



Ministério da Educação – Brasil  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM  
Minas Gerais – Brasil  
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas  
ISSN: 2238-6424  
QUALIS/CAPES B1 – LATINDEX  
Nº. 25 – Ano XIII – 05/2024  
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

## **Levantamento de Área de Risco de Inundação do Bairro Água Branca no município de Machalis-MG.**

Thiago Ferreira de Araújo  
Mestrando em Tecnologia, Ambiente e Sociedade  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
<http://lattes.cnpq.br/0542703024393790>  
E-mail: [thiago.araujo@ufvjm.edu.br](mailto:thiago.araujo@ufvjm.edu.br)

Antônio Jorge de Lima Gomes  
Doutor em Geofísica  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
<http://lattes.cnpq.br/7249414583814378>  
E-mail: [antonio.gomes@ufvjm.edu.br](mailto:antonio.gomes@ufvjm.edu.br)

Hiago Félix Santos  
Mestrando em Tecnologia, Ambiente e Sociedade  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
<http://lattes.cnpq.br/2675933209018519>  
E-mail: [hiago.felix@ufvjm.edu.br](mailto:hiago.felix@ufvjm.edu.br)

Thais Mayara Rodrigues Gomes  
Mestrando em Tecnologia, Ambiente e Sociedade  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
<https://lattes.cnpq.br/9281822374176039>  
E-mail: [thais.mayara@ufvjm.edu.br](mailto:thais.mayara@ufvjm.edu.br)

Helio Soares de Aguiar Junior  
Mestrando em Tecnologia, Ambiente e Sociedade  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
<https://lattes.cnpq.br/1931432394504747>  
E-mail: [helio.junior@ufvjm.edu.br](mailto:helio.junior@ufvjm.edu.br)

**Resumo:** Enchentes e inundações são destacadas como desastres naturais comuns, demandando compreensão e gestão de riscos. Em eventos extremos, as periferias urbanas são mais afetadas, necessitando conhecimento das áreas suscetíveis para reduzir impactos. Este estudo foca em Machacalis, MG, especialmente o bairro Água Branca, analisando sua área de risco de inundação. Objetiva-se identificar e classificar a área de risco de inundações. A metodologia adotada segue o Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios do Ministério das Cidades. A análise considera cenários de risco, padrões construtivos, e periculosidade, resultando em quatro níveis de risco (R1, R2, R3, R4). A distância até o leito do rio e o histórico de eventos extremos levam à classificação de risco R2, indicando suscetibilidade a inundações eventuais com potencial de danos moderados. Considerando esses resultados, medidas como obras de drenagem, evacuação da população afetada, e saneamento são sugeridas para mitigar os efeitos de eventos extremos. Essa abordagem integrada visa reduzir danos causados por inundações, destacando a importância da gestão eficaz de áreas propensas a eventos hidrológicos adversos.

**Palavras-chave:** Machacalis; Inundação; Drenagem; Área de Risco; Classificação de Risco.

## Introdução

De acordo com Magalhães et al. (2011) a proximidade de áreas urbanas a corpos hídricos é motivada por uma variedade de fatores essenciais. Principalmente, essa escolha é impulsionada pela necessidade fisiológica humana de acesso à água, crucial para as atividades diárias e a subsistência. Além disso, as regiões ribeirinhas, caracterizadas pela presença de solos férteis, tornam-se locais propícios para atividades agrícolas, facilitando o cultivo e contribuindo para a segurança alimentar. A importância da água também se estende à necessidade de irrigação de plantações, permitindo práticas agrícolas sustentáveis. Em contrapartida viver próximo a cursos d'água pode trazer riscos devido a dinâmica do ciclo hidrológico.

Segundo o Ministério das Cidades (2007), enchentes e inundações, desastres naturais comuns, impactam diversas comunidades globalmente. Causados por eventos hidrometeorológicos, como chuvas intensas e prolongadas, esses fenômenos destacam a necessidade urgente de compreensão e gestão de riscos para proteger comunidades vulneráveis e implementar estratégias eficazes de mitigação.

