



## MODELAGEM DE ÁREAS SUSCETÍVEIS ÀS INUNDAÇÕES NO SETOR COLÔNIA DO MARÇAL SÃO JOÃO DEL-REI, MINAS GERAIS

Modeling of areas susceptible to floods in the Colônia do Marçal sector São João del-Rei, Minas Gerais

**Rafael Quetz Marques Oliveira**

Universidade Federal de São João del-Rei, Curso de Geografia - Bacharelado

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6648-6432>

[rafaelquetz2021@gmail.com](mailto:rafaelquetz2021@gmail.com)

**Silvia Elena Ventorini**

Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3783-3164>

[sventorini@ufsj.edu.br](mailto:sventorini@ufsj.edu.br)

Trabalho apresentado durante a 7ª Jornada Científica da Geografia da UNIFAL-MG & 1º Encontro Sul Mineiro de Geografia e selecionado para publicação

---

### RESUMO

Esse artigo tem por objetivo apresentar o resultado do mapeamento realizado no Setor Colônia do Marçal em São João del-Rei, tendo em vista a falta de uma base digital cartográfica de prefeituras de cidades médias, como São João del-Rei e a importância de mapear para subsidiar o planejamento e gerenciar os desastres em áreas urbanas. O objetivo da pesquisa consistiu na investigação e mapeamento das áreas suscetíveis às inundações no Setor Colônia do Marçal.

**Palavras-chave:** Cartografia; Geoprocessamento; Mapeamento.

### ABSTRACT

The objective of this article is to present the results of the mapping done in the Colônia do Marçal Sector in São João del-Rei, given the lack of a digital cartographic base for city halls in medium-sized cities such as São João del-Rei and the importance of mapping to support planning and manage disasters in urban areas. The aim of the research was to investigate and map the areas susceptible to flooding in the Colônia do Marçal sector.

**Keywords:** Cartography; Geoprocessing; Mapping.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a incidência e a gravidade dos riscos e desastres climáticos têm aumentado de forma alarmante, tornando-se recorrentes em muitas cidades brasileiras durante os períodos chuvosos. Os impactos econômicos e sociais, bem como o número de óbitos, refletem as complexas interações entre o desenvolvimento urbano e os sistemas naturais, especialmente em áreas suscetíveis a chuvas intensas e a inundações. No período de 2012 a 2020, foram registradas 2.697 ocorrências de chuvas intensas, com destaque para a região Sul, com aproximadamente 998 (35%) casos, e a região Sudeste, com 593 (22%) registros. Os principais impactos concentram-se nos setores privados, principalmente na agricultura, e nas infraestruturas urbanas, afetando um grande número de pessoas. Estes dados destacam a urgência de políticas e estratégias eficazes de gestão de risco de desastres (MDR, SEDEC, UFSC, CEPED, 2022).

Os impactos humanos e materiais são impressionantes, com 7.865.416 pessoas desabrigadas ou desalojadas, 4.307 óbitos e mais de 3 milhões de habitações danificadas ou destruídas. Além disso, os prejuízos financeiros médios anuais decorrentes desses eventos chegam a aproximadamente R\$ 18,26 bilhões. Em particular, as inundações se destacam como um dos principais tipos de desastres, com a região Sudeste registrando a maior quantidade de ocorrências, totalizando 1.191 (35%) casos de um total de 5.462 registrados. Esses dados ressaltam a necessidade urgente de políticas de adaptação e mitigação de desastres para proteger vidas e propriedades em um contexto de mudanças climáticas crescentes (MDR, SEDEC, UFSC, CEPED, 2022).

Muitos municípios localizados no Estado de Minas Gerais são atingidos anualmente por desastres de origem hidrológicas. O município de São João del-Rei, localizado no Campo das Vertentes, entre a Zona da Mata e o Sul do Estado faz parte desta realidade. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar a investigação do Mapeamento de áreas suscetíveis às inundações no Setor Colônia do Marçal, localizado no referido município.

