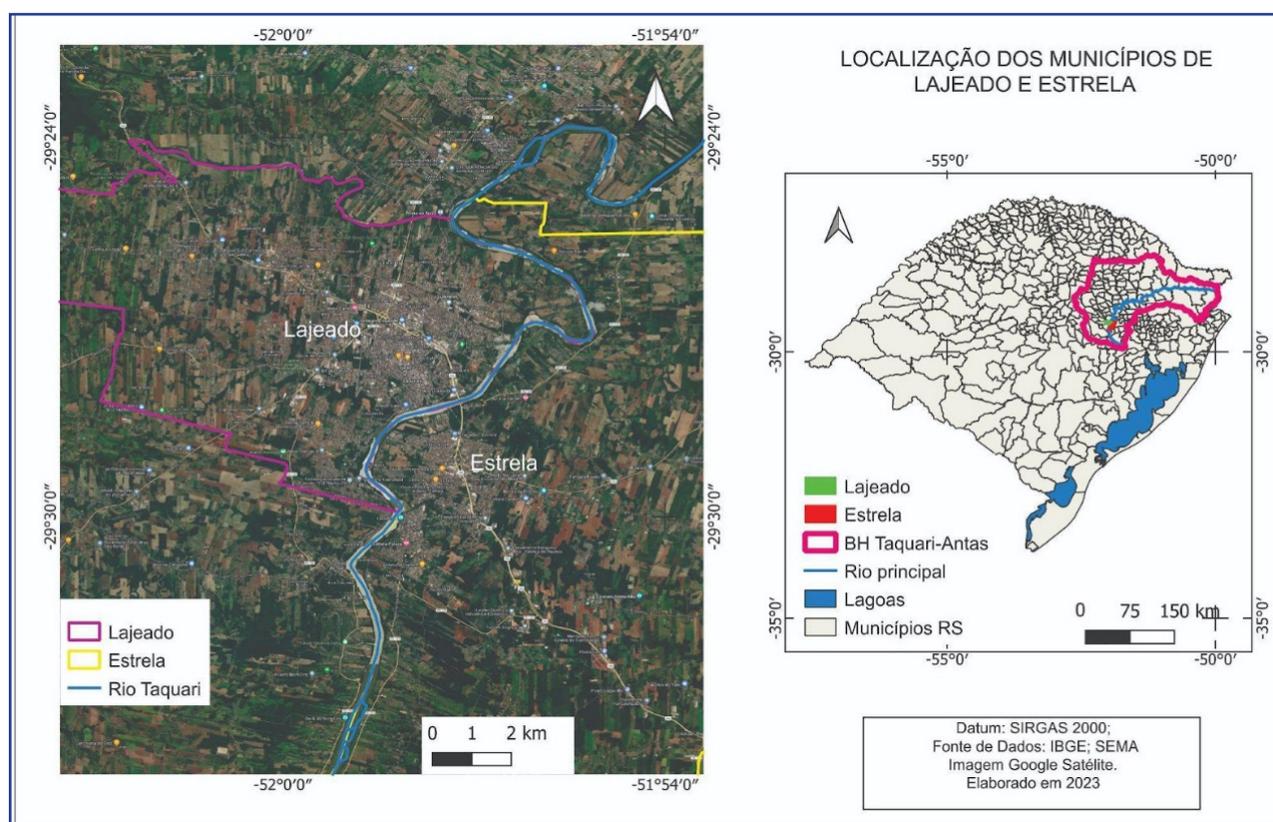
A área de estudo está representada pela área urbana dos municípios de Estrela e Lajeado, situadas nas margens do rio Taquari. A região do Vale do Taquari pertence à bacia do rio Taquari-Antas, que apresenta características fisionômicas bastante diversificadas. O alto curso está localizado nos Campos de Cima da Serra e o médio curso na encosta inferior do Planalto Meridional, caracterizado por grandes aclives, que tem sua gênese associada a dissecação do relevo promovida pelo rio Taquari e seus afluentes, formando porções escarpadas e morros testemunhos. Por fim, a porção de baixo curso engloba o Vale do Taquari até a área da foz no rio Jacuí, localizada na Depressão Central, onde as formas típicas são colinas, terraços fluviais e planícies de inundação.

O clima, de acordo com Rossato (2011), é classificado, em quase totalidade da área da bacia hidrográfica, como: Subtropical III. O tipo climático Subtropical III caracteriza-se por ser úmido com variação longitudinal das temperaturas médias. Ademais, apresenta área com menor influência dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com o efeito do relevo (escarpas e vales da borda do Planalto Basáltico), da continentalidade, e maritimidade e das áreas urbanizadas. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações. As chuvas são abundantes, oscilam entre 1.700 e 1.800 mm anuais, bem distribuídos entre 100-120 dias e, mensalmente, totalizam 9-12 dias. A temperatura média anual varia entre 17-20°C. A temperatura média do mês mais frio entre 11-14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23-26°C (Rossato, 2011).

Os processos hidrológicos ocorrem ao longo de toda a bacia do rio Taquari (Ferri, 1991), mas é no baixo curso do rio Taquari que são observados os maiores prejuízos decorrentes das inundações, devido principalmente à maior concentração de núcleos urbanos junto às margens. Os desastres por processos hidrológicos são decorrentes de fatores naturais dessa bacia hidrográfica, mas as ações antrópicas (desmatamento, impermeabilização do solo, obras no canal fluvial) tendem a intensificar o alcance das cotas de inundações e agravar os problemas (Ferreira; Both, 2001).

