

# **IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS INUNDADAS NA RGI CHARQUEADAS/SÃO JERÔNIMO/TRIUNFO, RIO GRANDE DO SUL, POR CLASSE DE USO DA TERRA UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS**

Gabriel Gouvea da Silva <sup>1</sup>  
Pablo César Serafim <sup>2</sup>  
André da Silva Bellini <sup>3</sup>  
Rodrigo José Pisani <sup>4</sup>

## **INTRODUÇÃO**

As geotecnologias têm papel fundamental no que tange a identificação de impactos ambientais negativos no meio físico, também à análise de dados e prospecção de informações que podem auxiliar de modo assertivo o planejamento e a gestão para a tomada de decisões.

Os produtos de sensoriamento remoto, em especial da série Map Biomas, têm auxiliado muito em relação à análise de séries temporais das classes de uso e cobertura da terra em todo território brasileiro.

Atualmente o estado do Rio Grande do Sul tem sofrido com enchentes e inundações provenientes do grande volume de pluviosidade que tem precipitado em várias regiões sobretudo nas bacias hidrográficas do vale do rio Taquari e Jacuí, com grandes transtornos para a população e perdas socioeconômicas.

Nesse sentido o presente trabalho tem como objetivo avaliar as perdas de classes de uso e cobertura da terra, principalmente de áreas agrícolas na Região Geográfica Imediata de Charqueadas/Triunfo/São Jerônimo, composta por 6

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG, [gabriel.gouvea@sou-unifal-mg.edu.br](mailto:gabriel.gouvea@sou-unifal-mg.edu.br);

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG, [pablo.serafim@sou.unifal-mg.edu.br](mailto:pablo.serafim@sou.unifal-mg.edu.br);

<sup>3</sup> Graduado do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG, [belliniandrealfnas@gmail.com](mailto:belliniandrealfnas@gmail.com);

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Ciências da Natureza – UNIFAL-MG, [rodrigo.pisani@unifal-mg.edu.br](mailto:rodrigo.pisani@unifal-mg.edu.br).

municípios, no caso: Butiá, Charqueadas, General Câmara, Minas do Leão, São Jerônimo e Triunfo.

Entre os procedimentos metodológicos utilizados, destacam-se a utilização da imagem do satélite CBERS 4, sensor WFI, 60 metros de 06/05/2024 onde foi possível identificar a mancha da inundação por meio da composição das bandas do visível: 15, 14 e 13 - vermelho, verde e azul respectivamente em RGB, pois nesse arranjo a água turva proveniente da inundação é mais bem identificada. O próximo passo foi segmentar a feição da enchente por meio do plugin Orfeo Tool Box (OTB) no sistema de informação geográfica QGIS, versão 3.28.10 Firenzi e cruzar com os dados de uso e cobertura da terra dos municípios a partir de dados do Map Biomas devidamente reclassificados para a realidade local.

Entre os resultados principais, destacam-se as perdas provenientes principalmente em áreas de agricultura nos municípios de Charqueadas, General Câmara, Minas do Leão e Triunfo. A interdição da rodovia RS 401 que liga General Câmara e São Jerônimo e no trecho de General Câmara a outras regiões mais ao norte além das inúmeras estradas rurais. Numa escala maior destaca-se também a enchente no nas áreas urbanas principalmente nas regiões periurbanas de Triunfo e São Jerônimo gerando transtornos para a população.

Conclui-se que por meio dos produtos de sensoriamento remoto aliada a plataforma do SIG foi possível identificar e analisar os transtornos causados pelas inundações e enchentes na RGI de Charqueadas, São Jerônimo e Triunfo, que podem auxiliar o poder público a mensurar as perdas ocorridas e dimensionar esforços para onde for necessário, pois a ideia é justamente disponibilizar esse trabalho para as secretarias de meio ambiente das prefeituras dos municípios.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

De acordo com o IBGE (2023), a Região Geográfica Imediata de Charqueadas/São Jerônimo/Triunfo localizada a aproximadamente 80 km da capital de Porto Alegre com uma população de 118.000 habitantes é composta por 6 municípios, no caso: Butiá, Charqueadas, General Câmara, Minas do Leão, São Jerônimo e Triunfo, com os setores produtivos relacionados à silvicultura de eucalipto, agricultura voltada a produção de arroz e culturas anuais como a soja, produção de melancia e pecuária. De

acordo com Witkowski e Morigi (2019), os municípios também fazem parte do contexto da região carbonífera do Baixo Jacuí com produção de carvão mineral. Também cabe destacar que o município de Triunfo possui o polo petroquímico de mesmo nome, respondendo por mais da metade do setor produtivo, de acordo com as informações da prefeitura de Triunfo, presentes em: <https://www.triunfo.rs.gov.br/>.