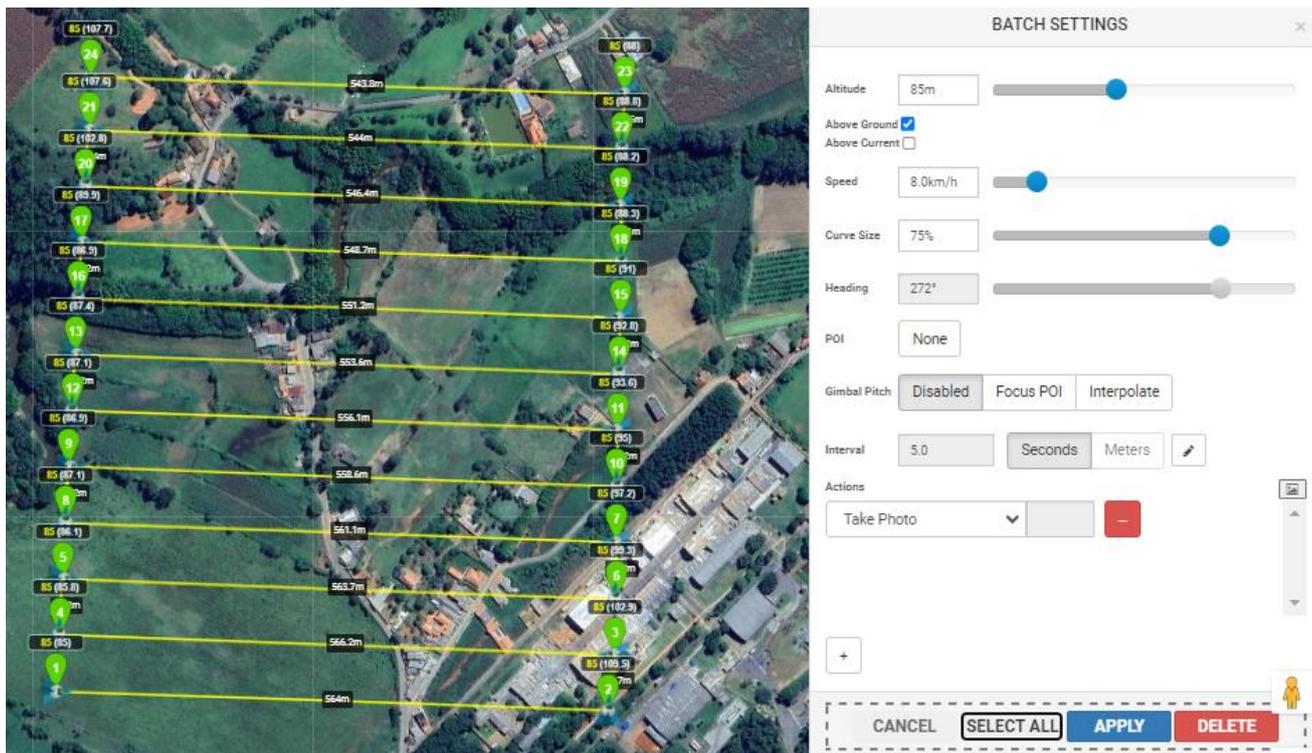
## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A construção da base cartográfica para o Setor Colônia neste estudo envolveu a coleta de uma variedade de fontes de dados geoespaciais. Essas fontes de dados foram selecionadas cuidadosamente para abranger informações tanto espaciais quanto temporais relevantes para a análise proposta. A base cartográfica foi composta pelas seguintes fontes: a) Carta topográfica de escala 1:25.000 (Folha MI 2644/1/1994) - Esta carta topográfica fornecia informações detalhadas sobre a topografia da área de estudo, incluindo curvas de nível com uma equidistância de 10 metros. As informações de projeção e datum vertical e horizontal foram obtidas a partir do Ministério do Exército (1994). b) Carta Topográfica de escala 1:50.000 (Folha SF-23-X-C-II-2/1975) - Essa carta topográfica complementou 10.5281/zenodo.14064270

os dados da primeira, com curvas de nível com equidistância de 20 metros. As informações de projeção e datum vertical e horizontal foram obtidas do IBGE (1975). c) Base em formato shapefile dos setores censitários de São João del-Rei - Essa base de dados, proveniente do IBGE (2010), forneceu informações sobre a divisão administrativa da região de estudo. d) Mapas de áreas de risco a inundações de São João del-Rei - Esses mapas foram disponibilizados no Plano de Contingência da Defesa Civil do Município de São João del-Rei (SÃO JOÃO DEL-REI, 2015) e forneceram informações críticas sobre áreas propensas a inundações na região. A coleta dessas fontes de dados geoespaciais foi essencial para estabelecer uma base cartográfica abrangente e atualizada, fornecendo os elementos necessários para a análise proposta neste estudo.