Na área de estudo, os eventos vão variar em intensidade, magnitude e frequência e essa relação resulta em distintos graus de severidade no espaço e tempo. Esse estudo apresenta o inventário de registro dos eventos de inundação nos municípios de Estrela e Lajeado, apresentados na figura 1, em um intervalo temporal de 20 anos, entre 2002 e 2022. O objetivo é identificar e espacializar os desastres naturais associados a processos hidrológicos. A pesquisa foi delimitada em concordância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 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 (ONU BRASIL, 2015).

Figura 1 – Localização dos municípios de Estrela e Lajeado da bacia hidrográfica do rio Taquari



Fonte: Autores (2023)

2 METODOLOGIA

Para análise e levantamento de informações foram utilizados dados obtidos da Defesa Civil Municipal e os acervos do periódico de circulação regional, denominado "A Hora" entre os períodos de 2002-2022. As informações disponibilizadas pela Defesa Civil do Rio Grande do Sul e Defesas Civis Municipais, permitiram o levantamento de registros de Decretos de Situação de Emergência e de Estado de Calamidade Pública. No primeiro momento da pesquisa, foi realizada a análise de maneira manual das coleções anuais do periódico, na sede do jornal. Os dados a partir de 2002 até o ano de 2016 foram consultados no acervo físico. A partir do ano de 2017 até o ano de 2022 foram compilados os exemplares do acervo digital no *site* do jornal.

As informações disponíveis nos acervos possibilitaram o registro das datas em

que ocorreram os eventos de inundação (meses e anos), as áreas afetadas de maneira mais frequente (ruas e bairros), como também registros fotográficos dos eventos.

As cotas de inundação foram definidas a partir da régua no Porto de Estrela e com base nos dados da CPRM. A cota referente à 27 metros se configura com o limite da definição das áreas suscetíveis a inundação nos dois municípios

Os trabalhos de campo propiciaram registros fotográficos dos casos e situações específicas e recorrentes na área de estudo com a coleta de pontos de controle com uso de receptor GPS. Utilizou-se, também, uma Aeronave Remotamente Pilotadas (ARPs), modelo Dji mini Mavic, para obtenção de fotografias oblíquas e panorâmicas, que foram integradas para observação das áreas inundáveis. Os agentes das Defesas Civis Municipais de Estrela e Lajeado acompanharam as ações e auxiliaram na indicação dos locais de maior recorrência de eventos de inundação nas áreas dos municípios.

Para a espacialização dos dados, foi utilizado o software Qgis versão 3.28. As bases de dados (limite dos bairros, sistema viário, cota de inundação e drenagem) foram obtidas junto às prefeituras municipais. No caso de Estrela, as bases estão disponíveis no link: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1HOKtc3Hrm77QEPShNrFzNaeaqak&ll=-29.50264741187806%2C-51.979089011016875&z=13>, onde é possível adquirir os planos de informação em arquivos *.kmz. Para Lajeado, as informações foram coletadas junto a prefeitura municipal e os dados obtidos em *.dxf.

De posse das informações cartográficas, os dados coletados a partir do inventário, foram inseridos na tabela de atributos da camada referente aos bairros dos municípios e, posteriormente categorizados em 03 (três) classes distintas: baixo (< 5 ocorrências); médio (5 – 12 ocorrências); e alto (> 12 ocorrências). Para representação nos mapas, foi utilizado o símbolo pontual de um copo, onde na legenda é possível verificar a magnitude dos eventos por bairros.

3 RESULTADOS

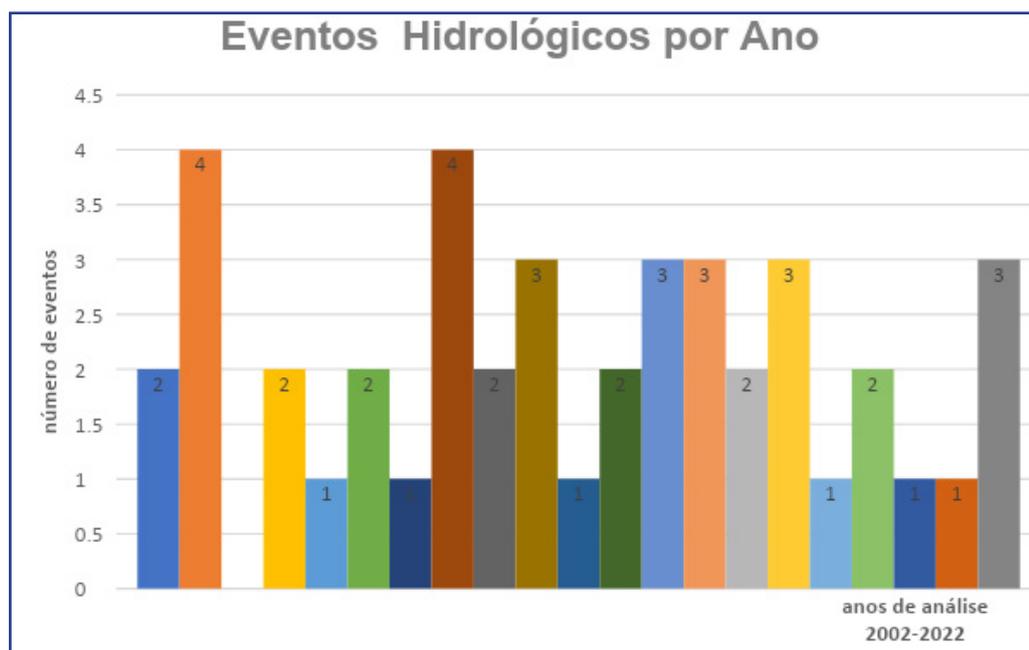
Os resultados apresentam uma análise temporal e espacial da ocorrência de eventos de processos hidrológicos nos municípios de Estrela e Lajeado, no Vale do Taquari.