Os rios principais que cortam a RGI são o Jacuí de oeste a leste e o Taquari de norte, nas suas respectivas bacias hidrográficas, até tributar com o Jacuí e correr ao lago Guaíba em direção a Região Metropolitana de Porto Alegre, lagoa dos Patos e o oceano atlântico. As cotas altimétricas se distribuem nas partes mais baixas como no rio Jacuí e Taquarí e perímetro urbano dos municípios de Triunfo e São Jerônimo de aproximadamente 3,5 metros até as partes mais altas ao sul da RGI de aproximadamente 486 metros de altitude em relação ao nível do mar. O clima, segundo a classificação de Koppen é o subtropical úmido – Cfa. A figura 1 ilustra a figura da RGI em questão:

Para o desenvolvimento da pesquisa foram seguidas as rotinas de coleta de dados, organização, análise, interpretação e geração dos produtos finais da seguinte sequência metodológica:

#### **A) Coleta de dados**

- Bases vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE como os arquivos da RGI da área de estudo e dos municípios respectivamente;
- Coleta dos dados vetoriais por meio da plugin Open Street Map – OSM do QGIS com as vias pavimentadas no intuito também de calcular quantos km de estradas urbanas e rurais foram comprometidas com o fenômeno;
- Dados matriciais como as imagens orbitais do satélite CBERS 4 sensor WFI de 60 metros de resolução espacial, 8 bits de resolução radiométrica, data de 06/05/2024 órbita 156, ponto 135 do catálogo de imagens do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE;
- Produto Map Biomas coleção 8 com as classes de uso e cobertura da terra coletada por meio do toolkit presente na plataforma Google Earth Engine.

## **B) Organização do trabalho**

- Escolha da RGI Charqueadas/São Jerônimo/Triunfo por terem sofrido severamente com os fenômenos das inundações dos rios Jacuí e Taquari do qual estão inseridos;
- Recorte da cena no QGIS do satélite CBERS 4, sensor WFI de 06/05/2024 com a área de estudo, composição das bandas 15, 14, 13, (vermelho, verde e azul respectivamente) em RGB e extração da máscara de inundação por meio da segmentação da feição da água turva por meio do plugin Orfeo Tool Box (OTB) limiar de 100 interações por uma região de 25 pixels;
- Reclassificação dos produtos do Map Biomas para as classes de uso e cobertura da terra mais adequadas para a área de estudo após uma análise dos setores produtivos de cada município da RGI. No caso as classes são: mata nativa, silvicultura, campo alagado, pastagem, agricultura, área urbana e corpos d'água;
- Recorte da máscara de inundação com os polígonos das áreas dos municípios da RGI bem como dos produtos do Map Biomas com as classes de uso da terra que foram cobertos pela inundação.

## **C) Análise, interpretação e geração dos produtos finais**

- Quantificação - das classes de uso e cobertura da terra por município dentro da RGI após a reclassificação dos produtos do Map Biomas e do recorte dos produtos do Map Biomas com a máscara de inundação para o cálculo de áreas perdidas, principalmente de agricultura;
- Cálculo do comprimento em km dos arquivos vetoriais de estradas rurais e urbanas que foram cobertos pelo alagamento;
- Análise, geração dos mapas finais com a espacialização dos prejuízos causados pela inundação e disponibilização dos produtos cartográficos para as prefeituras dos municípios da RGI.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, os eventos geo-hidrológicos são fenômenos naturais que englobam processos de origem

geodinâmica e hidrológica. Os processos geodinâmicos incluem movimentos de massa, tais como deslizamentos, fluxos de detritos, queda e rolamento de blocos rochosos. Por outro lado, os eventos de origem hidrológica referem-se a ocorrências como inundações, enxurradas, alagamentos e períodos de seca. Tais eventos são caracterizados pela interação entre componentes geológicos e hidrológicos do ambiente terrestre, manifestando-se em diversas formas e intensidades, dependendo das condições locais e regionais.