O Mapa Expansão Urbana Setor Colônia do Marçal São João Del Rei - MG foi gerado a partir do dados da plataforma OpenStreetMap que se baseia nos métodos Crowdsourcing e o Volunteered Geographic Information - Informação Geográfica Voluntária (VGI), que são respectivamente a otimização do fornecimento de dados para a criação de mapas, utilizando o trabalho em conjunto realizado por um grupo de pessoas que, virtualmente, mapeiam uma determinada área através do OpenStreetMap (GAMA et al., 2019) e o VGI usa uma fonte de dados gerados pelo esforço apenas de usuários voluntários a fim de descrever algum local de interesse (GOODCHILD, 2007). Inicialmente foram identificadas as feições mapeadas anteriormente, após foi realizado o mapeamento e a correção das feições que necessitavam de ser atualizadas na área de estudo. Com a conclusão dos edifícios mapeados no OpenStreetMap, foi feito o download dos dados do OpenStreetMap para o QGIS; realizando a correção da tabela de atributos, verificando e corrigindo possíveis erros e confirmando a veracidade das feições mapeadas no Setor Colônia do Marçal.

Para a elaboração do Mapa do Setor Colônia do Marçal - São João Del Rei Pontos de Inundações do ano 2023, foi realizado o planejamento dos voos no aplicativo Litch, disponível para sistemas Android e IOS, com a área de estudo definida, onde o cálculo dos parâmetros de voo se baseia nas informações do sensor e na resolução espacial final pretendida. Adotou-se, neste trabalho, uma resolução espacial de 6cm com sobreposições de imageamentos longitudinais e laterais na ordem de 75% e 65%, respectivamente tendo em vista os seguintes parâmetros: velocidade a 8km/h, altitude do voo a 85 metros a partir do solo, tempo de voo máximo de 21 minutos, captura das fotos com intervalo de 5 segundos e posicionamento da câmera a 90°, conforme Figura 1.



**Figura 1:** Plano de Voo.  
**Fonte:** Autor, 2023.

Após a execução do planejamento inicial, foi realizado o levantamento fotogramétrico no dia 05 abril de 2023 onde utilizamos a Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) da marca DJI, modelo Mini 2 SE, conforme demonstrado na Figura 2.



**Figura 2:** -ARP DJI modelo Mini 2 SE.  
**Fonte:** dji.com/br/mini-2 2023.

O voo sobre a área de interesse, ocorreu dentro do que se chama de janela de voo que tem o seu início entre as nove e meia da manhã e as três e meia da tarde, em circunstâncias climáticas ideais, ou seja, um dia ensolarado e sem nuvens.

O processamento dos dados foi realizado através do software OpenDroneMap é um sistema de código aberto para fotogrametria aérea desenvolvido por Piero Toffanin e Dakota Benjamin, com contribuições de diversos outros desenvolvedores através da plataforma GitHub. O sistema integra software original com componentes de outros projetos de código aberto, como o sistema OpenSfM para structure from motion e o software de visão estéreo múltipla (SMVS, sigla em inglês) para a construção de modelos tridimensionais densos, empregado na síntese dos modelos de superfície (Digital Surface Models (DSMs)) necessários à geração dos ortofotos (Piatti; Lerma, 2014).

