

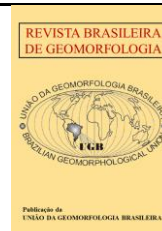


<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 24, nº ESPECIAL (2023)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2417>



Artigo de Pesquisa

Voçoroca no Brasil: uma abordagem espaço-temporal entre os anos 2000 e 2020

Gullies in Brazil: a spatiotemporal approach between 2000 and 2020

Eberval Marchioro ¹, Lorena Ribeiro ²

¹ Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Geografia (PPGG/UFES), Vitória (ES), Brasil. E-mail. ebervalm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0207-6087>

² Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Geografia (Graduada em Geografia), Vitória, Brasil. E-mail. lorenaribeiro112@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0619-1501>

Recebido: 22/05/2023; Aceito: 06/09/2023; Publicado: 28/09/2023

Resumo: Este artigo propõe realizar uma revisão bibliométrica da produção científica da temática voçoroca, abordando os aspectos conceituais, metodológicos, dimensionais e sua distribuição espacial no Brasil. Para tal, utilizou-se apenas o banco de dados disponível no site <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/index> na Revista Brasileira de Geomorfologia (RBG) e os trabalhos completos, resumos expandidos e simples do Simpósio Nacional de Geomorfologia (<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos>). O período de análise dos dados é para a RBG de 2003 até 2020 e para o Sinageo de 2000 até 2018. De maneira geral, a maior concentração dos trabalhos é na região Sudeste, abordando os processos hidrológicos que contribuem para a formação de voçorocas. Quanto às definições, existe uma considerável diversidade, desde aquelas que valorizam apenas o critério dimensional, a forma e dimensão juntas ou a conectividade com a rede de drenagem. Também, evidencia-se uma mudança nas técnicas de monitoramento, sendo atualmente, utilizados Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) e *Laser Scanner Terrestre* (LST) e imagens de satélites/fotografias aéreas, que por vezes são utilizadas combinadas, possibilitando conhecer a evolução espaço-temporal e, o estágio evolutivo atual das voçorocas. Por fim, os trabalhos salientam que a ocorrência das voçorocas em áreas rurais e urbanas, são oriundas do desequilíbrio do balanço entre a energia e a matéria disponível no sistema.

Palavras-chave: Geomorfologia. Erosão. Voçoroca.

Abstract: This paper proposes to carry out a bibliometric review of the scientific production on gullies, approaching conceptual, methodological, and dimensional aspects and its spatial distribution in Brazil. Therefore, the database available on the Brazilian Journal of Geomorphology (RBG, <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/index>) was used, along with the papers, expanded and simple abstracts from the National Geomorphology Symposium (SINAGEO, <http://lsie.unb.br/ugb/sinageos>). The analysis period for the RBG is from 2003 until 2020 and for the SINAGEO is from 2000 until 2018. Overall, the Southeastern region has the greater concentration of works, approaching the hydrological processes that contribute to gullying. As for the definitions, there is a considerable diversity, ranging from those that value only the dimensional criteria, the combination of shape and dimensions or the connectivity with the drainage network. A change in the monitoring techniques is evident nowadays with the use, often combined, of unmanned aerial vehicle (UAV), terrestrial laser scanning (TLS) and satellite/aerial photography, making possible to know the spatiotemporal evolution and the current evolutionary stage of the gullies. Lastly, the works point that the occurrence of gullies in rural and urban areas arise from the unbalance between the energy and matter available in the system.

Keywords: Geomorphologia. Erosion. Gully.

1. Introdução

Voçorocas são feições erosivas presentes em diferentes partes da Terra, oriundos de processos naturais, com diferentes magnitudes e frequência, resultantes de um ajuste dinâmico entre a energia e matéria disponível no sistema hidrogeomorfológico (MORGAN, 2005).

Apesar disso, a ação antrópica sobre a Terra vem contribuindo para a alteração no ajuste dinâmico entre energia e matéria disponível no sistema, corroborando para a ampliação da ocorrência de voçoroca tanto em paisagens rurais quanto nas urbanas, e no caso das paisagens urbanas, nas últimas duas décadas, tem se tornado um problema em escala mundial (WALLING, 1999; CASTILLO; GÓMEZ, 2016; ROBERTS et al., 2022).

Quanto aos fatores que contribuem para a ocorrência de voçorocas pode-se destacar aqueles associados aos aspectos naturais como a precipitação pluvial (intensidade e frequência), características do relevo (comprimento, forma, orientação e declividade entre outros), características pedológicas (textura, estrutura, densidade aparente, porosidade, permeabilidade, estabilidade de agregados, entre outros) (VIEIRA, 1978; GUERRA, 1995; PIMENTEL, 2006; MANSTRETTA, PERILLO, PICCOLO, 2023), características geológicas (lineamentos, juntas e fraturas) (DIRANE; VIEIRA, 2014; LI et al., 2022; ZHAO et al., 2022) e, também por aqueles associados à ação antrópica promovido pelas transformações no uso e cobertura da terra (práticas agrícolas sem práticas de manejo e conservação do solo, impermeabilização da terra entre outros).

Um dos primeiros estudos sobre a quantificação da erosão de voçorocas remonta à visita de Charles Lyell na Geórgia, nos Estados Unidos em 1846 quando realizou a sua descrição fisiográfica (IRELAND, 1939). Desde então, a ravina 'Lyell' foi revisitada várias vezes em trabalhos de Ireland (1939) e Horton (1945), tendo este último a denominado como *rill channel*.

De acordo com Augustin e Aranha (2006) em nível internacional, até a década de 1970 os estudos sobre voçorocas encontrava-se em estágio incipiente e, é a partir de 1970, com maior ênfase na década de 1980, que os trabalhos sobre a feição erosiva aumentaram, com destaque em ordem cronológica para os trabalhos de Tricart (1966); Young (1972); Carson e Kirkby (1972); Kirkby (1978); Imeson e Kwaad (1980), Crouch e Blong (1989), Poesen e Govers (1990); Bull e Kirkby (1997); Poesen et al. (2003); Valentin, Poesen e Yong (2005); Goudie (2006); Gómez-Gutiérrez, Schnabel e Felicísimo (2009); Gómez-Gutiérrez et al. (2012); Castillo e Gómez (2016); Vanmaercke et al. (2016, 2021). Também, Valentin, Poesen e Yong (2005), salientam que o *International Conferences: one in Leuven, Belgium e one in Chengdu, China*, colaboraram para o incremento nas publicações sobre o tema.