De acordo com Oliveira e Gomes (2021) nos momentos de eventos devastadores, especialmente durante tempestades e inundações, aqueles que residem nas periferias urbanas são os mais afetados. Essas áreas, frequentemente

propensas a inundações devido à ausência de planejamento territorial e urbano, enfrentam impactos significativos durante tais calamidades. Nesse sentido conhecer as áreas que estão mais suscetíveis a esses eventos é de fundamental importância para reduzir os impactos a vida e propriedade das populações atingidas.

Machacalis é um município brasileiro situado na região nordeste do estado de Minas Gerais, possui uma população de cerca de 6487 habitantes e um índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,640 (IBGE, 2022). A população local enfrenta desafios significativos relacionados às inundações, muito devido à falta de estrutura de drenagem urbana. Este estudo visa analisar uma área de risco de inundação em Machacalis, que é o bairro Água Branca às margens do Rio do Norte.

## **Objetivos**

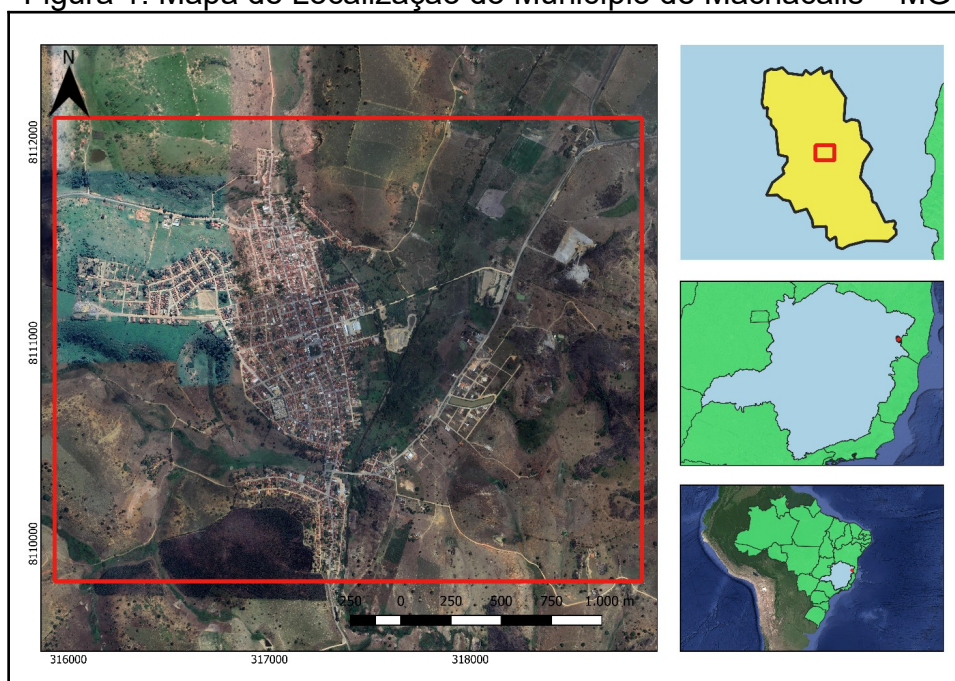
O objetivo principal deste trabalho é identificar e classificar a área de risco de inundações no bairro Água Branca no município de Machacalis no estado de Minas Gerais.

Para isto faz-se necessário identificar padrões de ocupação urbana no bairro Água Branca e sua relação com a área de risco de inundação, fazer um levantamento do tipo da geologia local, e obter um histórico de eventos extremos.

## **Área de Estudo**

O município de Machacalis (Figura 1) está localizado no nordeste do estado de Minas Gerais, a região abrange uma extensão de 330,8 km<sup>2</sup>, caracterizada por um relevo ondulado, alcançando sua elevação máxima de 548 m na divisa com Fronteira dos Vales. Os rios Alcobaça e Norte atravessam o município, integrando a bacia do Itanhém (Rios de Souza et al., 2020). A maior parte dessas terras é destinada ao cultivo de capim, com foco na criação de gado de corte e leite. A atividade agrícola é predominantemente composta por pequenos produtores, dedicados ao plantio de feijão e milho para subsistência (IBGE, 2022).