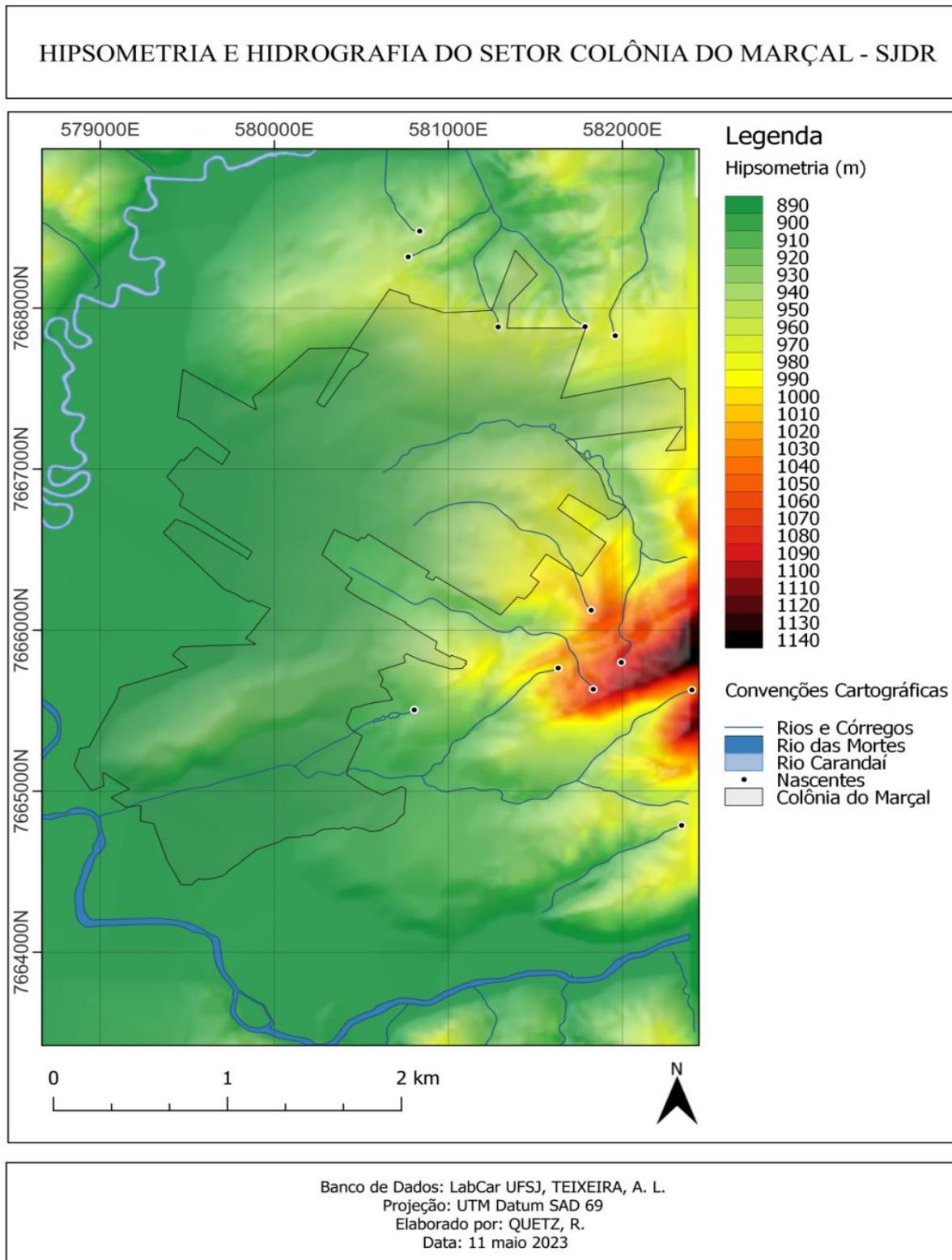
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na busca por informações relevantes, tanto naturais quanto antrópicas, relacionadas a área em estudo, um extenso levantamento de dados foi conduzido ao longo do período da pesquisa. Esse processo envolveu a análise de diversas fontes, incluindo cartas topográficas, imagens de satélite, interações com residentes locais e inspeções visuais minuciosas. Esses dados desempenharam um papel crucial na construção dos mapas base e na posterior modelagem do Setor.