No Brasil, ainda segundo Augustin e Aranha (2006) as primeiras publicações específicas apareceram a partir da década de 1950 e os estudos mais sistematizados a partir da década de 1970. Desde então, está em curso um aumento das publicações sobre a temática voçoroca, envolvendo estudos de caráter morfológicos e morfométricos, hidrológicos (águas superficiais e subsuperficiais), aqueles utilizando-se de técnicas tradicionais e recentes para monitoramento da sua evolução e aqueles associados aos efeitos da ação antrópica sobre a paisagem (FIORI e SOARES, 1976; VIEIRA, 1978; FLEURY, 1983; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985; COELHO NETTO, FERNANDES e DEUS, 1988; OLIVEIRA, 1999; COELHO NETTO, 1995; PAISINI e OLIVEIRA, 2001; VRIELING, RODRIGUES e STERKET, 2005; BACELLAR, COELHO NETTO e LACERDA, 2005; DRUMOND e BACELLAR, 2006; SALGADO et al., 2008; MAGALHÃES et al., 2012; MARCHIORO, ANDRADE e OLIVEIRA, 2016; JULIAN e NUNES, 2020; LOUREIRO, GUERRA e ANDRADE, 2020), dentre tantos outros.

Neste contexto, Ab'Saber (1968), Carson e Kirkby (1972), Kirkby (1978), Imeson e Kwaad (1980), Dotterweich et al., (2012) salienta que ao longo da história geomorfológica, as voçorocas têm sido reconhecidas como um processo morfogenético que atua sobre as paisagens e, em função da atuação antrópica, têm se constituído em um dos maiores problemas de degradação ambiental. Assim, levando-se em consideração a perspectiva histórica do conhecimento da temática voçoroca, este artigo realiza uma análise bibliométrica crítica sobre a produção científica em torno do tema no Brasil, considerando as publicações na Revista Brasileira de Geomorfologia e no Simpósio Nacional de Geomorfologia.

2. Materiais e Métodos

Diante da diversidade de fontes bibliométricas existente na atualidade, para o desenvolvimento deste artigo optou-se pela Revista Brasileira de Geomorfologia (RBG), que durante o quadriênio 2013-2016 foi classificada como de *qualis* A2 e, de 2017 até 2020, como de *qualis* A1. Também, utilizou-se às publicações disponibilizadas pelo

Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo) (<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos>). O período de análise para a RBG é de 2003 a 2020 e, para o Sinageo de 2000 até 2018.

A escolha deste periódico e deste simpósio deve-se ao fato de serem as únicas fontes específicas de geomorfologia, sendo vinculadas à União de Geomorfologia Brasileira, que por sua vez, está associada à *International Association of Geomorphologists* (IAG). Contudo, salienta-se que existe uma ampla diversidade de periódicos nacionais e internacionais que também abordam a temática, mas não foram considerados neste artigo.

Para a identificação e quantificação dos artigos envolvendo a presença da temática voçoroca, inicialmente foram elencados os trabalhos com a presença dos termos voçoroca e/ou voçorocamento no título, resumo e nas palavras chaves. Uma vez identificados, foram analisados a distribuição espacial e histórica, métodos e técnicas utilizados, aspectos dimensionais e aspectos conceituais. Posteriormente, foram elaboradas análises estatísticas descritivas e confeccionados gráficos e mapas para a representação dos trabalhos no Brasil.

3. Resultados de discussão

3.1. A distribuição espacial dos estudos de voçorocas

Em relação aos estudos de voçorocas no Brasil, identificou-se na RBG o total de 10 (dez) artigos durante o período de 2003 e 2020, concentrando-se espacialmente na região na região Sudeste e na região Sul (Figura 1), sendo que a maior ocorrência das publicações aconteceu no ano de 2020 (Figura 2). Também, pode-se salientar que as instituições onde foi constatado o maior número de publicações são a Univ. Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Figura 3).

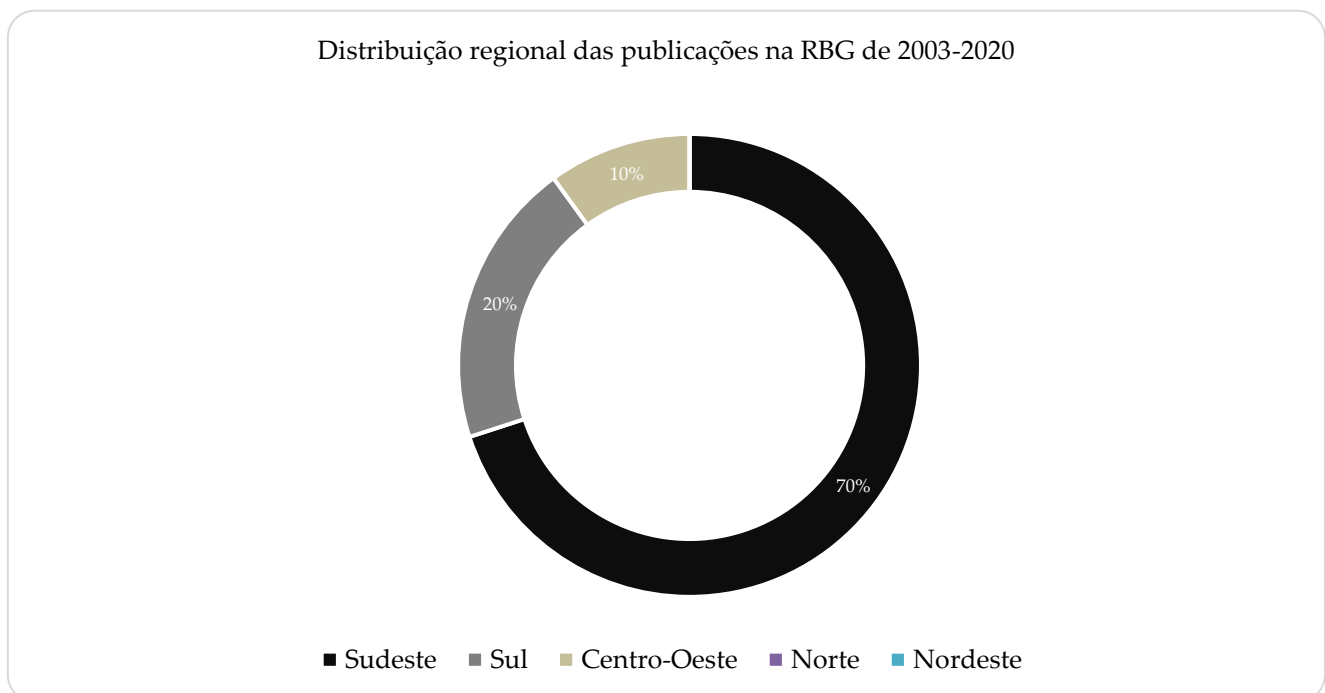


Figura 1. Distribuição espacial das publicações sobre voçorocas na RBG. Fonte: Elaborado pelos autores.

