

**IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE VOÇOROCAS
MAPEADAS EM JUIZ DE FORA (MG)**

Marina da Rocha Andrade¹; Pedro Henrique Cândido Garcia²; Isadora Santana Peres³; Karolyne dos Santos Balbino Cordeiro⁴; Gustavo Leone Marasco Alves⁵; Tatiana Tavares Rodriguez⁶

Resumo – O município de Juiz de Fora está localizado na região pertencente à Zona da Mata Mineira, formada por relevo montanhoso com solos espessos suscetíveis ao surgimento de feições erosivas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é mapear as voçorocas existentes em Juiz de Fora, identificando suas principais características. Procedeu-se a uma revisão bibliográfica com o intuito de investigar os tópicos pertinentes à erosão, voçorocas, elaboração de inventários e os fatores que exercem influência sobre o processo erosivo. O escopo da pesquisa concentrou-se na análise abrangente do fenômeno das voçorocas em toda a extensão territorial de Juiz de Fora e, para a identificação das voçorocas, utilizou-se o programa Google Earth, com dados atualizados até o ano de 2017. Com a pesquisa, realizou-se um inventário com identificação de forma, dimensão (área e perímetro), altitude e coordenada geográfica de cada uma das 47 voçorocas encontradas. Por fim, espera-se que o inventário possa servir como base para desenvolvimento de ações para redução dos impactos ambientais e materiais causados pela erosão no município de Juiz de Fora.

Abstract – The municipality of Juiz de Fora is located in the Zona da Mata Mineira region, characterized by mountainous terrain with thick soils susceptible to the formation of erosional features. Thus, the objective of this study is to map the existing gullies in Juiz de Fora, identifying their main characteristics. A literature review was conducted to investigate relevant topics related to erosion, gullies, inventory development, and the factors influencing the erosional process. The scope of the research focused on a comprehensive analysis of the gully phenomenon across the entire territorial extent of Juiz de Fora. To identify the gullies, Google Earth software was used, with data updated until 2017. The study resulted in an inventory detailing the shape, dimensions (area and perimeter), altitude, and geographic coordinates of each of the 47 gullies identified. Finally, this inventory is expected to serve as a basis for developing actions to mitigate the environmental and material impacts caused by erosion in the municipality of Juiz de Fora.

Palavras-Chave – Voçorocas; Erosão; Mapeamento; Inventário.

¹ Estudante, Universidade Federal de Juiz de Fora, (24) 99312-8534, mariana.andrade@estudante.ufjf.br

² Estudante, Universidade Federal de Juiz de Fora, (21) 99810-3440, pedro.garcia@estudante.ufjf.br

³ Estudante, Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 99832-5873, isadora.santana@estudante.ufjf.br

⁴ Estudante, Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 99952-4944, karolyne.santos@estudante.ufjf.br

⁵ Estudante, Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 99173-0151, gustavo.leone@estudante.ufjf.br

⁶ Professora., DSc., Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 2102-3425, tatiana.rodriguez@ufjf.br

1. INTRODUÇÃO

A erosão do solo resulta na quebra das partículas, que são posteriormente transportadas a distâncias curtas ou consideráveis pela água ou pelos ventos, acabando por ser depositadas em diferentes áreas, predominantemente em regiões de baixas latitudes. Esse transporte de partículas acarreta consequências adicionais para o meio ambiente, tais como a contaminação do ar e da água, podendo, por conseguinte, causar prejuízos econômicos para a sociedade (Brady; Weil, 2013).

No contexto atual, o estudo das erosões é de extrema importância devido aos desafios ambientais e socioeconômicos que vêm sendo enfrentados. Com as mudanças climáticas em curso, a compreensão das erosões tornou-se crucial para minimizar os impactos negativos, como a degradação do solo e assoreamento de rios. Além disso, a crescente conscientização sobre a importância da conservação ambiental e da sustentabilidade torna o estudo das erosões essencial para o desenvolvimento de práticas e políticas que promovam a resiliência dos ecossistemas e a segurança das comunidades. Assim, investigar as causas, processos e consequências das erosões torna-se fundamental para enfrentar os desafios ambientais e sociais da atualidade (Brady; Weil, 2013).