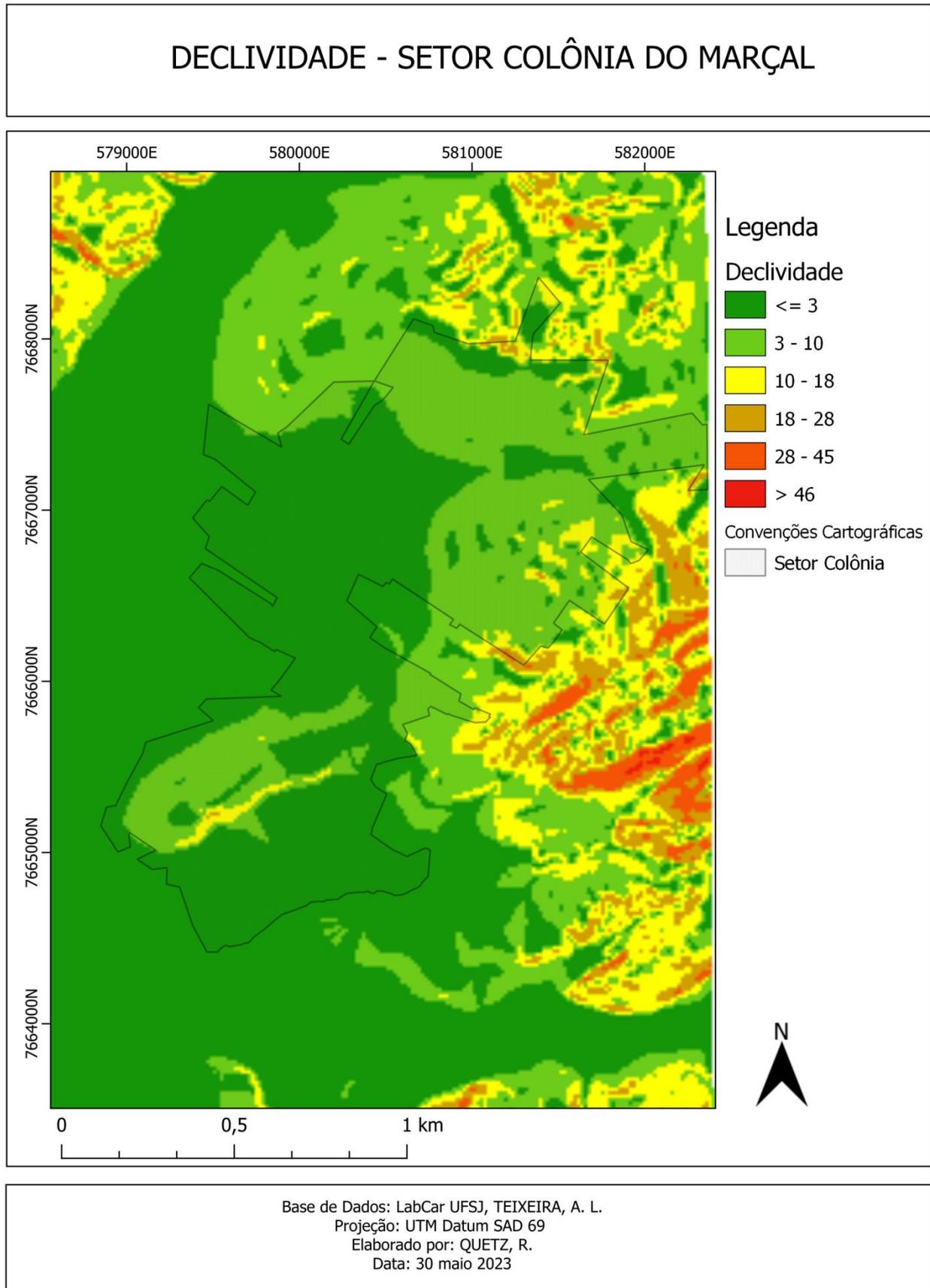
A análise do Modelo Numérico de Terreno (MNT), conforme apresentado na Figura 3, revelou uma significativa variação altimétrica no local, abrangendo aproximadamente 225 metros, desde as áreas situadas na planície de inundação do Rio Carandaí até as regiões da Serra São José. Além disso, o Mapa 4 evidenciou que a declividade predominante do Setor varia entre 0° e 9°, o que representa um desafio significativo em relação ao escoamento das águas pluviais, especialmente nas áreas de maior declividade e escoamento rápido, como aquelas encontradas nas encostas da Serra.