3.1 Análise Temporal das Ocorrências

A distribuição temporal das ocorrências de desastres por fenômenos hidrológicos nos municípios de Estrela e Lajeado possibilita dimensionar a magnitude da problemática, indicando os principais anos em que ocorreram os eventos adversos, além de evidenciar a sazonalidade das ocorrências.

O gráfico da figura 2 apresenta a distribuição dos registros de processos hidrológicos ao longo dos 20 anos de análise. Observa-se a suscetibilidade dos municípios frente aos eventos, com uma média superior a 2 eventos ano. Além disso, somente o ano de 2004, no total de 20 anos, não apresentou registro.

Figura 2 - Distribuição dos registros de processos hidrológicos ao longo dos 20 anos, os anos de 2003 e 2009, destacam-se como o maior número de ocorrências



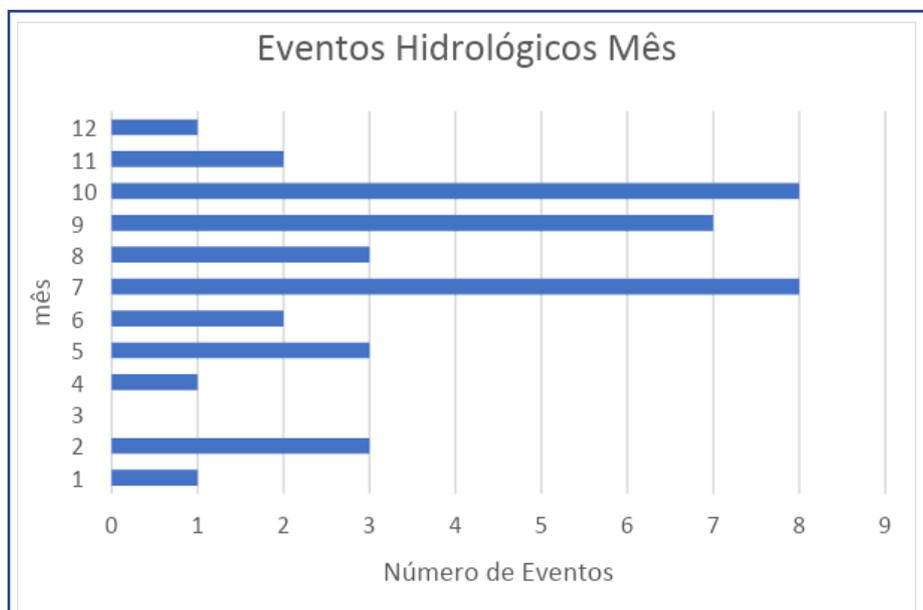
Fonte: Autores (2023)

A análise em relação aos meses (figura 3) indica que eventos hidrológicos com desastres ocorreram em todos os meses do ano, exceto março que não tem registro. Os meses mais significativos são julho, setembro e outubro.

Considerando a estação do ano, observa-se que o inverno e a passagem do inverno (agosto, setembro e outubro) para primavera representam as épocas com mais

possibilidade de ocorrência de eventos causadores de danos em Estrela e Lajeado. No verão o mês de fevereiro é significativo em termos de eventos.

Figura 3 - Distribuição dos registros de processos hidrológicos ao longo dos meses dos 20 anos de análise



Fonte: Autores (2023)

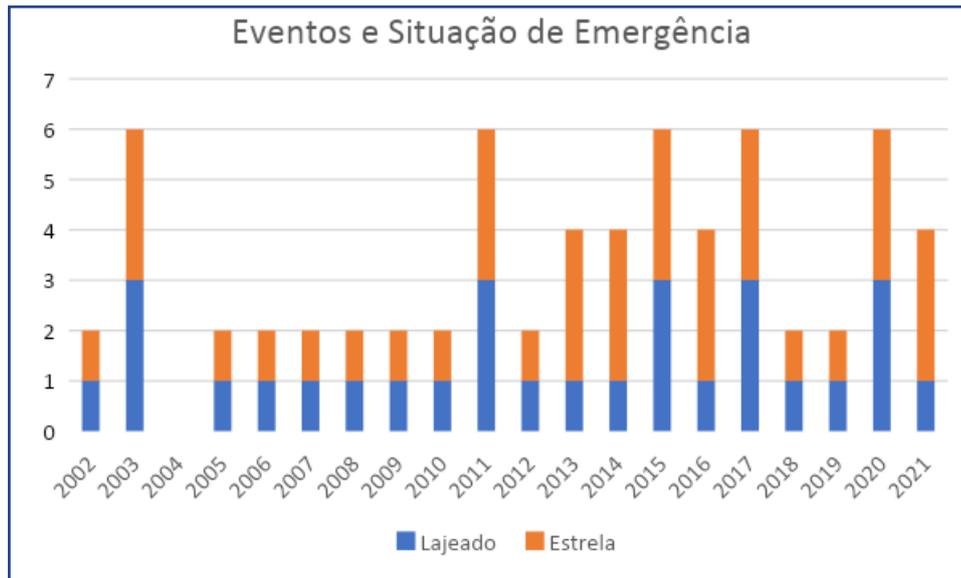
No Vale do Taquari, as inundações são os desastres naturais que mais geram situações de emergência, mas não há um nível específico que gere tal alerta, uma vez que ele depende de outros fatores associados. Entretanto, observa-se que a maior probabilidade de decreto de situação de emergência ocorre com águas acima da cota de 23 metros. Considera-se situação de emergência (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 (Secretaria Nacional de Defesa Civil e Proteção - SEDEC).