Estes fenômenos são coletivamente relacionados a eventos geo-hidrológicos e são comumente distintos dos desastres, que englobam uma gama mais ampla de ocorrências adversas, logo, incontrolláveis, como: incêndios, geadas, terremotos, vendavais e tornados. Assim, é imperativo reconhecer que os eventos geo-hidrológicos são processos naturais que, na presença de atividades humanas em áreas suscetíveis ou pela influência direta do homem sobre o meio ambiente, podem evoluir para situações de risco, resultando em danos materiais e humanos significativos às áreas afetadas (CEMADEN, 2022).

Deste modo, é indubitável recorrer ao próprio conceito de desastre para que se estabeleça ligação entre eventos geo-hidrológicos extremos e desastres. Segundo Monteiro e Zanella (2019), o conceito de desastre pode variar de acordo com diferentes abordagens teóricas e contextos. Entretanto, o termo desastre é definido como um evento adverso, natural ou provocado pelo homem, que afeta um ecossistema considerado vulnerável, resultando em danos humanos, materiais e/ou ambientais, além de prejuízos econômicos e sociais.

Desta forma, os eventos geo-hidrológicos não necessariamente podem ser classificados como desastres, mas como eventos naturais que quando em estado extremo têm grande potencial para em determinadas situações causarem riscos quando contextualizados as características do local de acometimento, como: físicas vulneráveis – condições meteorológicas extremas, características geológicas, topografia do terreno –, estruturação dos processos de urbanização e manejo – urbanização não planejada, intervenções hidrológicas incorretas, uso e ocupação de áreas vulneráveis –. (Monteiro; Zanella, 2019; Ovando et.al, 2022).

Segundo o Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres da Secretaria Nacional de Defesa Civil, os desastres quanto à origem podem ser classificados em naturais, antropogênicos e mistos. Sendo eles: os desastres naturais

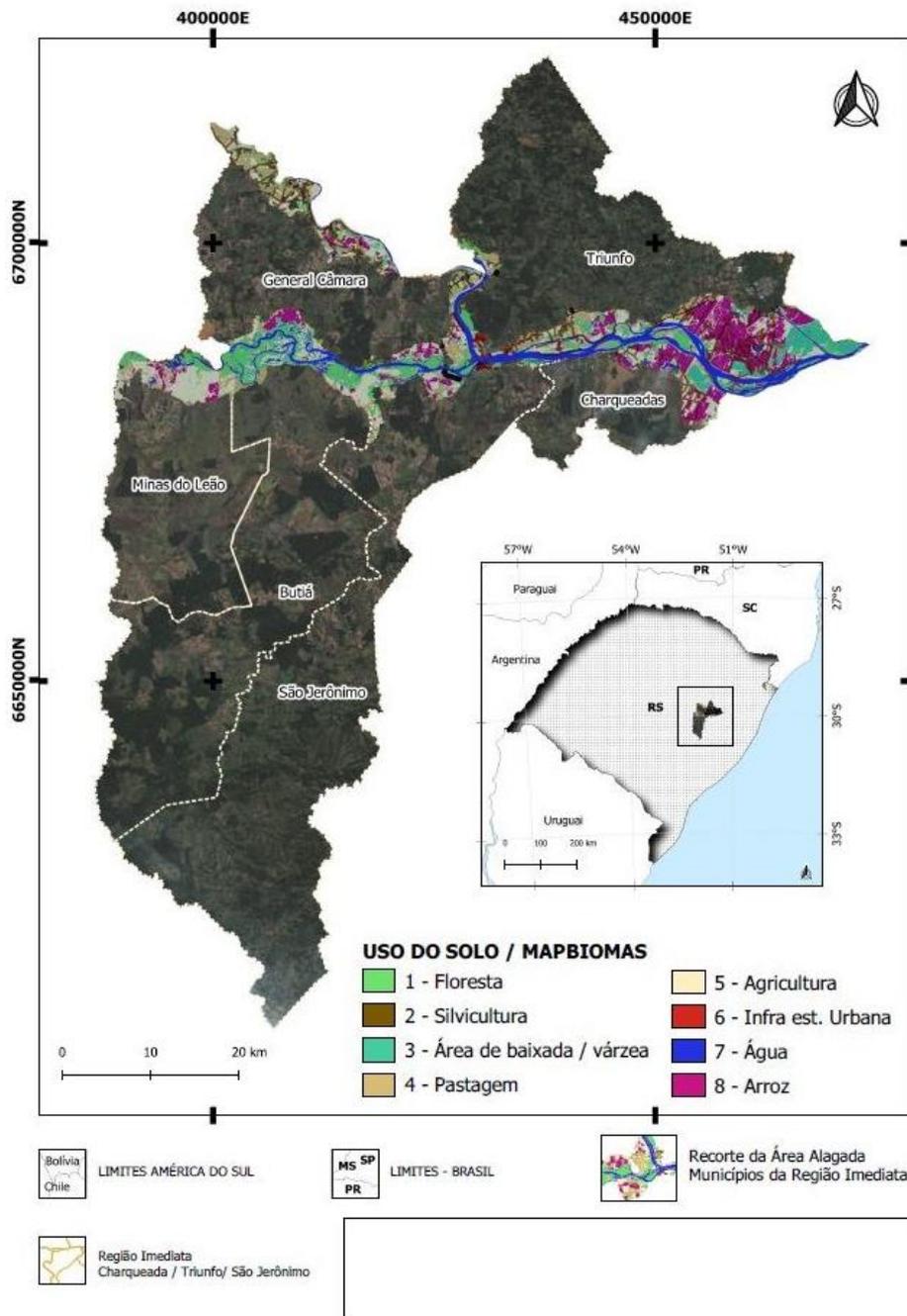
desencadeados por fenômenos e desequilíbrios naturais, que são influenciados por fatores externos que atuam independentemente da intervenção humana; Os desastres antropogênicos causados por ações ou omissões humanas, os quais o ser humano é o principal agente responsável. E os desastres mistos ocorrentes quando ações ou omissões humanas contribuem para agravar ou intensificar desastres tipicamente naturais (Castro, 1998).