O Mapa Expansão Urbana Setor Colônia do Marçal São João Del Rei - MG, indica a expansão das edificações no sentido do Rio Carandaí, sob o limite territorial entre São João Del Rei e Santa Cruz de Minas e sentido a Serra de São José para além do limite da área administrativa da região de estudo que foi delimitado no Plano de Contingência da Defesa Civil do Município de São João del-Rei (SÃO JOÃO DEL-REI, 2015). O principal agravante é o avanço das edificações para as áreas que são as margens da hidrografia local como o Rio Carandaí, gerando conflito direto com as dinâmicas naturais do sistema, como demonstrado na Figura 6: Mapa do setor Colônia do Marçal - SJDR, com pontos de inundações, as fotos foram registradas no dia 10 de janeiro de 2023, em que com a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) logo nos primeiros dias do mês, no período dos dias 05 a 09, resultando em 12 dias consecutivos com registro de chuva igual ou acima de 1mm em várias localidades do centro-sul e oeste do estado de Minas Gerais, em que São João Del

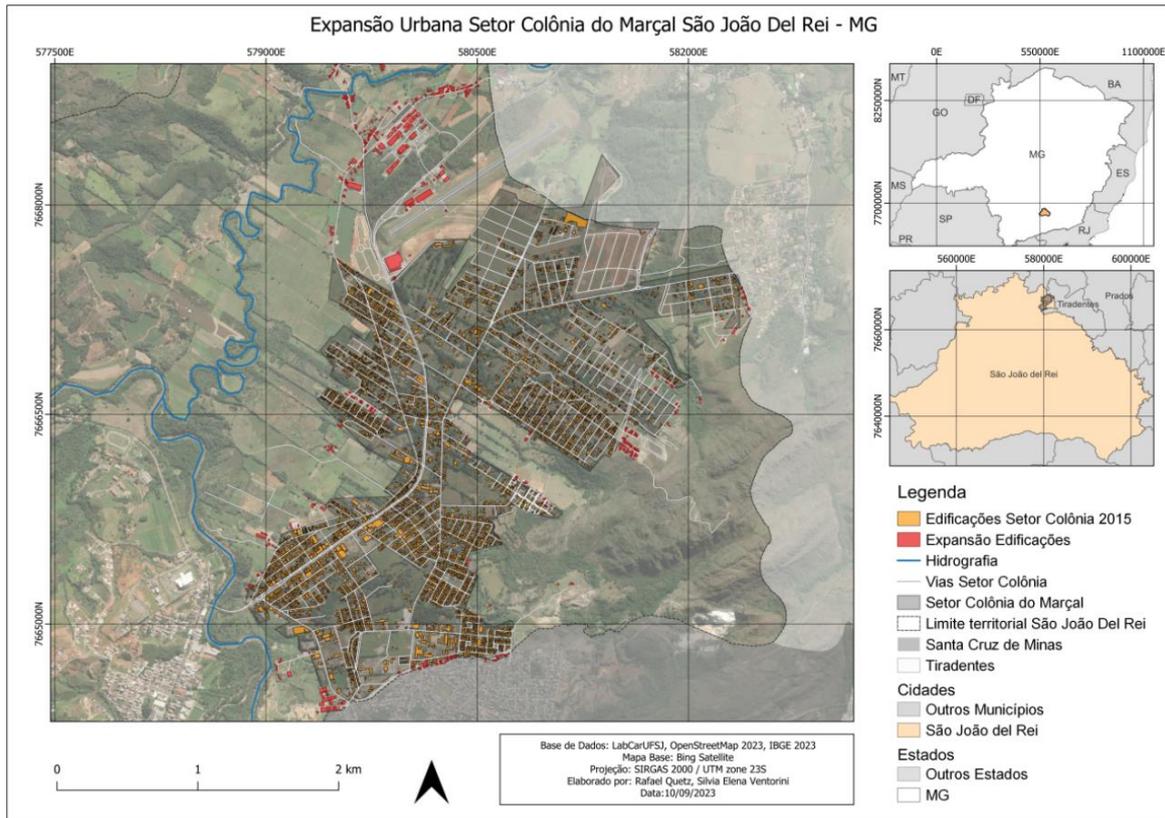
Rei teve precipitação acumulada total mensal de 511,0 mm (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).