O estudo priorizou analisar o fenômeno da ocorrência de voçorocas na cidade de Juiz de Fora, localizada na região pertencente à Zona da Mata Mineira, que é suscetível ao surgimento de feições erosivas, devido à sua formação geomorfológica e também por estar inserida no clima tropical de altitude, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos (Oliveira, 2023).

A pesquisa foi fundamentada no Trabalho de Conclusão de Curso de Oliveira (2023), cujo propósito foi investigar as voçorocas em uma área-piloto da cidade de Juiz de Fora, na qual foi observado o predomínio do formato linear. Desta forma, o referido estudo contribuiu para a ampliação do mapeamento e da caracterização de toda a região da cidade mineira, visando assegurar um controle mais eficaz das áreas sujeitas a estágios avançados de erosão. Logo, o objetivo deste trabalho é realizar um inventário das voçorocas do município de Juiz de Fora considerando forma, dimensão (área e perímetro), altitude e coordenada geográfica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Voçorocas

No Brasil, existem algumas erosões mais comuns que podem ser classificadas entre: erosão natural e antrópica (Müller; Moraes; Vicente, 2021).

Classifica-se por erosão natural, o desgaste e posterior transporte de sedimentos que são depositados em baías, vales e lagos. Em contrapartida, tem-se a erosão antrópica, que é resultado da intervenção humana no ambiente, causada pela modificação do solo ou pela remoção da vegetação natural. É válido ressaltar que a erosão antrópica intensifica em até 1.000 vezes a erosão natural, especialmente em áreas com elevado índice de precipitação e topografia íngreme (Brady; Weil, 2013).

Como um tipo de erosão natural, tem-se a erosão hídrica pluvial, que ocorre por meio do fenômeno “splash” ou salpicamento, o qual consiste no impacto das gotas da chuva que caem diretamente no solo, fragmentando os seus agregados em tamanhos menores. Posteriormente, esses pequenos fragmentos de solo, denominados grãos simples, começam a ocupar os espaços porosos do solo, gerando um selamento de sua superfície e permitindo o escoamento superficial da água, assim levando as partículas de solo para locais mais baixos do relevo (Guerra; Silva; Botelho, 2007; Mascarenha *et al.*, 2023).

Primeiramente, há um acúmulo de água nas áreas de menor altitude do terreno que descem a encosta, caracterizando um escoamento superficial denominado “escoamento laminar”, que, à medida que se aumenta o fluxo e a velocidade, ocorre um cisalhamento das partículas, resultando em sulcos. Posteriormente, há um escoamento linear que diz respeito à fase seguinte ao

escoamento em lençol. Nessa fase, acontece uma maior concentração do fluxo de água em pequenos canais da encosta. Desse modo, há uma diminuição da velocidade do fluxo d'água, em detrimento do aparecimento de rugosidades, diminuindo a energia do fluxo. As partículas são transportadas pelos canais em formação, os quais darão origem a uma nova estrutura de erosão, as ravinas, que evoluem para voçorocas (Guerra; Silva; Botelho, 2007; Mascarenha *et al.*, 2023).

É notório que dentre as demais, a erosão em voçorocas são as mais agravantes para o cenário natural, visto que culminam na destruição de áreas agrícolas, podendo chegar a grandes profundidades e até mesmo ao horizonte C dos solos (Pes; Giacomini, 2017; Silva, 1995 *apud* Müller; Moraes; Vicente, 2021).

2.2. Mapeamento de Inventário

Os mapas têm por objetivo a representação da superfície terrestre e podem ser produzidos com o apoio do sensoriamento remoto que, segundo Moraes (2002 *apud* Stein, 2020, p. 32), é o “[...] conjunto de atividades que permite a obtenção de informações de objetos/áreas que compõem a superfície terrestre, mas sem a necessidade de contato direto (contato físico). Com isso, as ferramentas antes utilizadas foram atualizadas para o modelo contemporâneo, trazendo as facilidades da difusão de aparelhos de localização, como os receptores GPS (Global Positioning System) e as imagens de satélites georreferenciados, como as do Google Earth (Löbler, 2020).