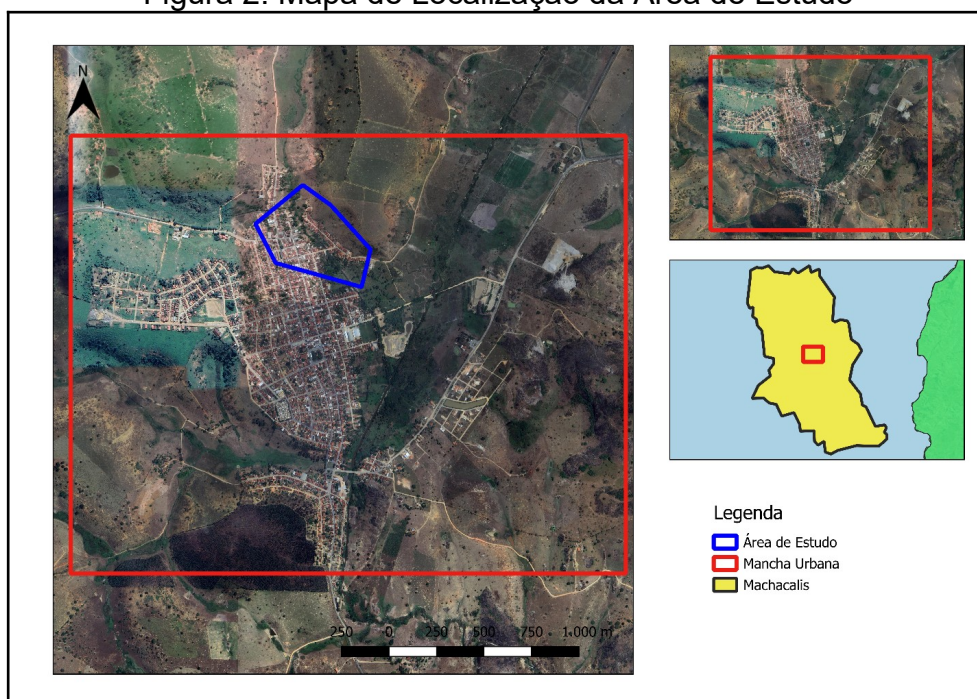
Figura 1: Mapa de Localização do Município de Machacalis – MG



Fonte: Próprios autores, 2024.

Pode-se observar na Figura 2 a demarcação da região de estudo, centrando-se no bairro Água Branca.

Figura 2: Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: Próprios Autores, 2024.

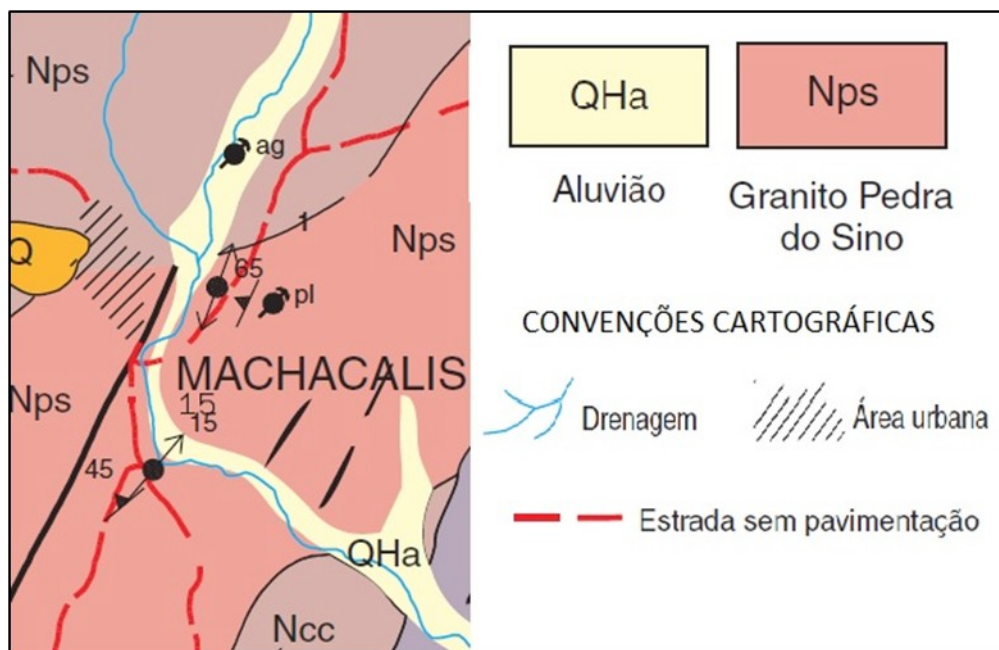
## Dados Climáticos

Segundo Silveira e Teixeira (2023) o clima típico da área é tropical, apresentando uma temperatura média anual de 25°C e uma média anual de precipitação de 1.000 mm. Para esta região o regime de chuvas é caracterizado por um período de seca entre abril e setembro, com o início da estação chuvosa em outubro e se prolongando até março.