Nos vinte anos analisados o município de Lajeado publicou Decretos de Situação de Emergência em 5 anos dos analisados, enquanto no município de Estrela foram registrados Decretos de Situação de Emergência em 9 anos do total (figura 4).

Os anos que foram registrados Decretos de Situação de Emergência em Lajeado e Estrela foram 2003, 2011, 2015, 2017 e 2020, representando eventos que causaram muitos danos no Vale do Taquari. O município de Estrela, além desses, apresenta

registro de Decretos, nos anos de 2013, 2014, 2016, e 2021, indicando situação de intensa alteração das condições normais no município.

Figura 4 - Distribuição dos eventos com Situação de Emergência nos 20 anos de análise



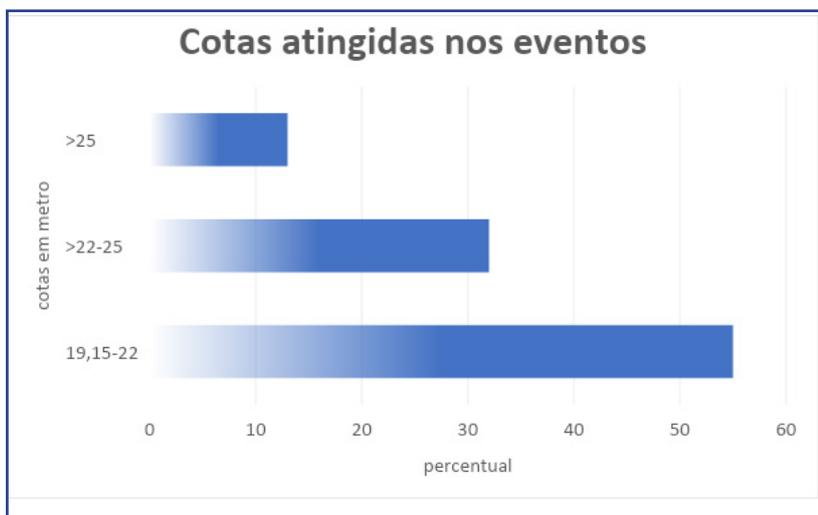
Fonte: Autores (2023)

3.2 Análise Espacial das Ocorrências

Com relação as cotas atingidas pelo rio Taquari, determinadas nos diversos eventos, definiu-se três níveis de ameaças, conforme figura 5. Os eventos ordinários ocorrem quando a cota do rio Taquari ultrapassa 19,15m até atingir a cota de 22m. Os eventos ordinários correspondem a 55% dos eventos identificados. Os eventos comuns, representam 32% do total, ocorrendo quando a cota de inundação ultrapassa 22m e vai até a cota de 25m. Os eventos extraordinários foram definidos por cotas superiores a 25m, que ocorreram em 13% do total de eventos registrados nos últimos 20 anos.

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, em Lajeado e Estrela e Boa Vista, em Estrela.

Figura 5 - Distribuição dos registros de processos hidrológicos com relação as cotas atingidas pelo rio Taquari



Fonte: Autores (2023)

As áreas consideradas como de alta suscetibilidade à inundação encontram-se nas margens do rio Taquari, estando localizadas nas porções norte e leste do município de Lajeado e norte e oeste no município de Estrela. Na Figura 6 podem ser observadas áreas suscetíveis em Lajeado (fotografias A e B) e em Estrela (fotografias C e D). Devido a existência de fatores condicionantes como a drenagem urbana, o relevo e a configuração do rio principal, existem bairros que não costumam ser afetados pelas inundações e outros que são atingidos somente nos grandes eventos de cheia, estes, aparecem com baixa suscetibilidade.

A canalização e retificados de arroios de menor ordem ocasiona o transbordamento dos córregos e bueiros com alagamento de ruas e residências. A cota máxima para construção na legislação vigente de ambos os municípios é de 27 metros nas áreas de risco, esta cota aparece no mapeamento para delimitar o nível máximo dos processos hidrológicos.

A ocorrência espacial dos processos hidrológicos com danos foi analisada por bairro e dividido em três níveis: Baixo, Médio, Alto. A baixa suscetibilidade é caracterizada para bairros afetados até 5 vezes por eventos nos últimos 20 anos. A condição de média suscetibilidade se caracteriza por bairros afetados de 6 a 12

anos. A alta suscetibilidade indica bairros que registram danos em mais de 12 eventos ocorridos nos últimos 20 anos.