Os mapas são temáticos e classificados de acordo com o critério estabelecido pelo autor podendo apresentar diferentes fenômenos em nível mundial, como economia, população, clima, qualidade de vida ou aspectos físicos em geral (Löbler, 2020). Rodriguez (2020) sugere a classificação de Fell *et al.* (2008) que indica quatro tipos de mapeamento: Inventário, Susceptibilidade, Perigo e Risco, sendo o inventário o mais simples e que apresenta a distribuição espacial e informações como tipo, tamanho, forma, entre outros.

Em geral os acidentes geográficos resultam de processos erosivos, a maioria deles tem como agente erosivo a água, de forma superficial ou não, que vai dos terrenos altos para os terrenos baixos. A partir das rotas dos canais formados por águas pluviais, o terreno sofre alterações devido a ação da erosão, que caracteriza esse processo. A superfície do terreno, geralmente arredondada, pode ser substituída, para fins de interpretação esquemática, por planos tangentes que representam, aproximadamente, o aspecto côncavo-convexo (côncavo é o termo usado para descrever qualquer superfície que se curva para dentro, e convexo significa o oposto). Esses planos são denominados encostas ou vertentes, tendo em vista que, no terreno, as águas pluviais se vertem efetivamente ao longo deles. Vertentes ou encostas, portanto, são superfícies inclinadas do terreno que formam um ângulo com o plano horizontal. O grau de inclinação é chamado de declive, que também é um plano, embora seja acidentado ora por pequenas depressões por onde descem as águas, ora por partes salientes resultantes de maior resistência local à erosão. Essas características geomorfológicas permitem a identificação dos processos erosivos ligados diretamente ao surgimento de voçorocas (Brinker, 1995 *apud* Löbler, 2020).

2.3. Juiz de Fora

O clima constitui um dos principais fatores naturais que influenciam os processos erosivos, especialmente em áreas com relevo acidentado e solos suscetíveis à erosão. De acordo com os dados da normal climatológica (1991 a 2020), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a estação 83692 – Juiz de Fora, a precipitação média anual acumulada é de 1.564,8 mm. Observa-se maior concentração de chuvas nos meses de dezembro (310,4 mm), janeiro (297,4 mm) e novembro (236,2 mm), enquanto os meses de junho a agosto registram os menores volumes, não ultrapassando 20 mm. Esse padrão sazonal, com fortes chuvas concentradas em curto período do ano, favorece a intensificação da erosão hídrica, contribuindo para o surgimento e evolução de feições como ravinas e voçorocas.

Do ponto de vista geológico, Juiz de Fora está inserida na unidade estrutural do Complexo Juiz de Fora e Complexo Mantiqueira, composto por rochas metamórficas e ígneas de origem da era Paleoproterozóico. Também são observados depósitos de sedimentos fluviais e coluviais em

áreas de vale e encostas (Oliveira, 2023). Com isso, configura-se condição de formações inconsolidadas com elevado potencial erosivo sobre as formações rochosas, condição intensificada quando há supressão da formação vegetal (Rocha; Latuf; Carmo, 2003). Em relação a geomorfologia local, dados do Plano Diretor Participativo (Prefeitura de Juiz de Fora, 2021) apontam que a cidade apresenta um relevo fortemente dissecado, composto por encostas com perfis côncavo-convexos e vales encaixados, cujas altitudes variam predominantemente entre 700 e 900 metros.

3. METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica para investigar os temas relacionados à erosão, voçorocas, inventário e fatores que influenciam a erosão. O estudo se concentrou na análise do fenômeno das voçorocas em toda extensão territorial de Juiz de Fora. Para identificar as voçorocas, recorreu-se ao programa Google Earth, com atualização de 2017.

O processo de detecção envolveu a divisão da cidade em 41 Regiões Urbanas (RU) segundo a classificação da Prefeitura Municipal em 2025 (Figura 1). As voçorocas foram localizadas dentro dos bairros analisados utilizando as imagens disponíveis do Google Earth, cada uma delas foi delimitada e descrita quanto à sua forma, dimensão (área e perímetro), altitude e coordenada geográfica.