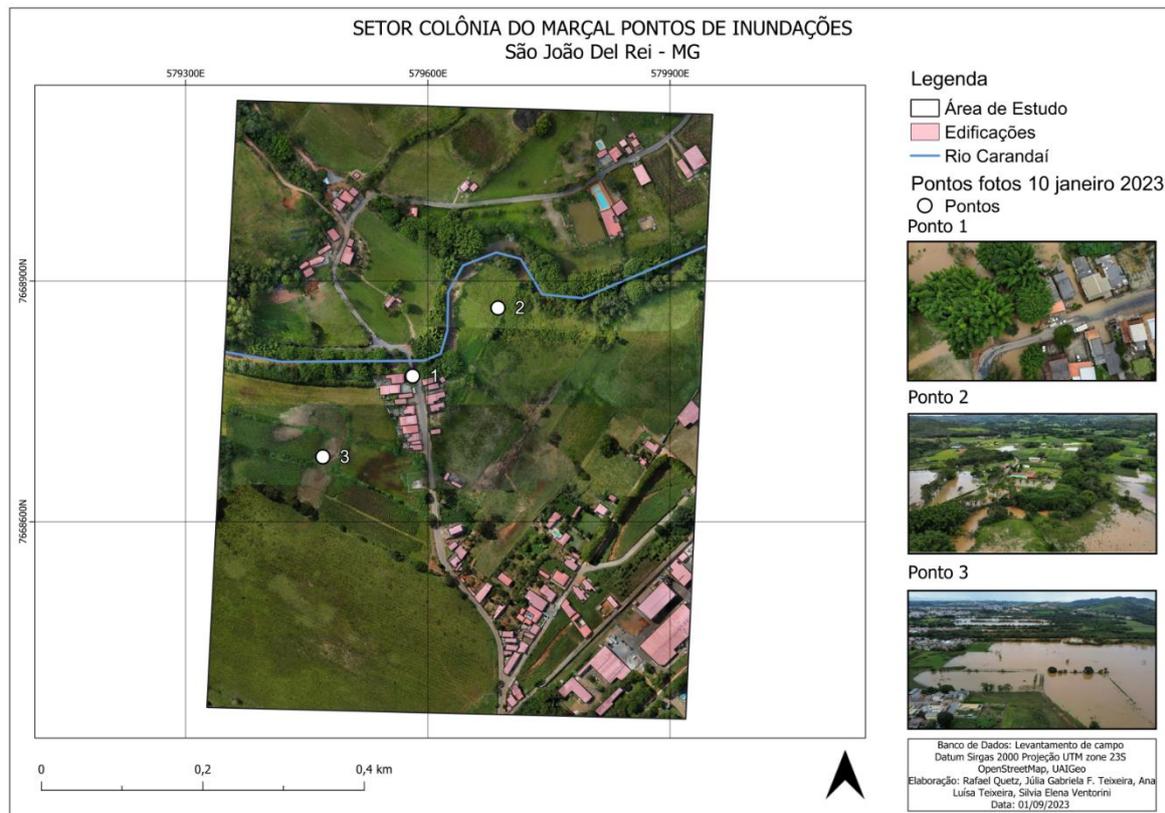
**Figura 3 -** Mapa hipsométrico e hidrografia do setor Colônia do Marçal -SJDR.  
**Fonte:** Autor, 2023.



**Figura 4** - Mapa Declividade setor Colônia do Marçal - São João Del Rei.  
**Fonte:** Autor, 2023.



**Figura 5 - Mapa Expansão Urbana Setor Colônia do Marçal São João Del Rei – MG.**  
**Fonte:** Autor, 2023.



**Figura 6 - Mapa do setor Colônia do Marçal -SJDR Pontos de Inundações.**  
**Fonte:** Autor, 2023.

Esses resultados são fundamentais para compreender a topografia e o comportamento hidrológico do Setor, contribuindo para futuras estratégias de planejamento e mitigação de riscos ambientais na região. Nesse cenário, o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações surge como uma ferramenta de alta importância nas estratégias de mitigação, permitindo a identificação, caracterização e análise dos níveis de risco associados a esses eventos. A criação de mapas temáticos em formato digital facilita a análise integrada de fenômenos relacionados à vulnerabilidade, como enchentes, inundações, erosões e deslizamentos de encostas, entre outros (ZACHARIAS, 2007; SANTOS, VENTORINI, ALMEIDA, 2016; SANTOS, VENTORINI, 2017).