Figura 6 – Áreas suscetíveis à inundação em Lajeado nos bairros Centro (A) e Moinhos (B), e, em Estrela, nos bairros Oriental (C) e Moinhos, loteamento Marmitt (D)



Fonte: Autores (2023)

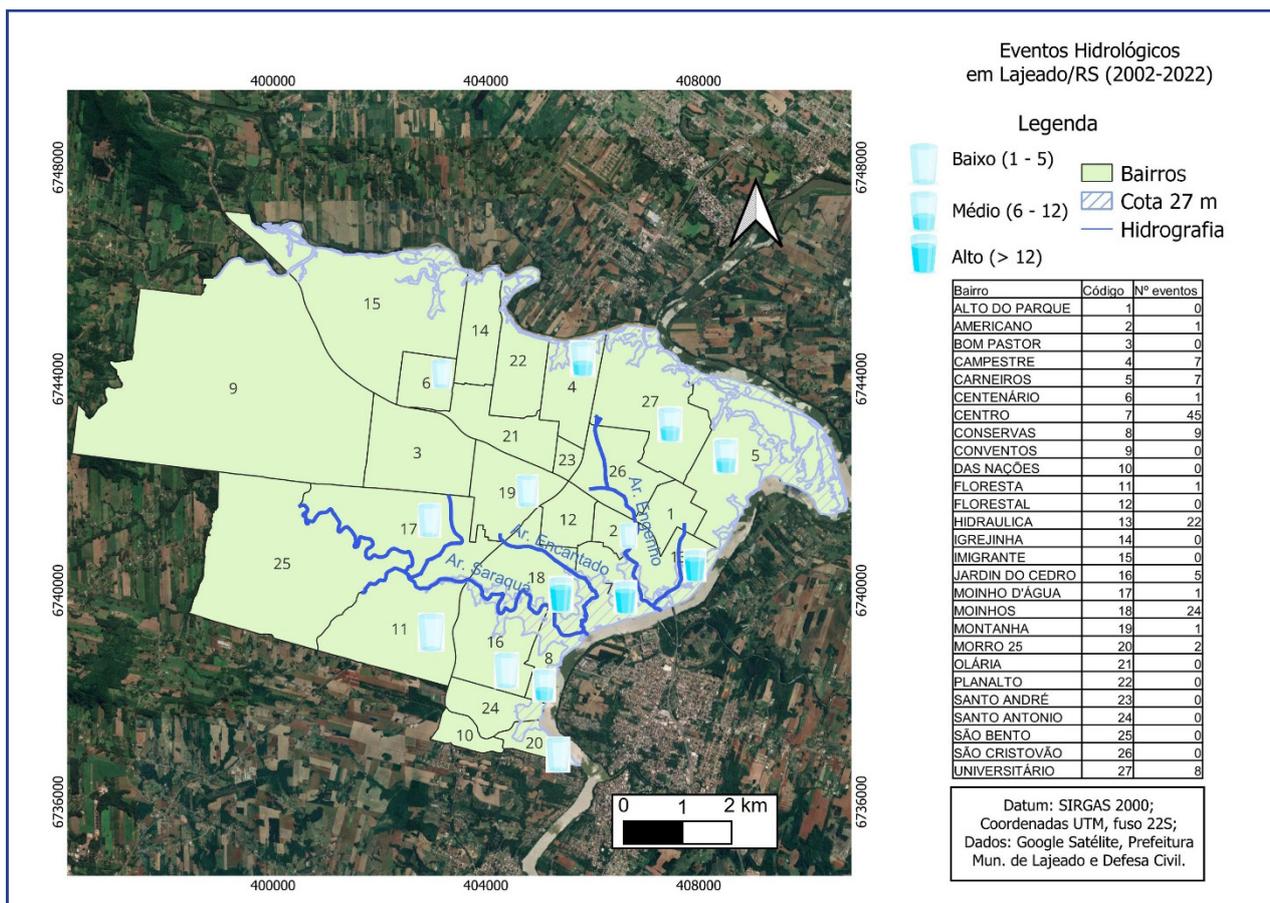
A figura 7 apresenta a distribuição espacial dos processos hidrológicos no município de Lajeado.

Em Lajeado, a elevação do rio Taquari e dos seus afluentes Saraquá, Engenho e Encantado colocam 2,9 mil pessoas, de 735 moradias em área com possibilidade de inundação.

Os bairros de Lajeado com baixa suscetibilidade são Centenário e Montanha que possuem ruas atingidas pontualmente, Moinhos D'água e Floresta que estão localizados no alto curso do arroio Saraquá, e o bairro Americano que está localizado ao longo do curso canalizado do arroio Engenho. Todos se caracterizam por interrupções

no trânsito em situações de elevação das águas do rio Taquari, principalmente, quando as cotas de inundação são extremas e superam 25 metros. No bairro Montanha são recorrentes situações de alagamento em função do entupimento de bueiros devido a estrutura da canalização no local.

Figura 7 - Distribuição espacial dos processos hidrológicos com diferentes níveis de suscetibilidade em Lajeado/RS



Fonte: Autores (2023)

A condição de média suscetibilidade ocorre nos bairros Conservas, Morro 25, Jardim do Cedro, Carneiros, Universitário e Campestre. Nestes dois últimos existe a participação do afluente do rio Taquari, o rio Forqueta, que além de contribuir para as inundações no bairro Universitário e Campestre tem papel importante no aumento do nível do próprio rio principal. Nesse grupo a média suscetibilidade é caracterizada em eventos comuns com interrupção do trânsito e algumas residências afetadas. Nesse sentido destacam-se a rua Arnoldo Uhry, entre os bairros Jardim do Cedro e Moinhos, a rua Pedro Petry, no Universitário, a avenida Beira Rio e a rua Dois Irmãos,

nos bairros Morro 25 e Conservas, respectivamente. Além disso, o bairro Conservas também apresenta risco de desabamento por deslizamento. Ao todo são 70 casas do bairro que correm o risco de ceder durante um evento hidrológico. Quando a cheia atinge cotas superiores a 24 metros alguns locais do bairro Carneiros ficam sem acesso devido ao transbordamento do rio Taquari deixando moradores de algumas residências sem saída do bairro. Impactado pelas águas do arroio Saraquá, o bairro Jardim do Cedro conta com ruas e residências atingidas próximas ao arroio que faz limite com o bairro Moinhos.