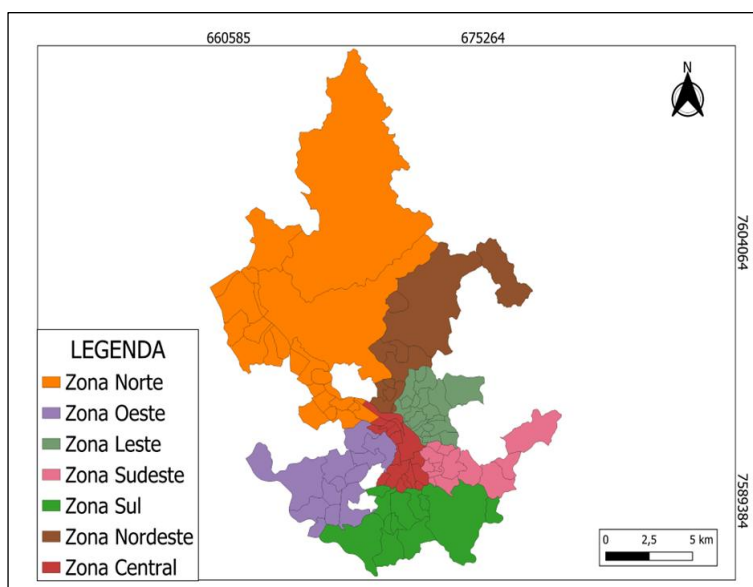


Figura 1. Mapa da Cidade com delimitação das Regiões Urbanas (adaptado de Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, 2025).

4. RESULTADOS

Com a finalidade de dispor de maneira organizada os dados mapeados, foram elaboradas tabelas, nas quais levantaram-se 47 voçorocas ou grupos de voçorocas quanto às suas características antes definidas, separadas de acordo com a região urbana. A Tabela 1 apresenta a localização da voçoroca, as dimensões (área e perímetro) e a altitude. A Tabela 2 agrupa as voçorocas em função do formato.

Algumas das voçorocas identificadas foram mapeadas em conjunto devido à proximidade significativa de suas coordenadas geográficas. Nesse contexto, tanto a área quanto o perímetro desses agrupamentos foram somados. Sendo assim, os conjuntos de voçorocas foram catalogados nas tabelas utilizando a notação Cn, em que **C** representa o conjunto e “n” denota o número sequencial do conjunto dentro do bairro delimitado.

Tabela 1. Voçorocas identificadas conforme as regiões do município de Juiz de Fora (Autores, 2025).

Voçoroca	Região	Bairro	Coordenadas Longitudinais		Área (m²)	Perímetro (m)	Altitude (m)
1	Central	São Mateus	21° 46'50"S	43° 21'24"W	15,03	27,37	770
2	Norte	Barbosa Lage C1	21° 42'23"S	43° 24'43"W	59,7	160,01	714
3	Norte	Barbosa Lage C2	21° 43'44"S	43° 24'10"W	6,33	20,84	748
4	Norte	Barbosa Lage	21° 43'42"S	43° 24'20"W	0,6	4,21	751
5	Norte	Barbosa Lage	21° 43'42"S	43° 24'18"W	4,18	12,83	750
6	Norte	Barreira do Triunfo C1	21° 39'54"S	43° 25'35"W	32,57	60,46	701
7	Norte	Barreira do Triunfo	21° 40'08"S	43° 25'22"W	352,11	247,29	733
8	Norte	Barreira do Triunfo	21° 40'09"S	43° 25'48"W	189,16	75,11	747
9	Norte	Barreira do Triunfo	21° 40'08"S	43° 26'05"W	10,57	20,24	748
10	Norte	Barreira do Triunfo	21° 39'54"S	43° 25'36"W	10,43	19,7	718
11	Norte	Benfica C1	21° 41'32"S	43° 27'00"W	5,83	24,2	720
12	Norte	Benfica C2	21° 41'43"S	43° 23'55"W	41,93	84,37	702
13	Norte	Benfica C3	21° 41'45"S	43° 26'46"W	34,74	129,69	738
14	Norte	Benfica C4	21° 41'45"S	43° 26'44"W	46,93	116,7	740
15	Norte	Benfica	21° 42'21"S	43° 26'43"W	2,74	9,78	739
16	Norte	Benfica	21° 42'25"S	43° 26'42"W	4,32	13,88	737
17	Norte	Cidade do Sol C1	21° 42'54"S	43° 24'32"W	5,52	17,71	707
18	Norte	Cidade do Sol C2	21° 42'54" S	43° 24'32" W	3,38	9,86	707
19	Norte	Milho Branco C1	21° 44'44"S	43° 25'00"W	21,21	37,41	715
20	Norte	Nova Benfica	21° 41'54"S	43° 26'56"W	32,57	42,19	714
21	Norte	Nova Era C1	21° 42'55" S	43° 25'07" W	421,13	205,64	750
22	Norte	Nova Era	21° 42'53"S	34° 25'07"W	17,56	25,68	748
23	Norte	Nova Era	21° 43'04" S	43° 25'10" W	57,43	34,58	758
24	Norte	Nova Era	21° 43'01" S	43° 25'08" W	13,85	27,83	766
25	Norte	Remonta C1	21° 40'51"S	43° 25'20"W	29,74	78,11	704
26	Norte	Remonta	21° 43'04"S	43° 22'30"W	7,18	18,33	756
27	Norte	Represa C1	21° 40'22" S	43° 21'56" W	3016,2 ₉	566,15	900
28	Norte	Represa	21° 39'42"S	43° 21'25"W	53,75	48,84	818
29	Norte	Represa	21° 40'15" S	43° 21'50" W	189,68	139,27	866
30	Norte	Represa	21° 40'18" S	43° 21'55" W	1368,4 ₉	330,62	829
31	Norte	Santa Amélia C1	21° 42'22"S	43° 24'46"W	24,67	39,66	700
32	Norte	Santa Cruz	21° 42'41"S	43° 26'09"W	405,8	140,86	705
33	Norte	Santa Cruz	21° 42'38"S	43° 26'48"W	95,8	100,51	741
34	Norte	São Francisco	21° 41'54"S	43° 25'42"W	24,17	80,73	714
35	Norte	São Francisco	21° 41'52"S	43° 25'42"W	12,58	34,32	713