### Geologia do Local

As principais formações geológicas da área de estudo são o Granito Pedra do Sino e nas margens do Rio do Norte regiões aluvionares. Pode-se observar na Figura 3 a carta Geológica do Município de Machacalis-MG.

Figura 3: Carta Geológica do Município de Machacalis - MG



Fonte: Adaptado de CPRM, 1996.

De acordo com CPRM (1996) a formação Granito Pedra do Sino é originária do período neoproterozóico (1000Ma) é uma biotita granito cinza porfiroblástico, orientado a quase isotrópico localmente. A região aluvionar é constituída por depósitos de pouca expressão ao longo do curso do Rio do Norte em Machacalis. Os depósitos são formados de camadas decimétricas de cascalhos e areia com zonas argilosas. Esse material é bastante utilizado na construção civil na região.

### Evento Extremo Recente



Por se tratar de uma área muito próxima da margem do Rio do Norte o bairro Água Branca sofre com eventos extremos, grande parte das casas estão construídas no leito maior do rio, o que coloca em risco parte da população que ali reside. Na Figura 4 e 5 pode-se observar o resultado do evento extremo que ocorreu em dezembro de 2021 e deixou muitas casas alagadas e algumas completamente destruídas.

Figura 4: Inundação da Rua Água Branca em Machacalis - MG



Fonte: Próprios Autores, 2021.

Neste evento extremo segundo Ribeiro (2021) as intensas chuvas no município resultaram na inundação devido ao transbordamento dos rios Água Branca e Norte. Um total de 2.903 pessoas ficaram deslocadas, enquanto outras 400 foram desabrigadas.

Figura 5: Inundação da Rua Água Branca em Machacalis - MG



Fonte: Próprios Autores, 2021.

## Metodologia

A metodologia deste estudo se baseia no trabalho do Ministério das Cidades do Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios. É um estudo de característica exploratória e consistiu em identificar no Bairro Água Branca no município de Machacalis através de fotos e registros da área qual o grau de risco de inundação em que a população local está exposta.

A metodologia proposta para a avaliação de risco em áreas suscetíveis a inundações compreende uma abordagem abrangente, dividida em etapas fundamentais. Inicialmente, destaca-se a análise minuciosa dos cenários de risco, considerando processos hidrológicos como enchentes e inundações, classificados em diferentes tipologias (C1, C2, C3). Cada tipo de processo é avaliado quanto à

sua capacidade destrutiva, levando em conta variáveis como magnitude, energia de escoamento e impacto destrutivo (Ministério das Cidades, 2007).

A segunda etapa concentra-se na avaliação da vulnerabilidade da ocupação urbana, considerando dois padrões construtivos distintos (V1 e V2). O primeiro caracteriza moradias construídas com materiais de baixa resistência, enquanto o segundo refere-se a construções em alvenaria com maior capacidade de enfrentar processos hidrológicos. A terceira etapa incorpora a análise da distância das moradias ao eixo da drenagem, introduzindo os conceitos de alta (P1) e baixa periculosidade (P2), levando em consideração o tipo de processo e seu raio de alcance (Ministério das Cidades, 2007).

Os resultados dessas análises são integrados para definir quatro níveis de risco distintos (MA, A, M, B) (Figura 6). A metodologia propõe tabelas que indicam graus de risco preliminar e final, considerando diversas combinações de cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo. A pré-setorização espacial de risco é realizada com base nesses níveis, utilizando fotos aéreas ou bases cartográficas (Ministério das Cidades, 2007).

Os levantamentos de campo, etapa subsequente, visam uma análise mais detalhada dos processos hidrológicos, da vulnerabilidade das moradias e da periculosidade da área ocupada. Esses dados, juntamente com informações anteriores, contribuem para a síntese final da setorização de risco (Figura 7), delimitando compartimentos e identificando os diferentes graus de risco de enchentes e inundações em cada setor. Essa abordagem metodológica visa fornecer uma ferramenta robusta para a gestão eficaz de áreas propensas a eventos hidrológicos adversos (Ministério das Cidades, 2007).