Na administração dos riscos associados a inundações, define-se o risco como o produto da probabilidade de ocorrência do evento hidrológico adverso e as consequências negativas que este pode provocar. Segundo a abordagem da Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR, 2011), o risco de inundação é decomposto em três componentes essenciais: Perigo: refere-se a quão perigoso pode ser o evento de inundação em si, incluindo suas características e probabilidade de ocorrência; Exposição: refere-se à presença de ativos econômicos significativos ou populações em zonas suscetíveis a inundações, implicando um potencial para impactos negativos diretos; Vulnerabilidade: quantifica a suscetibilidade de bens e/ou pessoas a serem prejudicados em caso de inundação, considerando variáveis como a qualidade das habitações, a robustez da infraestrutura e a eficácia dos sistemas de alerta e evacuação (UNISDR, 2011; CEMADEN, 2022).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Entre os principais resultados destacam-se as informações relativas às perdas das classes de uso e cobertura da terra da RGI Charqueadas/São Jerônimo/Triunfo por meio da Figura 1:

Figura 1. Superfície inundada da RGI de Charqueadas/São Jerônimo/Triunfo



Fonte: os autores, 2024; Map Biomias

Dentre os percentuais de perda de uso da terra pode-se destacar o município de General Câmara que notou uma diminuição de aproximadamente 65,01% de área de silvicultura de eucalipto totalizando uma área de 366,55 ha, 47,28% de pastagens com uma área de 895,9 ha, 54,24% de classe de culturas anuais (1415,56 ha). Destacam-se também as perdas de 23,79 % de cultura de arroz num total de 3051,81 ha. Ainda em

General Câmara foi possível observar também as áreas urbanas que foram alagadas em aproximadamente 25,21 % afetando de forma direta a população residente principalmente nas áreas periféricas e periurbanas, totalizando 2036,61 ha afetados.

Em Butiá foram apresentadas perdas de aproximadamente 14,74 % de pastagem numa área de 215,38 ha. A agricultura apresentou perdas de 23,33% das produções, totalizando 504,81 ha. Destaca-se também a perda de 8,57 % de silvicultura com uma área de aproximadamente 38,35 hectares, além de 517,33 ha de infraestruturas construídas, totalizando 4,28 % da área total. Além da perda de 768,37 ha de arroz, totalizando 3,96% da cultura.

Na porção Oeste da RGI, o município de Minas do Leão apresentou perdas significativas de áreas de pastagem, totalizando 483,79 ha de perdas, correspondente a 34,35% das áreas. Para além, 28,34% das áreas agrícolas foram afetadas, totalizando 819,22 ha. O município sofreu expressivos danos urbanos, tendo 980 ha de suas infraestruturas urbanas afetadas, correspondendo a 27,35% do total de suas áreas urbanizadas. Junto a isso, 1536 ha de plantações de arroz foram afetadas, correspondendo a 17,47% da produção municipal.