Voçoroca	Região	Bairro	Coordenadas Longitudinais		Área (m²)	Perímetro (m)	Altitude (m)
36	Norte	São Judas Tadeu	21° 42'10"S	43° 26'22"W	19,13	26,06	741
37	Nordeste	Eldorado	21°44'04" S	43°22'01" W	26,21	31,41	784
38	Nordeste	Jardim Botânico	21°43'59" S	43°21'58" W	3,54	9,37	800
39	Nordeste	Jardim Botânico	21°44'12" S	43°22'00" W	1.757,27	248,35	737
40	Nordeste	Jardim Botânico	21°44'05"S	43°22'01"W	35,36	30,59	787
41	Leste	Linhares C1	21°44'32" S	43°20'01" W	316,35	379,03	755
42	Leste	Linhares C2	21°44'05"S	43°19'08"W	20,46	57,88	815
43	Leste	Linhares C3	21°44'11"S	43°18'58"W	115,65	156,82	832
44	Leste	Linhares	21°44'28" S	43°20'01" W	76,42	81,36	717
45	Leste	Linhares	21°43'04"S	43°19'16"W	74,24	64,42	824
46	Sudeste	Santo Antônio	21° 46'08"S	43° 18'45"W	824,31	132,75	894
47	Oeste	São Pedro C1	21° 46'49"S	43° 23'30"W	76,02	146,88	872

Tabela 2. Caracterização dos formatos das voçorocas identificadas no município de Juiz de Fora (Autores, 2025).

Número	Nome do formato	Imagem do Formato
1, 20, 23, 26, 27, 32, 33, 37, 39, 40, 42, 44, 45 e 46	Irregular	
2 e 36	Retangular	
30	Ramificada	
3 ao 19, 21, 22, 24, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 38, 41, 43 e 47	Linear	

Na Figura 2 (a), exemplifica-se o que os autores chamam de grupo de voçorocas, ou seja, pequenas e médias feições erosivas aglomeradas. Na Figura 2 (b), por sua vez, tem-se um exemplo de voçoroca isolada.