Figura 6: Grau de Risco Preliminar segundo arranjos entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<b>V1</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>MA</b>
<b>V2</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>

Fonte: Ministério das cidades, 2007.



Figura 7: Grau de Risco Final, levando em conta todas as variáveis observadas.

	P1	P2
C1xV1	M	B
C1xV2	B	B
C2xV1	A	M
C2xV2	M	B
C3xV1	MA	A
C3xV2	A	M

Fonte: Ministério das Cidades, 2007.

Na análise final dos arranjos considerando os três critérios, identificam-se diferentes cenários de risco associados a enchentes e inundações. O cenário de risco muito alto (R4) envolve processos hidrológicos (C1) com alta energia cinética, capacidade de transporte de material sólido e poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P1).

Os cenários de risco alto (R3) abrangem situações em que processos hidrológicos (C3) de alta energia cinética e transporte de material sólido impactam moradias de baixo padrão construtivo (V1) em áreas com baixa possibilidade de impacto direto (P2). Além disso, cenários com processos (C3) similares atingem moradias de bom padrão construtivo (V2) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P1). Outro cenário de risco alto envolve processos (C2) de alta energia cinética atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P2).

Para os cenários de risco médio (R2), destacam-se eventos com processos (C3) de alta energia cinética atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2) em áreas com baixa possibilidade de impacto direto (P2). Além disso, processos (C2) similares atingem moradias de baixo padrão construtivo (V1) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P2). Outro cenário de risco médio envolve processos (C2) de alta energia cinética atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P1). Adicionalmente, eventos com processos (C3) de baixa energia cinética atingem

moradias de baixo padrão construtivo (V1) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P1).

Os cenários de risco baixo (R1) incluem situações em que processos (C1) de baixa energia cinética atingem moradias de bom padrão construtivo (V2) em áreas com alta possibilidade de impacto direto (P1). Além disso, eventos com processos (C1) similares atingem moradias de baixo padrão construtivo (V2) em áreas com baixa possibilidade de impacto direto (P2). Outro cenário de risco baixo envolve processos (C1) de baixa energia cinética atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1) em áreas com baixa possibilidade de impacto direto (P2). Adicionalmente, eventos com processos (C2) de alta energia cinética atingem moradias de bom padrão construtivo (V2) em áreas com baixa possibilidade de impacto direto (P2).

Com base nesses níveis de risco e arranjos, é possível realizar uma pré-setorização espacial de risco utilizando fotos aéreas ou bases cartográficas. Posteriormente, iniciam-se levantamentos de campo para uma análise mais detalhada dos processos hidrológicos, vulnerabilidade das moradias e periculosidade da área ocupada. Esses critérios, juntamente com outros dados pertinentes, são incorporados nas fichas de cadastro, contribuindo para a síntese final da setorização de risco, delineando compartimentos com diferentes graus de risco de enchentes e inundações nos setores de baixada.

## **Resultados e Discussões**

Considerando os riscos associados aos processos hidrológicos, o cenário predominante na região é de enchente ou inundação com alta energia cinética (C2), conforme evidenciado pelo histórico da área. A análise cuidadosa dos eventos passados revela a recorrência desses fenômenos, destacando a vulnerabilidade das planícies fluviais a esse tipo específico de processo. Na figura 8 e 9 pode-se observar a distância do curso d'água para as casas da área estudada.

Figura 8: Rio do Norte – Município de Machacalis



Fonte: Próprio Autor, 2024.

Figura 9: Rio do Norte com alto grau de Eutrofização.



Fonte: Próprio Autor, 2024.

As residências na região em questão exibem um padrão construtivo de nível médio (V2). Esse aspecto do ambiente construído (Figura 10) é relevante ao avaliar a vulnerabilidade da ocupação urbana em relação aos riscos de enchentes e inundações. O padrão construtivo médio sugere uma qualidade estrutural moderada nas moradias, o que pode influenciar diretamente na capacidade de resistir aos impactos desses eventos hidrológicos.

Figura 10: Residências da Área exibem um padrão construtivo médio.



Fonte: Próprios autores, 2024.