Os bairros a apresentarem alta suscetibilidade são Centro, Hidráulica e Moinhos. No bairro Centro ruas importantes ficam inundadas como o encontro das ruas Júlio May e Francisco Oscar Karnal e, no bairro Hidráulica, a Avenida Décio Martins Costa que são as primeiras residências impactadas, atingindo também a rua Carlos Spohr Filho, que vai do bairro Centro ao Moinhos, quando a cota chega a 19,80 metros, porém, ao alcançar 18 metros as primeiras casas ficam alagadas podendo deixar famílias ilhadas, se não saírem das residências. Com essa medição, parte da avenida Décio Martins Costa, a rua do "Valão" localizada também em um bairro com nível de suscetibilidade bastante elevado, o Hidráulica, ficam alagadas. Localizado abaixo da avenida, o arroio Engenho foi canalizado a partir do bairro Americano, passando pelo bairro Hidráulica até atingir sua foz, quando deixa de ser canalizado a poucos metros da margem do rio Taquari. Dessa forma, o bairro Centro e o Hidráulica por serem os primeiros a receberem o impacto da cheia estão classificados com alto nível de suscetibilidade. Em Lajeado boa parte da área central da cidade é impactada pelas cheias, especialmente algumas áreas periféricas do centro conhecidas como "Praia", Cantão do Sapo e vila São José, deixando residências submersas, em caso de eventos extremos.

Ainda com alto nível de suscetibilidade, o bairro Hidráulica possui as ruas Alberto Torres, Bento Rosa, João Pessoa e Rodolfo Germano Hexsel, regularmente atingidas pelas cheias e transbordamento do arroio Engenho. No bairro Moinhos, ainda com grau alto de suscetibilidade destaca-se a rua Santos Filho. O bairro Moinhos, além de possuir parte das residências às margens do rio Taquari, está delimitado por dois

importantes arroios da cidade, o Saraquá e o Encantado. Essa localização faz com que o transbordamento dos arroios atinja um grande número de ruas e residências.

O maior número de ruas prejudicadas em Lajeado estão localizadas no bairro Centro, principalmente na região onde se localiza o arroio Encantado, na região do Parque Professor Theobaldo Dick. As águas do arroio Encantado ficam represadas e extravasam alcançando grande número de quadras centrais causando grande transtorno aos residentes da região, aos comerciantes e aos serviços ali prestados. O transbordamento desse arroio impacta também edifícios do bairro impossibilitando o acesso dos moradores aos prédios. Foram 25 ruas com registros, segundo a defesa civil, na última grande inundação em julho de 2020, a cota nesta ocasião ultrapassou os 27 metros (nessa ocasião, em 48 horas o nível do rio Taquari, na régua do Porto de Estrela, teve uma elevação de 11,25 metros, comparando com a última cheia, de 2022 foram 6,7 metros no mesmo período). O segundo bairro mais suscetível é o Hidráulica, que faz limite a oeste com o bairro Centro, neste são 15 ruas, segundo a Defesa Civil que tiveram registro na enchente de 2020. O terceiro é o bairro Moinhos, a leste do Centro, com o registro de 14 ruas, completando os três mais suscetíveis do município.

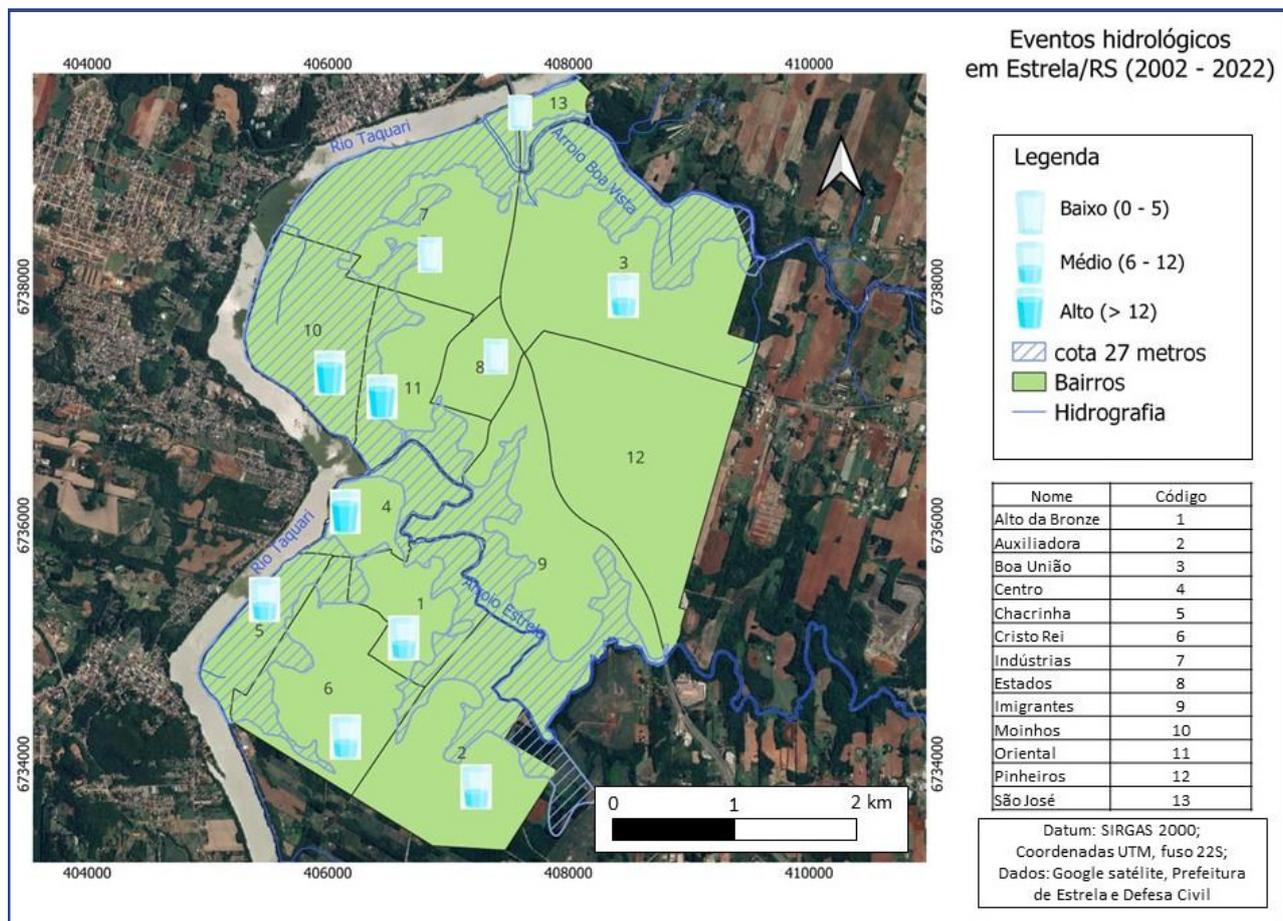
No município de Estrela a figura 8 apresenta a distribuição espacial dos processos hidrológicos com diferentes níveis de suscetibilidade.