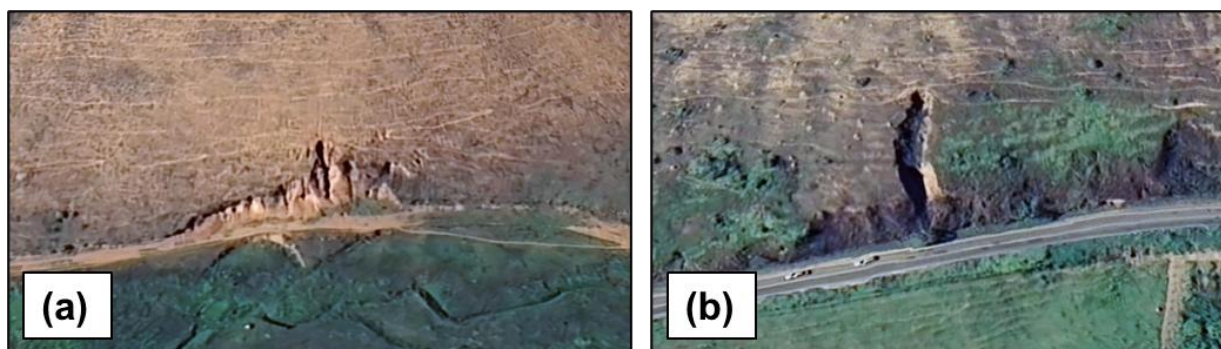


Figura 2. (a) Voçoroca 27; (b) Voçoroca 8 (adaptado de Google Earth, 2017).

5. ANÁLISES

5.1. Análise da Distribuição Espacial

Na cidade de Juiz de Fora, verificou-se um total de 47 voçorocas espalhadas por toda a sua extensão territorial. Percebeu-se que cerca de 75% das feições mapeadas estão concentradas na Zona Norte da cidade, totalizando 35 voçorocas (Tabela 1). A concentração das voçorocas na Zona Norte pode estar relacionada não apenas à menor ocupação urbana, mas também à presença de solos mais suscetíveis à erosão, além da possível ausência de infraestrutura de drenagem adequada. Destaca-se o número expressivo de feições agrupadas, resultando em aproximadamente 38% do total encontrado (Tabela 1).

Os dados encontrados corroboram com o trabalho de Oliveira (2016), que identificou na Zona Norte de Juiz de Fora um cenário marcado por relevo fortemente dissecado, solos suscetíveis à erosão e uso inadequado do solo, como loteamentos em encostas e pastagens degradadas. Esses fatores contribuem para o aumento da fragilidade ambiental e favorecem o desenvolvimento de processos erosivos intensos, como ravinas e voçorocas. Assim, a alta concentração de voçorocas observada nessa região pode ser interpretada não apenas a partir das características morfológicas e hidrológicas locais, mas também das pressões antrópicas e da ocupação desordenada do território, evidenciando a necessidade de políticas de planejamento urbano baseadas na análise da fragilidade ambiental.

5.2. Análise dos Formatos Identificados

A análise dos formatos das feições erosivas (Tabela 2) indicou que 30 voçorocas apresentaram formato linear. Também foram identificados formatos irregulares, totalizando cerca de 14 feições, além de formatos retangular e ramificado, com aproximadamente 2 e 1 feições, respectivamente. O formato linear predominante é coincidente com o sentido do fluxo de escoamento de água no relevo, de acordo com Oliveira (2023), pode ser influenciado, entre outros fatores, por estruturas herdadas da rocha de origem e pela desconexão com a rede de drenagem.

5.3. Análise Dimensional

Quanto às dimensões averiguadas, observa-se a existência de voçorocas de pequenas até grandes dimensões. A Tabela 3 mostra o agrupamento das feições em função da área, onde a maior parte encontra-se na Classe 2 (área de 10 a 100 m²).

Tabela 3. Número de voçorocas em função da área (Autores, 2025).

Classe	1	2	3	4
Área (m ²)	<10	10 a 100	100 a 1000	>1000
Quantidade	10	26	8	3

O destaque é feito para duas das voçorocas da Classe 2 estudadas em detalhe por autores do presente trabalho, nos quais ocorre o protagonismo da ação antrópica no processo de formação das voçorocas.

A primeira é a voçoroca do Jardim Botânico catalogada no presente inventário sob o número 40 (Tabela 1). O estudo, a partir de pesquisa experimental, concluiu que a origem da voçoroca está relacionada à abertura de uma via de acesso durante a construção do parque do Jardim Botânico, que possibilitou a circulação de caminhões e a entrega de materiais. A essa via foi associada uma valeta de drenagem sem revestimento, cuja ação ao longo do tempo contribuiu para o desencadeamento do processo erosivo que resultou na formação da voçoroca (Carvalho, 2020; Carvalho *et al.*, 2020).