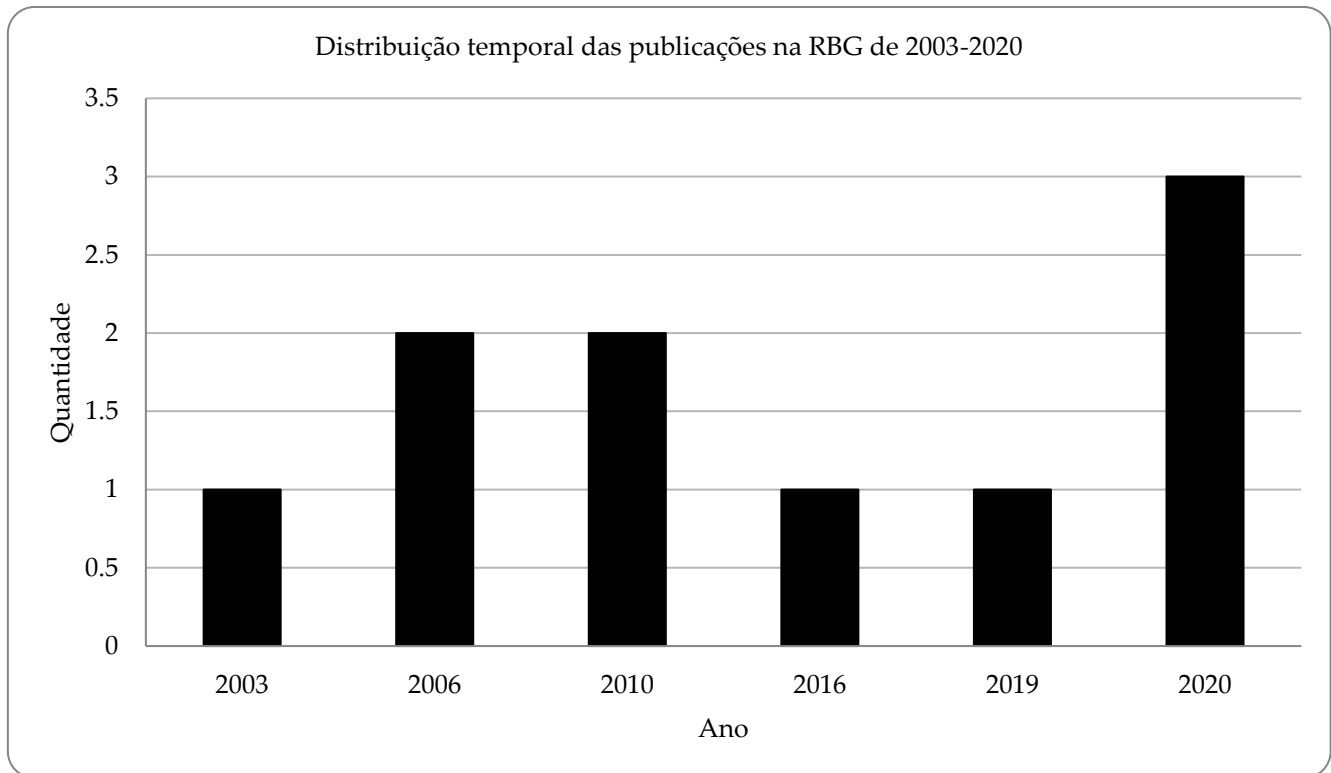


Figura 2. A distribuição temporal das publicações sobre voçorocas na RBG. Fonte: Elaborado pelos autores.

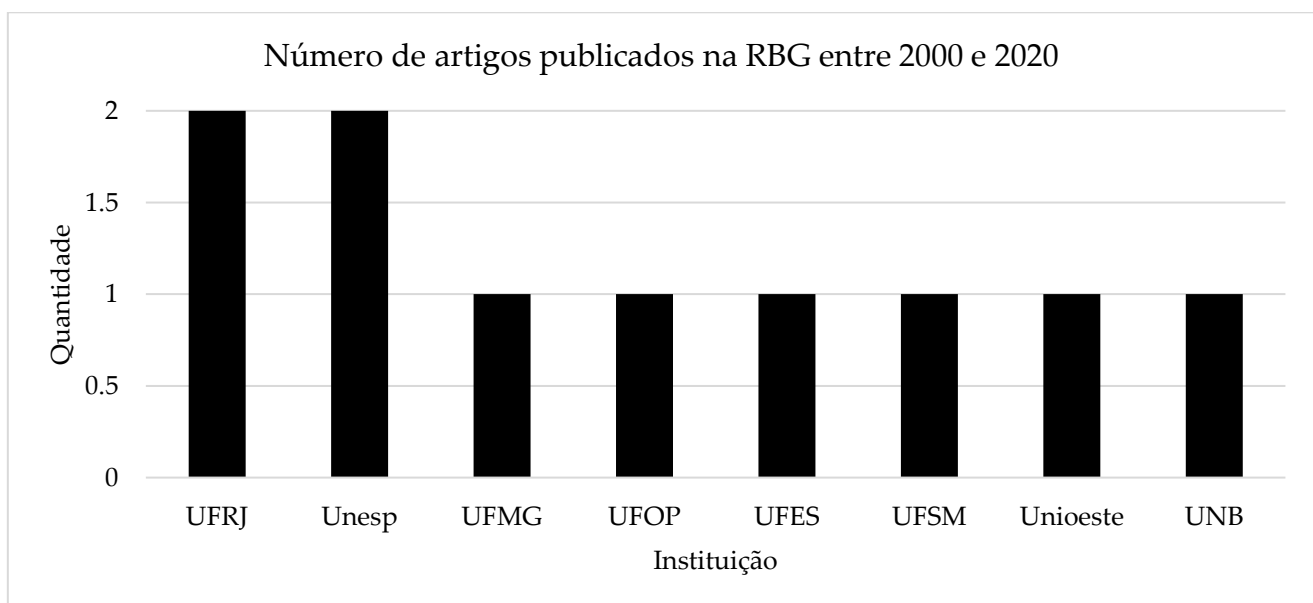


Figura 3. Instituições onde foram encontradas publicações com a temática voçoroca na RBG. Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao Sinageo, de 2000 até 2018 foram identificados 107 trabalhos com o termo voçoroca, sendo que os anos de 2000 e 2006 foram os que apresentaram o maior número de ocorrência do termo nas publicações com o assunto (Figura 4). Em relação a distribuição espacial, a maior concentração se repete na região Sudeste, seguida pela região Norte, contemplando juntas, 62,62% das publicações no Sinageo (Figura 5). É relevante destacar que conforme visto nas publicações, está ocorrendo a utilização de novas tecnologias de obtenção de dados de voçoroca, tais como Imagens de satélites, Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) e Laser Scanner Terrestre (LST), fato que permite associar técnicas com diferentes escalas espaço-temporal.