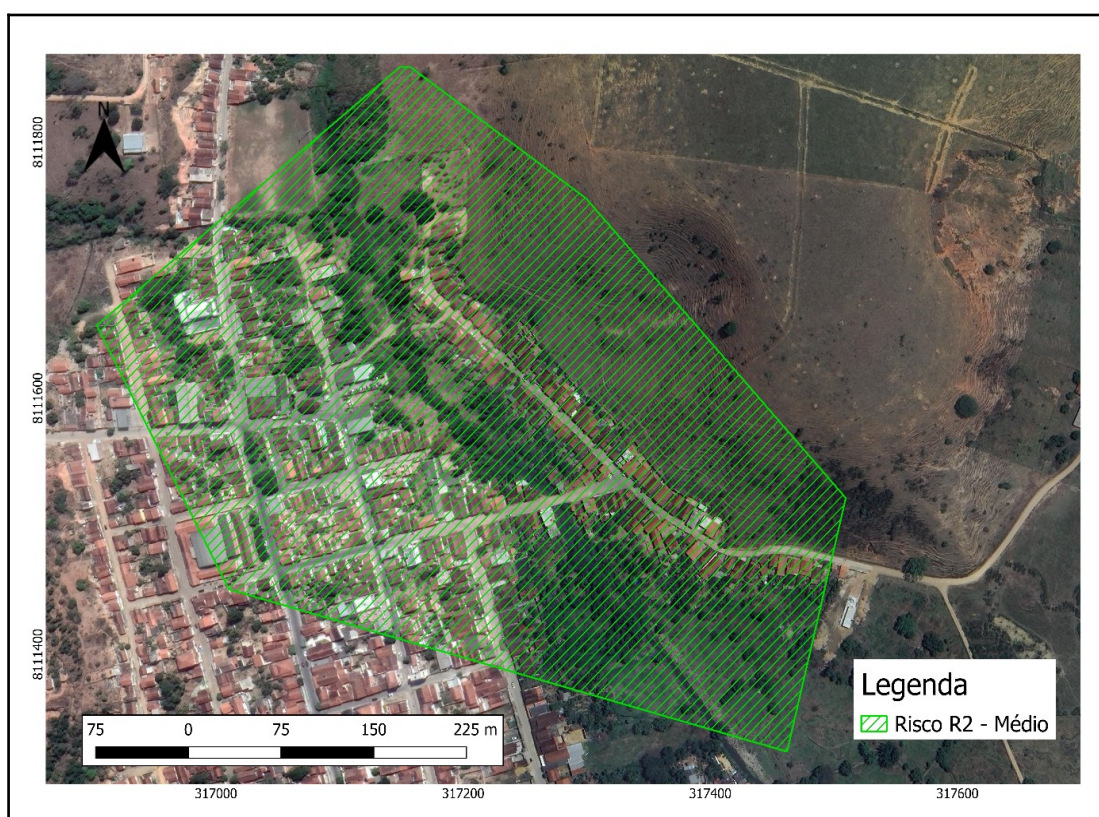
Avaliando a distância das residências até o leito do rio, constata-se um grau de periculosidade P1. Essa classificação indica uma alta possibilidade de impacto direto em caso de eventos hidrológicos, considerando a proximidade das habitações ao leito fluvial. A categoria P1 sugere que as moradias estão em uma posição mais vulnerável, aumentando o risco de serem diretamente afetadas por enchentes e inundações.

Considerando todas as informações disponíveis, o nível de risco de inundações é classificado como R2 (Figura 11). Essa categorização leva em conta o cenário hidrológico C2 (enchente e inundação com alta energia cinética), a



vulnerabilidade da ocupação urbana V2 (moradias de bom padrão construtivo) e a periculosidade P1 (alta possibilidade de impacto direto devido à proximidade ao leito do rio). Esse conjunto de fatores resulta em um grau de risco médio, indicando que a área está suscetível a eventos de inundações com potencial significativo de danos, mas com algumas características que podem mitigar os impactos, como o padrão construtivo relativamente sólido das moradias. Essa avaliação é fundamental para a implementação de estratégias eficazes de prevenção, preparação e resposta a eventos de inundação na região.

Figura 11: Mapa de Classificação de Riscos de Inundações.



Fonte: Próprios autores, 2024.