Em Estrela, a possibilidade de inundação com a elevação dos níveis do Rio Taquari e os afluentes Arroio Estrela e Boa Vista coloca em risco 3,6 mil pessoas em 912 residências.

Com baixo nível de suscetibilidade temos os bairros São José, Indústrias e Estados. O bairro São José não possui ruas atingidas devido a configuração do relevo da margem do rio Taquari nesse trecho, somente o acesso ao bairro Boa União fica comprometido em função do extravasamento das águas do arroio Boa Vista. O bairro Estados possui somente uma rua impactada com alagamentos pontuais em eventos extremos. Por último, com baixo nível de suscetibilidade tem-se o bairro Indústrias que se localiza nas margens do rio Taquari e compreende o Porto de Estrela (PORTOBRÁS) no qual se localiza a régua de controle das cotas de inundações. Neste

bairro as primeiras ruas alagadas são a Henrique Uebel a partir da cota de 25 metros e Henrique Wendt (25,60m), esta última interrompe o único acesso entre os bairros Moinhos e Indústrias. Outras porções do bairro, a partir da cota de 25,80 metros e 26,25 metros na rua Aldino Alfredo Sulzbach, causam a interrupção do último acesso ao bairro Moinhos e a Vila Tereza.

Figura 8 - Distribuição espacial dos processos hidrológicos com diferentes níveis de suscetibilidade em Estrela/RS



Fonte: Autores (2023)

Os bairros Cristo Rei, Chacrinha, Boa União, Auxiliadora e Alto da Bronze possuem média suscetibilidade. No caso dos dois últimos, o arroio Estrela gera a inundação já nas primeiras cotas abaixo de 20 metros. No bairro Auxiliadora, a partir da cota de 23,40 metros residências passam a ser atingidas em quatro ruas do bairro pelas águas do arroio Estrela, localizado próximo ao bairro.

No Alto da Bronze a média suscetibilidade é caracterizada por ruas impactadas a partir do extravasamento do arroio Estrela, quando a cota alcança 25 metros.

O bairro Cristo Rei começa a sentir os prejuízos da cheia já nas primeiras cotas, em 20,60 metros, a estrada municipal de acesso precisa ser interditada, e, com o avanço das águas, a partir da cota de 24 metros as primeiras ruas do bairro são atingidas, como é o caso da rua Júlio de Castilhos. Outras ruas passam a ser afetadas somente a partir dos 25 metros, ou seja, em eventos extraordinários.

O bairro Boa União, apesar de ser atingido na cota abaixo de 20 metros na rua João Lino Braun, não afeta área urbana nessa cota e só atinge novamente outras ruas em cota superior a 25 metros. O Chacrinha tem suas primeiras ruas atingidas a partir da cota de 23,60 metros e se caracteriza por interrupções no trânsito de acesso ao bairro em situações de elevação das águas do rio Taquari quando as cotas de inundação são extremas e superam 25 metros.

Em Estrela os bairros com alta suscetibilidade são o Moinhos, Centro, Oriental e Imigrantes. Quando o rio Taquari atinge a cota de 22 metros na régua de monitoramento do Porto de Estrela, as primeiras famílias do município precisam ser retiradas de suas residências.

As primeiras ruas são interditadas na cota de 18 metros e, com 21,50 metros, as famílias precisam ser removidas no bairro Oriental, rua Afonso Pena, no bairro Moinhos, rua São Roque e no Boa União, rua João Lino Braun.

Com alto nível de suscetibilidade, o bairro Imigrante também está entre os primeiros a ser atingido já na cota de 18 metros (podendo ser menos em algumas ruas, como é o caso da rua Albino Francisco Horn - próximo da ponte do arroio Estrela, na cota de 17,60 metros). Até atingir 19,8 metros são quatro ruas que já apresentam alagamentos e interrupção do trânsito.