Também, a maior ocorrência de trabalhos sobre a temática na região do Sudeste brasileiro pode estar ligada ao maior investimento financeiro em pesquisas nas instituições ao longo do tempo histórico, que fortaleceram os seus grupos nas Universidades dessa região. Outro aspecto que ajudou para que ocorresse esse fortalecimento ao longo do tempo histórico, são as condições geoambientais, envolvendo precipitação pluvial, relevo, solos e uso e apropriação do espaço geográfico para diferentes fins, que podem corroborar para o avanço ou o surgimento das voçorocas, que notadamente se repercutiam sobre os espaços geográficos rurais e urbanos, exigindo por parte dos pesquisadores um desenvolvimento de pesquisa sobre a temática.

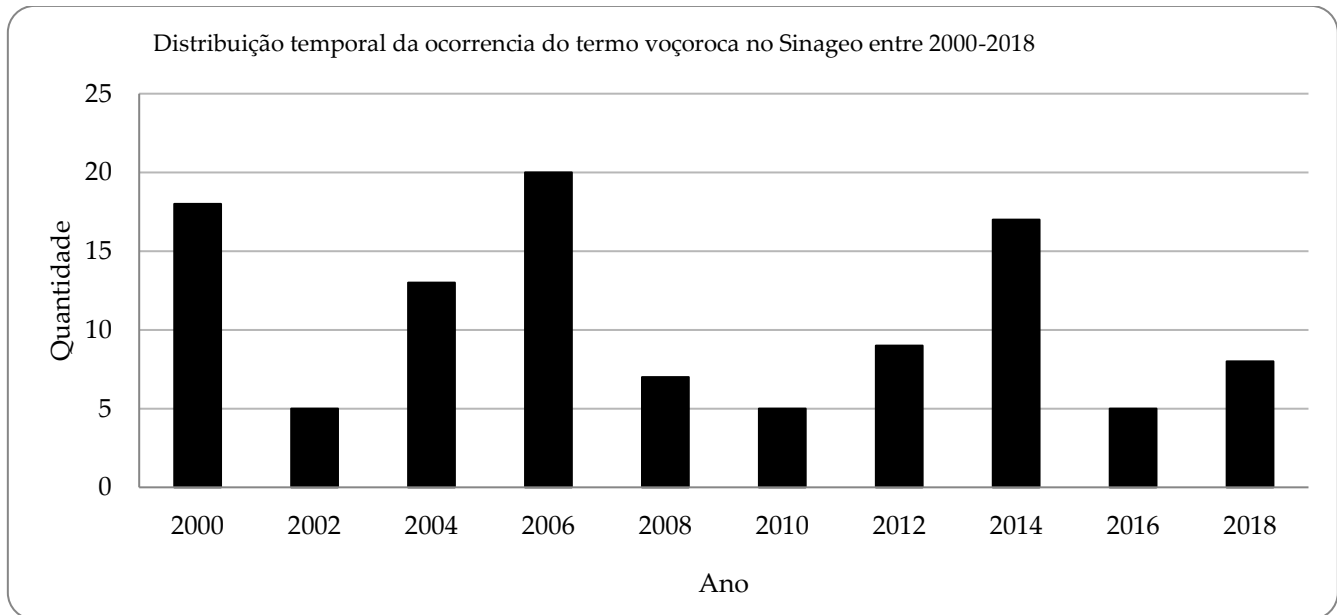


Figura 4. A distribuição temporal da ocorrência do termo voçoroca nas publicações no Sinageo. Fonte: Elaborado pelos autores.

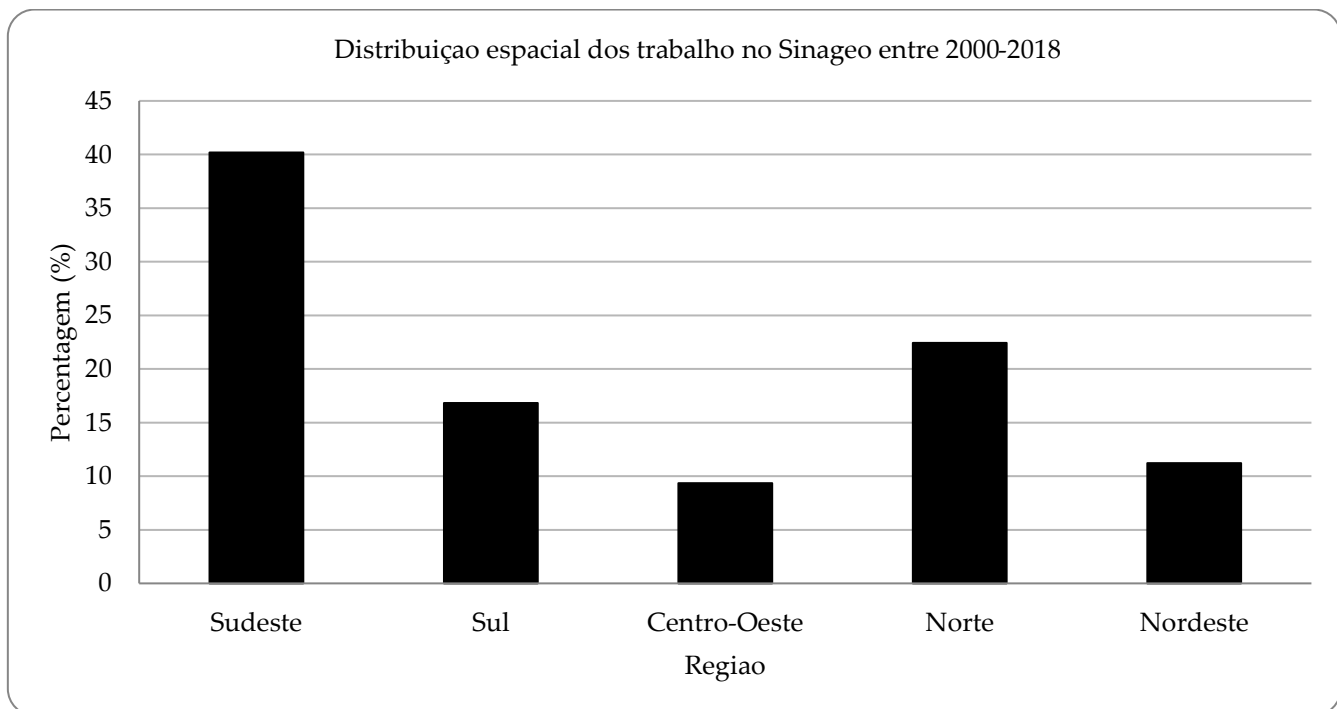


Figura 5. A distribuição espacial em percentual dos estudos sobre voçorocas no Sinageo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos espaços geográficos onde foram realizados os estudos, pode-se afirmar que em 44,86% do Sinageo e 50% dos artigos da RBG, o termo está presente em áreas de pesquisas rurais, associados à ausência de práticas de manejo e conservação do solo e a processos “naturais”. Em áreas urbanas, no Sinageo estão presentes 34,57% dos artigos e 20% na RBG, refletindo como a impermeabilização dos solos e concentração dos fluxos hidrológicos corroboram para o surgimento de voçorocas. Fato relevante mencionar que, no Sinageo, foram verificados trabalhos com a associação da atividade de mineração, enquanto mecanismo deflagrador do voçorocamento, não observado nas publicações da RBG.