#### 4. CONCLUSÕES

A pesquisa teve sua origem nas observações das recorrentes inundações no Setor Colônia do Marçal durante o período chuvoso. Essa problemática, combinada à falta de bases cartográficas adequadas em São João del-Rei para apoiar o planejamento e a gestão, tornou-se um motivador fundamental para a realização deste trabalho. Vale destacar que o Setor Colônia apresentou um dos maiores crescimentos na malha urbana da cidade, agravando ainda mais a necessidade de investigação.

O desafio central deste estudo foi a elaboração de uma base digital cartográfica que abrangesse mapas temáticos em várias escalas e imagens de satélite com diferentes resoluções espaciais. O objetivo principal foi enfatizar a importância do mapeamento das áreas propensas a inundações, tanto no passado quanto no presente, bem como prever cenários futuros caso a expansão do Setor ocorra sem um planejamento adequado.

A discussão teórica abordou como as alterações no ambiente, tanto diretas quanto indiretas, podem impactar os corpos hídricos e, por conseguinte, aumentar o risco de inundações. Essa investigação permitiu identificar os fatores que contribuem para as inundações no Setor Colônia. Além disso, enfatizou-se a relevância do mapeamento de riscos para as prefeituras, especialmente em cidades carentes de mapas base e planejamento adequado, como São João del-Rei.

As análises dos resultados revelaram que um dos principais agravantes para as inundações no Setor Colônia é a negligência em relação aos aspectos naturais ao longo do tempo. O processo de degradação, canalização e soterramento de córregos, juntamente com a impermeabilização do solo, torna a população vulnerável mesmo diante de chuvas de menor intensidade.

Dessa forma, esta pesquisa atendeu às questões iniciais que a motivaram, destacando a importância de uma base digital cartográfica confiável para o planejamento e a gestão de cidades. Além disso, a modelagem das áreas suscetíveis a inundações permite ao poder público administrar a expansão urbana de forma a mitigar os danos causados por esse fenômeno natural recorrente. Esses

resultados ressaltam a relevância do planejamento e da prevenção como ferramentas essenciais na gestão de áreas propensas a inundações.

## REFERÊNCIAS

BRASIL - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **A P&DC e os 30 anos de desastres no Brasil: (1991 - 2020)**. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED), 2022, Florianópolis: Fundação de Estudos e Pesquisas Socioeconômicos (Fepese), 2022. 64p.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Diagnóstico Climático de Minas Gerais**. janeiro/2023. 5º Distrito de Meteorologia/Minas Gerais/Belo Horizonte. Seção de Análise e Previsão do Tempo.

GAMA, K et al. Mapathons and hackathons to crowdsource the generation and usage of geographic data. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAME JAMS, HACKATHONS AND GAME CREATION EVENTS. 2019. **Proceedings...** 2019. p. 1-5.

PIATTI, E. J.; LERMA, J. L. Generation of true ortho-images based on virtual worlds: learning aspects. **The Photogrammetric Record**, v. 29, n. 145, p. 49–67, 2014.

SANTOS, T. G.; VENTORINI, S. E. Análise multicritério: modelos de interesse ambiental e de áreas propícias à expansão urbana na bacia do Córrego do Lenheiro. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 64, p. 1-18, 2017.

SANTOS, T. G.; VENTORINI, S. E.; ALMEIDA, G. P. Mapeamento de áreas suscetíveis a à ocorrência de enchentes e inundações na bacia do córrego do Lenheiro. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra - Paisagens, Solos, Biodiversidade e os Desafios para um Bom Viver**. Ituiutaba: Barlavento, 2016. p. 1331-1341.

ZACHARIAS, A. A. **Zoneamento ambiental e a representação cartográfica das unidades de Paisagens**: propostas e subsídios para o Planejamento Ambiental do município de Ourinhos – SP. São Paulo: Editora Unesp, 2007. 209p.