O bairro Moinhos, localizado às margens do rio Taquari, a suscetibilidade é alta em função do extravasamento direto das águas do rio. Ruas do loteamento Marmitt, região com alta vulnerabilidade social, são impactadas a partir da cota de 21,50 metros, outras quatro ruas do bairro são afetadas nos eventos comuns. Já nos extraordinários

mais sete ruas ficam inundadas e, quando a cota chega aos 27 metros, todas as ruas do bairro são atingidas, comprometendo toda população residente no local.

No bairro Oriental também temos as primeiras ruas inundadas a partir da cota de 21,50 metros, a rua Francisco Marmitt, a partir dos 22,40 metros, a rua Tiradentes e rua Afonso Pena ficam alagadas devido ao extravasamento do arroio Estrela. Na cota de 22,80 metros a rua Germano Hasslocher coloca em risco todas as casas do lado norte da via, pois, em poucas horas, o nível sobe para 1,70 metros alagando a rua por completo. Ainda no bairro Oriental mais oito ruas precisam ter o trânsito no local interrompido, incluindo a rua Rio Branco (24,50m). A partir da cota de 25 metros mais seis ruas do bairro ficam inundadas.

No Centro de Estrela a suscetibilidade é alta em função do extravasamento das águas que alagam o principal parque da cidade, Princesa Isabel, conhecido como parcão, o local possui um lago e um pequeno canal de água com entrada para o rio Taquari que acaba transbordando. A inundaçãõ nesse bairro alcança as residências, incluindo prédios que ficam inacessíveis e diversas ruas, como a Coronel Flores a partir da cota de 22,70 metros e a rua Geraldo Pereira a partir da cota de 23,70 metros. A partir da cota de 24,10 metros são mais três, e, a partir da cota de 25 metros são outras duas, incluindo a rua Júlio de Castilhos, na cota de 25,70 metros, localizada em uma importante rótula do centro que interrompe o acesso a várias localidades. A partir dos 26,20 metros em eventos extraordinários, mais cinco ruas importantes do centro ficam alagadas impossibilitando a circulação, o funcionamento do comércio e dos serviços.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou compreender a dinâmica das inundações e mapear os bairros de acordo com o nível de suscetibilidade. Assim, permitiu desenvolver um levantamento de informações pertinentes aos processos desencadeadores de desastres e caracterizar os bairros de Estrela e Lajeado quanto à suscetibilidade às inundações.

A utilização de geotecnologias como imagens de satélite e sistema de informações geográfica, possibilitaram a espacialização dos dados de forma eficiente. Os trabalhos de campo, possibilitaram descrever *in loco* as áreas suscetíveis. Destacamos a importância da participação dos agentes da Defesa civil de Estrela e de Lajeado, os quais acompanharam e guiaram as atividades de campo.

Esse tipo de levantamento vem a atender a demanda de pesquisas referentes aos processos de origem hidrológica, servindo como subsídio para realizar uma análise posterior, em escala detalhada, dos fatores que influenciam o risco nos municípios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPQ pelo fomento à pesquisa. Também agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo suporte oferecido e à Defesa Civil municipal de Estrela e Lajeado que contribuíram com o apoio no processo do estudo desenvolvido.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2015, p. 39-52.

BRASIL. Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CASTRO, A. L. C. **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.

COLLINS, M. *et al.* Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: STOCKER, T. F. *et al.* (eds.). **Climate Change 2013**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY (USA), 2013.

FERREIRA, E. R.; BOTH, G. C. Estudo das enchentes no Vale do Taquari: causas e propostas de controle. In: MEEP, 4. Lajeado. **Anais [...]** Lajeado: UNIVATES, 2001. p. 171.

FERRI, G. **História do Rio Taquari-Antas**. Encantado: Grafen Encantado, 1991.

HOFFMANN, T. C. P.; MENDONÇA, F.; GOUDARD, G. Eventos climáticos extremos: inundações e gestão de risco no Paraná. *In*: MENDONÇA, F. (Org.). **Riscos climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados**. Jundiaí: Paco Editorial, 2005. p. 191-226.

MIGUEZ, M. G.; GREGÓRIO, L. T. D.; VERÓL, A. P. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

ONU BRASIL. Organização das Nações Unidas – Brasil. **Agenda 2030 – ODS 13. 2015**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Contribuições de autoria

1 – Caroline Maria Cadore Borges

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutoranda em Geografia

<https://orcid.org/0000-0003-1389-7999> - carolgeo.ufsm@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Escrita - primeira redação, Escrita - revisão e edição

2 – Luís Eduardo de Souza Robaina

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-doutor

<https://orcid.org/0000-0002-2390-6417> - lesrobaina@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Escrita - primeira redação, Escrita - revisão e edição

3 – Anderson Augusto Volpato Scoti

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-doutor em Geografia

<https://orcid.org/0000-0001-8667-0432> - ascoti2@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Escrita - primeira redação, Escrita - revisão e edição

Como citar este artigo

Borges, C. M. C.; Robaina, L. E. de S.; Scoti, A. A. V. Estudo dos processos hidrológicos causadores de desastres que ocorrem nos municípios de Estrela e Lajeado, Vale do Taquari/RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 26, e83744, p1-19, 2024. Disponível em: 10.5902/2236499483744. Acesso em: dia mês abreviado. ano.