3.2. A denominação de Voçoroca: da origem as suas derivações

No Brasil, o termo voçoroca é originado de boçoroca, que é oriundo do tupi-guarani: *ibi-çoroc*, onde *ibi* é terra e *çoroc* é fenda, ou rasgo ou seja, “terra rasgada”, que foi muito utilizado até o final da década de 1980 por autores como Ab’Saber (1968), Furlani (1969) e Vieira (1978), entre outros, mas que na atualidade, é pouco utilizada na comunidade científica brasileira, mesmo que, de acordo com Francisco (2018) não seja apresentada uma argumentação plausível para minimização da utilização do termo boçoroca.

Diante disto, surge um questionamento sobre os trabalhos de voçorocas no Sinageo e na RBG, os artigos apresentam alguma definição da feição erosiva?

Considerando o período analisado, o número total de artigos que apresentaram a definição adotada na publicação é de 28,03%, percentual este considerado baixo, impulsionado pelos primeiros Sinageos que contemplavam publicações na forma de resumos simples e/ou resumos expandidos que limitavam tais usos de definições. Em relação aos artigos da RBG, poucos trazem algum conceito da feição geomorfológica ou uma revisão sobre o conceito da mesma, tal como por Francisco, Nunes e Tommaselli (2010) e Marchioro, Andrade e Oliveira (2016), Julian e Nunes (2020).

As definições verificadas nos trabalho do Sinageo e da RBG contemplam em sua maioria os processos hidrológicos superficiais e subsuperficiais como importantes agentes para a formação de voçorocas, tal como: a) apresentado por Gomes et al., (2014) e de acordo com a norma NBR 6502 (ABNT, 1995, p.18), voçoroca é “uma forma erosiva, trabalhada pela erosão superficial e pelo solapamento provocado pela erosão subterrânea, em terrenos geralmente arenosos” e b) Sato et al., (2012) aborda voçorocas como sendo: “[...] erosões provocadas pela exfiltração de água subterrânea”; c) Julian e Nunes (2020) salientam que voçorocas “são ocasionadas pelo escoamento superficial concentrado até chegar ao nível do aquífero freático suspenso”, que vai de encontro ao definido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); d) Já Salgado et al. (2008) classificaram as voçorocas baseadas no critério de estarem conectadas e desconectadas da rede de drenagem; e) Dirane e Vieira (2014) definiram voçoroca como uma feição erosiva com fundo chato, dimensão superior a 1,5m de profundidade, largura e comprimento superior a 3 m.

Ocorrem também, trabalhos que destacam a importância dos lineamentos e as estruturas geológicas no processo de formação da voçoroca, como apresentado por Coelho Netto (2003); Dummer e Verdum (2016); Abreu, Vieira e Frota Filho (2012); Souza, Litholdo e Lupinacci (2018). Apesar disto, Abreu, Vieira e Frota Filho (2012) salientam que, há a necessidade do incremento de estudos que possam verificar a relação de estruturas e lineamento geológicos com voçorocas para a cidade de Manaus, fato que também pode ser incrementado em outras regiões e cidade brasileiras.

Ainda considerando as definições, naqueles artigos que não apresentaram uma definição explícita, foi possível verificar a discussão dos processos formadores das voçorocas, a partir das condições hidrogeomorfológicas em trabalhos de áreas rurais e urbanas, denotando a importância dos estudos processuais.

O uso de diferentes critérios para definir o que é uma voçoroca não é exclusividade das publicações do Sinageo e da RBG, pois em escala mundial, existem diferentes critérios para sua classificação, como apresentado por Goudie (2006) como sendo: a) o morfológico e o topográfico: paredes íngremes relativamente profundas, incisões mal vegetadas na paisagem, com uma área de captação de 10 km² ou menos; b) critérios hidrológicos superficiais e sub-superficiais (MORGAN, 2005); c) práticas agrícolas: canais com profundidade e largura que não permite a agricultura (FAO, 1965); d) instabilidade: incisões recém formadas dentro de um vale onde não existia anteriormente um canal bem definido (BETTIS III; THOMPSON, 1985).

Estas variações dos conceitos verificadas no Sinageo e na RBG podem, de maneira geral, contribuir para dificultar a categorização intra-geomorfologia e também entre as demais áreas de conhecimento científico nacional e internacional.

3.3. A dimensão das voçorocas

Considerando o critério dimensional, as áreas obtidas das voçorocas entre o conjunto dos trabalhos apresentados ao Sinageo e a RBG foi de: a) área média total foi de 7.662,05 m², b) área média mínima de 149,33 m e c) média máxima de 69.884,09 m. Diante dos dados que estão dispostos na tabela 1 e considerando as diversidades regionais de características climáticas, tectônicas, litológicas e dos regolitos, pode-se salientar que possivelmente a dimensão sozinha não seja o melhor critério para definir o que é uma voçoroca no Brasil, devido a dimensão continental do país e aos múltiplos sistemas hidrogeomorfológicos atuantes, sendo necessária a incorporação dos critérios de forma aos de processos hidrogeomorfológicos para melhor definição.

Tabela 1. Profundidade, largura, comprimento e dimensão dos trabalhos do Sinageo e da RBG sobre de voçorocas.