Na porção sul da RGI, o município de São Jerônimo apresentou perdas de 14,28% das áreas de pastagem, correspondente a 197,25 ha. As áreas de agricultura foram afetadas em 269,45 ha, correspondendo a 12,05% da área total. A silvicultura foi afetada em 45,73ha, equivalente a 8,39%. Para além disso, a infraestrutura urbana foi afetada em 2,96%, e as culturas de arroz em 2,84%, correspondendo respectivamente a 439,22 e 625,95 ha de áreas afetadas.

Em Charqueadas, 1047,57 hectares das áreas de cultivo de arroz foram afetadas, correspondendo a 29,58% da área total da cultura. Parte da infraestrutura urbana também foi afetada (557,5 ha), correspondendo ao alagamento de 24,54% de áreas urbanizadas. De forma análoga, 24,36% das áreas de pastagem foram impactadas, correspondendo a 317,56 ha atingidos. Equivalentemente, houve perda de 448,64 ha das áreas de agricultura, que correspondem a 20,30% da área agrícola municipal.

Na porção nordeste da RGI, surge o município com o mais expressivo impacto pela ocorrência, Triunfo. Com perdas significativas das áreas de pastagem, agricultura, infraestruturas urbanas e arroz. Apresentando 2248,92 ha de pastagem afetadas, correspondendo a 48,92% da área total da classe. 2336,8 ha das áreas agrícolas foram afetadas, o que representa 43,05%. Além disso, quase metade da infraestrutura urbana

foi afetada, abrangendo uma área de 2679,89 ha, o que equivale a 41,76% da área urbana total. Outrossim, consideráveis áreas de plantações de arroz foram atingidas (4069,28 ha), o que equivale a 21,47% da produção total da cultura no município.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que, de acordo com os objetivos propostos e a metodologia utilizada, os resultados mostraram de maneira clara os graves prejuízos sofridos pela RGI Charqueadas/São Jerônimo/Triunfo após os alagamentos registrados pelas imagens orbitais CBERS 4 WFI em todos os municípios atingidos em 06/05/2024, porém de intensidades diferentes do ponto de vista do uso e cobertura da terra. A mancha de inundação foi bem destacada na composição do visível, onde o aporte de sedimentos é evidente e foi devidamente segmentado, quantificado e sobreposto com o mapa de uso e cobertura da terra, ilustrando dessa forma como as geotecnologias podem analisar de modo espacializado e quantificado o fenômeno em si e suas consequências.

**Palavras-chave:** Catástrofe; Desastres naturais, Prejuízos socioeconômicos.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo apoio financeiro, ao incentivo na participação de eventos científicos e com isso possibilitar a disseminação dos resultados e pesquisas científicas.

## **REFERÊNCIAS**

CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres. 2ª ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Disponível em: <https://www.defesacivil.se.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/glossário.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Aspectos técnicos dos extremos geo-hidrológicos no país e as diferenças regionais. São José dos Campos: Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, Cidades, Minas Gerais, Butiá, Charqueadas, General Câmara, Minas do Leão, São Jerônimo e Triunfo. Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alfenas/panorama>. Acesso em 05 mai. 2024.

OVANDO, A; PRIETO, C. C; SOUSA, D; SCOFIELD, G. B; CASAGRANDE, L; SELUCH, M; NERY, T. D. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. ASPECTOS TÉCNICOS DOS EXTREMOS GEO-HIDROLÓGICOS NO PAÍS E AS DIFERENÇAS REGIONAIS. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7682>. Acesso em: 12 mai. 2024.

UNISDR. Revealing Risk, Redefining Development, GAR 2011. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat. Geneva, 2011. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2011>. Acesso em: 12 mai. 2024.

SOUZA at. al. RECONSTRUCTING THREE DECADES OF LAND USE AND LAND COVER CHANGES IN BRAZILIAN BIOMES WITH LANDSAT ARCHIVE AND EARTH ENGINE. **Remote Sensing**, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735. Ago. 2020, <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>

WITKOWSKI, A; MORIGI, V. G. TERRITÓRIO E IDENTIDADE NA REGIÃO CARBONÍFERA DO BAIXO JACUÍ/RS: O ACERVO DOCUMENTAL DA MINERAÇÃO DO ARQUIVO HISTÓRICO DO MUSEU ESTADUAL DO CARVÃO. **ParaOnde!?**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.191-210, Set. 2019, <http://seer.ufrgs.br/paraonde>. ISSN 1982-0003, Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.