A segunda é a voçoroca do Linhares, catalogada no presente inventário sob o número 45 (Tabela 1). Cordeiro *et al.* (2025), a partir de pesquisa de campo e experimental, concluíram que a origem da voçoroca está diretamente relacionada às intervenções antrópicas realizadas na área. Especificamente, a obras de terraplenagem voltadas à preparação dos terrenos para fins de parcelamento e posterior comercialização, resultando em alterações expressivas na morfologia do solo sem implementação de medidas adequadas de controle ambiental e de drenagem urbana.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho, realizou-se o inventário das voçorocas do município de Juiz de Fora considerando forma, dimensão (área e perímetro), altitude e coordenada geográfica. Foram mapeadas 47 voçorocas, distribuídas em 6 regiões, sendo que a região norte apresentou a maior incidência, representando 75% do total de voçorocas identificadas, enquanto a região central contribui apenas com 2% desse valor. Isso se dá, possivelmente, ao fato da Zona Norte ser caracterizada por poucas construções e uma topografia montanhosa, o que também pode contribuir para a ocorrência dessas formações erosivas.

Quanto ao formato das voçorocas, observou-se, assim como indicado em Oliveira (2020), o predomínio do formato linear, ocorrendo em 64% das voçorocas levantadas no presente trabalho. Com isso, pode-se observar como um possível motivo para a maioria das feições mapeadas apresentarem o formato linear o percurso preferencial da água da chuva ao descer pelos morros.

Em relação às dimensões das voçorocas, os valores de área foram muito variados abrangendo desde áreas inferiores a 10m² até áreas superiores a 1000 m², sendo 26 voçorocas (55%) com área entre 10 e 100 m² (Classe 2). Destaca-se que foram identificadas 3 voçorocas com área acima de 1000 m² (Classe 4), enquanto, Oliveira (2023) encontrou 2 voçorocas.

Com os avanços tecnológicos no sistema de sensoriamento remoto, espera-se que futuros estudos tornem o mapeamento de voçorocas em grandes áreas mais ágil e eficiente, permitindo também a extração de um maior número de características, como o volume, a localização com maior precisão geográfica, identificação do tipo de solo, formato de seção transversal, conexão ou não com a drenagem, posição topográfica e atividade.