Parâmetro	Dimensão (m)	Fonte
Profundidade mínima	2,00	(MASCARELLO; CAMARGO FILHO, 2006)
Profundidade máxima	40,00	(COSTA et al., 2018)
Profundidade media	9,07	*
Largura mínima	2,50	(MASCARELLO; CAMARGO, 2006)
Largura máxima	72,59	(CABRAL; NUMMER; BETEIRA, 2020)
Largura media	23,28	*
Comprimento mínimo	42,00	(VIEIRA; MOLINARI; MUNIZ, 2004)
Comprimento máximo	1.200,00	(BESERRA NETA; TAVARES JUNIOR; COSTA 2014)
Comprimento médio	276,03	*
Área total mínima	149,33	(VIEIRA; MOLINARI; MUNIZ, 2004)
Área total máxima	69.884,80	(CABRAL; NUMMER; BETEIRA, 2020)
Área total media	7.662,05	*

Obs: Elaborado pelos autores. * Os valores médios foram obtidos a partir das publicações no Sinageo e RBG.

Na busca de aprimorar o conceito e no intuito de considerar aspectos morfológicos para definição de voçoroca, Oliveira e Braga (2008) coadunam com a abordagem, em que salientam que a voçoroca consiste em uma feição relativamente permanente na vertente, possuindo paredes profundas e íngremes e, em geral, com o fundo chato. Vieira (2008) salienta que “voçoroca é uma feição erosiva que apresenta fundo chato, com dimensão superior a 1,5m de profundidade, possuindo largura e comprimento superior a 3m.

Quando se compara os conceitos encontrados no Sinageo e na RBG com o que é verificado em nível mundial, pode-se afirmar que também não há consenso dimensional para definir uma voçoroca, pois Poesen et al. (2003) aponta que voçoroca é uma feição com uma área mínima de 1m², sem estabelecer largura e profundidade mínima; já para Heede (1970) e Imeson e Kwaad (1980) as voçorocas podem ser de 50 cm de largura e profundidade; para a Fao (1965), as voçorocas são feições erosivas que não podem ser obliteradas pela ação humana, nem por uso de máquinas, indicando uma pequena dimensão, sem determiná-la.

As dimensões das voçorocas obtidas através dos trabalhos do Sinageo e da RBG suscitam questionamentos para as possíveis reflexões: a) é possível considerar o critério dimensional em regiões com distintos regolitos como fator determinante para definição do que seja voçoroca?; b) é possível incorporar características regionais dos regolitos para definição de voçoroca a partir de critérios dimensionais?; c) Existem dados suficientes de voçorocas no Brasil, que permitam estabelecer uma dimensão média para o país ou por Região geográfica?; d) é possível comparar a dimensão das voçorocas brasileiras para com as diferentes regiões do globo, sem levar em consideração as suas particularidades climáticas, geomorfológicas, tectônicas e pedológicas?

Com o exposto, parece necessário reagrupar e/ou ampliar os esforços da comunidade geomorfológica e de áreas afins, na busca de um critério com rigor científico capaz de minimizar as nuances do conceito para diferentes áreas das geociências e para diferentes partes do planeta e, assim, a partir destas reflexões, aproximar-se ao conceito “dito” “universal”, mas é possível?

3.4. Métodos e Técnicas utilizados ao longo do tempo

Não obstante a evolução do conhecimento científico e dos meios técnicos científicos informacionais, esse tópico busca retratar as transformações que aconteceram nas técnicas de monitoramento da feição voçorocas ao longo do tempo.

De maneira geral, os trabalhos de monitoramento de voçorocas publicados no Sinageo e na RBG utilizaram-se de estacas ou pinos de erosão, de fotografias aéreas, imagens de satélites, Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant), *Laser Scanner Terrestre* (LST). Também, foram verificados estudos que buscaram compreender o processo formado por meio de *GeoRadar* ou *Ground Penetrating Radar* (GPR) e piezômetros e aqueles por condicionantes morfométricas para sua ocorrência.

Na RBG e no Sinageo, os trabalhos utilizando-se da técnica de estacas ou pinos de erosão são distribuídos em sua maioria pelo Sudeste, Nordeste e Sul, tal como de Francisco, Nunes e Tommaselli (2010), Loureiro e Guerra (2012), Viana e Bezerra (2018). A utilização desta técnica, em grande medida, é devido ao seu baixo custo e o seu potencial para o monitoramento geoespacial da evolução da feição erosiva. Contudo, a necessidade de ida a campo continuamente para obtenção dos dados, ao longo do tempo pode se tornar uma tarefa hercúlea, fato que limita o período de monitoramento a alguns poucos anos. Outro aspecto salientado por Loureiro, Guerra e Andrade (2020) é que os monitoramentos de voçorocas por pinos de erosão carecem de uma elevada densidade de pontos para capturar de forma mais precisa a variabilidade espacial das feições, bem como um tempo elevado de monitoramento para gerar extrapolações mais confiáveis.

Os trabalhos utilizando-se de fotografias aéreas, como os conduzidos por Drumond e Bacellar (2006), Oliveira e Braga (2008), Leal et al., (2008), Salgado et al. (2008), Nascimento et al. (2012), Marchioro, Andrade e Oliveira (2016), demonstram a relevância da utilização de fotografias aéreas e imagens de satélites para elaborar a avaliação evolutiva das voçorocas estudadas, pois este tipo de fotointerpretação permite conhecer a forma e dimensão das feições ao longo de até 50 anos ou mais, a depender da disponibilidade das fotografias ou imagens de satélite. No entanto, é importante salientar que por vezes existe o inconveniente das imagens não possuírem a mesma resolução espacial e a mesma temporalidade, podendo em alguns casos, exigir investimentos elevados por conta da sua resolução espacial.

Buscando conhecer o mecanismo formador das voçorocas, Augustin e Aranha (2006) utilizaram o *GeoRadar* ou *Ground Penetrating Radar* (GPR) para estudarem alguns tipos de *pipes* e sua associação com as voçorocas, destacando uma técnica de monitoramento de mecanismo deflagrador de voçorocas, que corrobora para o estudo dos elementos atuantes no processo de gênese da feição. Já trabalhos como de Coelho Netto (2003), que visou compreender a natureza dos processos geomorfológicos responsáveis pelas voçorocas e, de Pinto et al. (2008) utilizaram-se de modelos digitais de terreno de parâmetros morfométricos e/ou mapas de fluxo acumulados para a detecção de áreas suscetíveis à ocorrência de voçorocas.

Outros trabalhos como Loureiro, Guerra e Andrade (2020), apresentaram os potenciais metodológicos e analíticos para o monitoramento de voçoroca por meio de *Laser Scanner Terrestre* (LST) combinado ao imageamento por VANT, para monitorar e diagnosticar a erosão por voçorocas. Já Cabral, Nummer e Bateira (2020), lançaram mão do uso combinado de imagens de Radar e imagens de satélite WorldView-2 para classificar a forma e a obtenção de parâmetros morfométricos. Por sua vez, Julian e Nunes (2020) utilizaram veículo aéreo não tripulado para calcular o volume da perda de solo na voçoroca.