## Considerações Finais

Diante do diagnóstico do risco de inundações na região, é imperativo adotar uma abordagem integrada para mitigar os efeitos adversos de eventos extremos. Classificamos o risco da área como R2, com C2 (enchente e inundação com alta energia cinética), V2 (médio padrão construtivo) e P1 (alta periculosidade devido à

proximidade ao leito do rio). Destaca-se a necessidade de medidas preventivas e de respostas eficientes.

A implementação de obras de drenagem se torna primordial para minimizar o impacto das inundações. Sistemas de drenagem eficazes, canais adequados e estratégias de retenção de água, podem contribuir significativamente para reduzir os danos causados pelos eventos hidrológicos intensos.

Além disso, é fundamental estabelecer um plano de evacuação bem elaborado. A população em áreas de risco deve ser devidamente informada sobre rotas seguras e locais de abrigo. Treinamentos da população e também da defesa civil devem ser constantes, com simulações de evacuação podendo aumentar a eficácia dessas medidas e garantir a segurança da comunidade local.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da UFVJM, com o provimento de bolsa de mestrado.

## Referências

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. Serviço Geológico do Brasil. Projeto Leste: Folha SE 24 - V-C-III – Águas Formosas. Carta Geológica. Belo Horizonte.

IBGE (Brasil). Cidades e Estados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Machacalis**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/machacalis.html>. Acesso em: 9 dez. 2023.

LUIZ, Ribeiro. Machacalis tem quase metade da população expulsa de casa por inundações. **Estado de Minas**, Minas Gerais, 14 dez. 2021. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/12/14/interna\\_gerais,1330951/machacalis-tem-quase-metade-da-populacao-expulsa-de-casa-por-inundacoes.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/12/14/interna_gerais,1330951/machacalis-tem-quase-metade-da-populacao-expulsa-de-casa-por-inundacoes.shtml). Acesso em: 9 dez. 2023.

Magalhães, I. L., Thiago, C. R., Agrizzi, D. V. e dos Santos, A. R. (2011) “USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO EM GUAÇUÍ, ES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS MÉTODOS”, *Cadernos de Geociências*, 8(2), p. 63–70. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/5288> (Acessado: 8dezembro2023).

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES. In: MINISTÉRIO DAS CIDADES (BRASIL). MAPEAMENTO DE RISCOS EM ENCOSTAS E MARGENS DE RIOS. 1. ed., 2007. v. 1, cap. 5, p. 87-113. ISBN 978-85-60133-81-9. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Gregorio-2/publication/272405262\\_Desastres\\_relacionados\\_a\\_agua\\_no\\_Brasil\\_perspectivas\\_e\\_recomendacoes/links/56320e4808ae13bc6c369841/Desastres-relacionados-a-agua-no-Brasil-perspectivas-e-recomendacoes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Gregorio-2/publication/272405262_Desastres_relacionados_a_agua_no_Brasil_perspectivas_e_recomendacoes/links/56320e4808ae13bc6c369841/Desastres-relacionados-a-agua-no-Brasil-perspectivas-e-recomendacoes.pdf). Acesso em: 8 dez. 2023.

Oliveira, Caio Herman Teixeira de; Gomes, Antonio Jorge de Lima. Survey of geological and environmental risk areas in the city of Itambacuri-MG. **International Journal of Geoscience, Engineering and Technology**, v. 3, n. 1, p. 31-40, 2021.

Rios de Souza, F. . e Toledo Martins, H. . (2020) “Governança dos comuns e conflitos na gestão da bacia do rio Itanhém no extremo sul da Bahia: Governance of the commons and conflicts in the management of the Itanhém river basin in the extreme south of Bahia”, *Argumentos - Revista do Departamento de Ciências Sociais da Unimontes*, 17(1), p. 28–46. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/argumentos/article/view/939> (Acessado: 8 dezembro 2023).

Silveira Tolentino Júnior, D. e Teixeira da Silva, H. (2023) “Incidência de acidentes escorpiônicos na área de abrangência de um hospital de referência localizado no

nordeste de Minas Gerais, Brasil”, *Revista Saúde e Desenvolvimento*, 16(25), p. 135–149. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/1311> (Acessado: 8 dezembro 2023).

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

[www.ufvjm.edu.br/vozes](http://www.ufvjm.edu.br/vozes)

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424