Por fim, espera-se que essa análise sirva como ponto de partida para estudos mais aprofundados acerca do tema, considerando que as informações fornecidas possam auxiliar no monitoramento dessas áreas e posteriormente, na formulação de medidas preventivas em todo o território, a fim de garantir a segurança da sociedade. Além disso, é esperado que as informações atualizadas possam ser valiosas para a prefeitura municipal, oferecendo dados pertinentes para embasar decisões e ações administrativas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFJF pela bolsa de iniciação científica BIC/UFJF concedida ao projeto de pesquisa “Inventário de Voçorocas em Juiz de Fora” coordenado pela professora Tatiana Tavares Rodriguez e ao PET Civil da UFJF pelas bolsas de pesquisa dos discentes colaboradores e autores do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- BERTOLLO, Mait; ALBERTIN, Ricardo Massulo; BACHA, André L. Reis *et al.* Pedologia. Porto Alegre: SAGAH, 2021. Ebook. ISBN 9786556901909. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556901909>>. Acesso em 10 de jan. 2025.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *Elementos da natureza e propriedades dos solos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. ISBN 9788565837743.
- CARVALHO, L. M. de. Estudo da erodibilidade da voçoroca do Jardim Botânico – Juiz de Fora/Minas Gerais. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.
- CARVALHO, Leticia Martins de; OLIVEIRA, Adeilton Moreira de; RODRIGUEZ, Tatiana Tavares; SANTOS, Gislaine dos; STEPHAN, Ana Maria. Avaliação da erodibilidade dos solos da erosão do Jardim Botânico de Juiz de Fora. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG), Campinas, SP, 15 a 18 de setembro de 2020. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobramseg-2022/trabalhos/avaliacao-da-erodibilidade-dos-solos-da-erosao-do-jardim-botanico-de-juiz-de-fora?lang=pt-br>>. Acesso em: 05 de mar. 2025.
- CORDEIRO, Karolyne dos Santos Balbino; ALVES, Gustavo Leone Marasco; RODRIGUEZ, Tatiana Tavares; BRAZ, Jonathan do Amaral; FARIA, Sabrina Roberta de; FONSECA, Gabriel Dimas Campos da. Impacts of anthropogenic action on the triggering of environmental events – case study of a gully in the Linhares neighborhood, Juiz de Fora/MG. In: SBE – SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT INTERNATIONAL CONGRESS, 2025, Juiz de Fora. Anais.... Juiz de Fora: UFJF, 2025.
- FELL, R.; COROMINAS, J.; BONNARD, C.; CASCINI, L.; LEROI, E.; SAVAGE, W. Z. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. Engineering Geology, v. 102, n. 3–4, p. 85-98, 2008. ISSN 0013-7952. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013795208001762>>. Acesso em: 12 jan. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.022>.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 339 p. ISBN 9788528607383.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Gráficos climatológicos: Estação Juiz de Fora – MG (83692). Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/MG/83692>>. Acesso em: 05 de jun. 2025.
- LÖBLER, Carlos Alberto; GONÇALVES, Cristina M. Ribeiro; DAVES, Larissa Figueiredo *et al.* Cartografia. Porto Alegre: SAGAH, 2020. Ebook. ISBN 9786581492564. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786581492564>>. Acesso em 11 de jan. 2025.
- MASCARENHA, M. M. dos A.; MAHLER, C. F.; LAFAYETTE, K. P. V.; NACINOVIC, M. G. G.; BANDEIRA, A. P. N.; ALMEIDA, J. G. R. Solos Não Saturados No Contexto Geotécnico. In: CARVALHO, J. C. et al. (Org.). Solos Não Saturados No Contexto Geotécnico. São Paulo: ABMS, 2023. Cap. 24, p. 826-865. ISBN 978-65-992098-3-3.
- MÜLLER, Francihele Cardoso; MORAES, Cléia dos Santos; VICENTE, Laís de Carvalho *et al.* Uso, Manejo e Conservação do Solo. Porto Alegre: SAGAH, 2021. Ebook. ISBN 9786556902715. Disponível em: <https://minhabiblioteca.com.br/catalogo/livro/83654/uso-manejo-e-conserva-o-do-solo/>. Acesso em: 12 de jan. 2025
- OLIVEIRA, Alexsander de. Fragilidade ambiental no setor norte do município de Juiz de Fora (MG): subsídios da geomorfologia ao planejamento urbano. 2016. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFJF_e827fd926408ec00e061c81210aadcdc>. Acesso em: 05 de jun. 2025.

OLIVEIRA, N. A. C. Inventário de voçorocas em área-piloto localizada na cidade de Juiz de Fora. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2023.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Dados do Município. Prefeitura de Juiz de Fora, 2025. Disponível em: <<https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/dados/index.php>>. Acesso em: 20 de mar. 2025.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF). Características do município, 2021. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/institucional/cidade/caracteristicas.php>. Acesso em: 10 de jun. 2025.

ROCHA, Geraldo César; LATUF, Marcelo de Oliveira; CARMO, Lúcio Flávio Zancanela do. Mapeamento de riscos ambientais à escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. Revista Geografia (UFU), v. 12, n. 1, p. 509–516, jan./jun. 2003. Disponível em: <<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6710>>. Acesso em 10 de jun. 2025.

RODRIGUEZ, Tatiana Tavares. Disciplina Riscos Geotécnicos. In: Jordan Souza. (Org.). Gestão pública em proteção e defesa civil [livro eletrônico]: material didático do curso de especialização. 1ed. Juiz de Fora: 2020, v., p. 01-118.

STEIN, Ronei Tiago; MEGIATO, Érica Insaurriaga; TROMBETA, Letícia Roberta *et al.* Cartografia Digital e Sensoriamento Remoto. Porto Alegre: SAGAH, 2020. Ebook. ISBN 9786556900339. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900339>>. Acesso em 11 de jan. 2025.