Considerando a amplitude de materiais e métodos verificados nos estudos de voçorocas no período analisado, salienta-se que sempre que possível, deve-se combinar observações de campo detalhadas, baseado em técnicas contemporâneas e datações para reconstruir as condições que levam à incisão, desenvolvimento e preenchimento das voçorocas, fato este também salientado por Poesen (2011), Torri e Poesen (2014).

A análise dos textos para elaboração deste trabalho, indica a quase ausência de artigos que tratam do preenchimento das voçorocas e, muitos, que buscam compreender o seu desenvolvimento. O trabalho de Biffi e Paisani (2019) é um dos raros a determinar as propriedades micromorfológicas dos depósitos de colúvio-alúvio que colmataram paleovoçorocas estabelecidas nas superfícies de cimeira de Pinhão/Guarapuava, sugerindo, que na colmatação das paleovoçorocas houve fluxos com diferentes concentrações de sedimentos no processo deposicional. Outro trabalho nessa linha é o de Salgado et al. (2008), em que foram analisadas propriedades físicas das coberturas sedimentares/pedológicas associadas à ocorrência de voçorocas.

A respeito do tempo empregado no monitoramento de voçorocas, em curto prazo, revela as taxas de recuo momentâneas e, estas, podem ser significativamente distintas das taxas que seriam observadas em longo prazo,

por meio, por exemplo, de imagens de satélites. Portanto, justificando, dessa forma, a combinação de métodos e técnicas de pesquisa para escalas temporais diferentes, sobretudo para monitoramentos espaço-temporais mais amplos.

Assim, considerando a diversidade de métodos e técnicas (Tabela 2) verificadas ao longo do Sinageo e da RBG, pode-se salientar que esses estudos detalhados sobre voçorocas ao longo do tempo são cruciais, não apenas para reconstruir o passado, mas aprender com ele, visando o momento atual e o futuro do conhecimento científico.

Tabela 2. Proposta de relação entre técnicas, escala temporal, investimentos, resolução e abrangência espacial para monitoramento de voçorocas, levando-se em consideração a leitura dos trabalhos do Sinageo e RBG.

Método/técnica	Escala temporal	Investimento	Resolução espacial	Abrangência espacial
Estacas e pinos de erosão	Tempo atual (meses e alguns poucos anos)	Baixo	-	Encostas
Fotografias aéreas	Tempo histórico (dependente da disponibilidade)	Variável a depender da resolução	Variável	Bacia hidrográficas
Imagens de satélites	Tempo histórico (dependente da disponibilidade)	Variável a depender da resolução	Variável	Bacias hidrográficas
Veículo Aéreo não tripulado (Vant)	Tempo atual (meses e alguns poucos anos)	Elevado	Elevada	Bacias hidrográficas e encostas
Laser Scanner Terrestre (LST)	Tempo atual (meses e alguns poucos anos)	Elevado	Elevada	Encostas

Obs: tabela elaborada pelos autores a partir dos manuscritos do Sinageo e RBG.

4. Considerações finais

Considerando o processo evolutivo e os mecanismos causadores das voçorocas, torna-se salutar e quando possível, a utilização de diferentes métodos científicos informacionais, que corroborem para que os estudos possam ser desenvolvidos com diferentes escalas espaço-temporais, permitindo o conhecimento e avaliação das características ao longo do tempo histórico e atual.

O desenvolvimento e intensificação de agricultura sem práticas de manejo e conservação e a urbanização em suas diferentes fases, corroboraram para o surgimento e/ou ampliação das voçorocas, uma vez que desequilibraram o balanço energético entre a erosividade e a resistência dos regolitos à erosão.

De maneira geral os trabalhos publicados na RBG e no Sinageo valorizam o mecanismo formador e o processo evolutivo, estando associados a processos hidrológicos superficiais e sub-superficiais, mas ainda são escassos os trabalhos que buscam avaliar o processo de preenchimento, fato que pode contribuir para os futuros trabalhos sobre a temática.

Por fim, torna-se relevante, a criação de uma rede de pesquisa sobre voçorocas no Brasil, capaz de fornecer subsídios e trocas de experiências com base nos estudos de caso em diferentes porções do território brasileiro, capaz de aprimorar e/ou ampliar a rede de monitoramento e o conhecimento sobre o tema.

Financiamento: Bolsa de Iniciação Científica da Conselho Nacional de Ensino e Pesquisa (CNPq), universitária da UFES.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Contribuições dos autores: E.M. (concepção, metodologia, investigação, visualização, redação supervisão-edição, análise formal); L.R. (metodologia, curadoria de dados, visualização, investigação).

Referências

1. ABREU, N. R. P.; VIEIRA, A. F. G.; FROTA FILHO, A. B. A relação do controle estrutural com processos de voçorocamentos em Manaus (AM): Uma análise preliminar. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 9., 2012. Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/anais.html>>. Acesso em: 20 jul. 2023.
2. AB'SABER, A. N. As voçorocas de Franca. **Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca**, v. 1, p. 05-27, 1968.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Rochas e Solos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1995. 18p.
4. AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. A ocorrência de Voçorocas em Gouveia, MG: Características e Processos Associados. **Revista Geonomos**, v. 14, n.2, p. 75–86, 2006. DOI: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v14i2.112>. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11541>>. Acesso em: 15 mar. 2022.
5. BACELLAR, L. D. A. P.; COELHO NETTO, A. L.; LACERDA, W. A. Controlling factors of gullying in the Maracujá Catchment, southeastern Brazil. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 30, n. 11, p. 1369–1385, 2005. DOI: 10.1002/esp.1193.
6. BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JUNIOR, S. S.; LIMA DA COSTA, M. Vulnerabilidade física do solo na Serra do Tepequém-RR: análise da atividade erosiva linear. In: X Simpósio Nacional de Geomorfologia – Geomorfologia, Ambiente e Sustentabilidade, Manaus-AM: 2014. **Anais....** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2014/anais.html>>. Acesso em: 14 fev 2022.
7. BETTIS III, E. A.; THOMPSON, D. M. Gully erosion. **Rangelands Archives**, v. 7, n. 2, p. 70-72, 1985. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=BETTIS+III%2C+E.+A.%3B+THOMPSON%2C+D.+M.+Gully+erosion.+1985.&btnG=>>. Acesso em: 09 mar. 2022.
8. BIFFI, V. H. R.; PAISANI, J. C. Micromorfologia de colúvio-alúvios em paleovoçorocas colmatadas nas superfícies de Cimeira de Pinhão/Guarapuava e Palmas/Çaçador – Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 20, n. 4, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i4.1642. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1642>>. Acesso em: 17 mar. 2022
9. BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 3., 1985, Maringá. **Anais...** Curitiba: Livro Guia ABGE/ADEA. 1985. 332p.
10. BULL, L. J.; KIRKBY, M. J. Gully processes and modeling. **Progress in Physical Geography**, v. 21, n. 3, p. 354–374, 1997. DOI: 10.1177/030913339702100302. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/030913339702100302>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
11. CABRAL, T. L.; NUMMER, A. V.; BATEIRA, C. V. M. Indicadores morfométricos como suporte para a classificação de voçorocas em sub-bacias hidrográficas no município de Cacequi, RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 21, n. 1, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i1.1670. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1670>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
12. CARSON, M. A.; KIRKBY, M. J. **Hillslope Form and Process**. Cambridge University Press, 475p., 1972.
13. CASTILLO, C.; GÓMEZ, J. A. A century of gully erosion research: Urgency, complexity and study approaches. **Earth-Science Reviews**, v. 160, p. 300–319, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.07.009>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825216301842>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
14. COELHO NETTO, A. L. Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2003. DOI: 10.20502/rbg.v4i2.25. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/25>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
15. COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Eds.). **Geomorfologia - Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 9-148.
16. COELHO NETTO, A.L.; FERNANDES, N.F.; DEUS, C.E. Gullying in the southeastern Brazilian Plateau, Bananal, SP. In: **Sediment Budgets**, Edited by BORDAS, M. R.; WALLING, D. E.; IAHS: [s.l.]. n.174, p. 35-42, 1988. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237687502_Gullying_in_the_southeastern_Brazilian_Plateau_Bananal_SP>. Acesso em: 17 mar. 2022.
17. COSTA, D. F. C.; LOBATO, A. A. C. L.; ALVAREZ, W.P.A.; SANTOS, T. S. Susceptibilidade erosiva em bacia hidrográfica na Amazônica: da exploração da paisagem ao soterramento de nascentes na microbacia do Jarauau em Brasil Novo – Pará. In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 12., 2018, Crato. **Anais....** Disponível em: <<https://www.sinageo.org.br/2018/anais.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.
18. CROUCH, R. J.; BLONG, R. S. Gully, sidewall classification: methods and applications. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v. 33, n. 3, p. 291–305, 1989. DOI: 10.1127/zfg/33/1989/29. Disponível em:

- <https://www.schweizerbart.de/papers/zfg/detail/33/98745/Gully_sidewall_classification_methods_and_applications>. Acesso em: 17 mar. 2022.
19. DIRANE, A. C. M.; VIEIRA, A. F. S. G. Mapeamento das Incisões Erosivas do Tipo Voçoroca na Rodovia AM-010 Manaus-Itacoatiara. In: X Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 10., 2014, Manaus. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2014/anais.html>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
 20. DOTTERWEICH, M.; RODZIK, J.; ZGŁOBICKI, W.; SCHMITT, A.; SCHMIDTCHEN, G.; BORK, H. R. High resolution gully erosion and sedimentation processes, and land use changes since the Bronze Age and future trajectories in the Kazimierz Dolny area (Nałęczów Plateau, SE-Poland). **Catena**, v. 95, p. 50–62, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.03.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816212000562?via%3Dihub>. Acesso em: 26 fev. 2022.
 21. DRUMOND, F. N.; BACELLAR, L. D. A. P. Caracterização Hidrossedimentológica e dos Processos Evolutivos de Voçoroca em Área de Rochas Gnáissicas do Alto Rio das Velhas (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2006. DOI: 10.20502/rbg.v7i2.81.
 22. DUMMER, J.; VERDUM, R. Estudo dos mecanismos atuantes nos processos erosivos lineares no Município de Chuvisca, Rs. In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Maringá-PR: 2016. **Anais...** Disponível em: <www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/1/1-107-1586.html>. Acesso em: 20 jul. 2023.
 23. EUSTACE, A. H.; PRINGLE, M. J.; DENHAM, R. J. A risk map for gully locations in central Queensland, Australia. **European Journal of Soil Science**, v. 62, n. 3, p. 431–441, 1 jun. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2011.01375.x>. Disponível em: <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2389.2011.01375.x>. Acesso em: 20 jul. 2023.
 24. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of food and agriculture: Review of the Second Post War Decade**. Rome (Italy), 1965. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/ap653e/ap653e.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2022.
 25. FIORI, L.; SOARES, A. Aspectos relativos das voçorocas. **Notícias Geomorfológicas**. Campinas, v. 32, p. 40–48, 1976.
 26. FLEURY, J. M. Voçorocas: origem e métodos de contenção. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 3, n. 1, p. 2001–214, 1983. DOI: 10.5216/bgg.v3i1.4304. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/4304>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
 27. FRANCISCO, A. Boçoroca ou Voçoroca: os conceitos para uma forma erosiva. In: 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 16. 2018, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.schenautomacao.com.br/cbge/anais/trabalhos.php?>>. Acesso em: 25 fev. 2022.
 28. FRANCISCO, A. B.; NUNES, J. O. R.; TOMMASELLI, J. T. G. A dinâmica espaço-temporal do processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia-SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 11, n. 1, 2010. DOI: 10.20502/rbg.v11i1.141. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/141>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
 29. FURLANI, G. M. As boçorocas de Casa Branca e seu significado geomorfológico. **Geomorfologia**, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, p. 12–15, 1969.
 30. GOMES, R. et al. O Trabalho de campo e a aplicação do conhecimento: um estudo de caso em voçorocas na área urbana de Teófilo Otoni, Minas Gerais. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 10., 2014, Manaus. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2014/anais.html>>. Acesso em: 28 fev. 2022.
 31. GÓMEZ-GUTIÉRREZ, A.; SCHNABEL, S.; DE SANJOSÉ, J. J.; CONTADOR, F. L. Exploring the relationships between gully erosion and hydrology in rangelands of SW Spain. **Zeitschrift fuer Geomorphologie, Supplementary Issues**, v. 56, n. 1, p. 27–44, 2012. DOI:10.1127/0372-8854/2012/S-00071.
 32. GÓMEZ-GUTIÉRREZ, A. G.; SCHNABEL, S.; FELICÍSIMO, Á. M. Modeling the occurrence of gullies in rangelands of southwest Spain. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 34, n. 14, p. 1894–1902, 2009. <https://doi.org/10.1002/esp.1881>
 33. GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. 2ª Ed. New York: Taylor & Francis, 2006.
 34. GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. (Eds.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 149–209.
 35. HEEDE, B. H. Morphology of gullies in the Colorado Rocky Mountains. **International Association of Scientific Hydrology Bulletin**, v. 15, n. 2, p. 79–89, 1970. DOI: 10.1080/02626667009493955. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02626667009493955>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
 36. HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275–370, 1945. DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2). Disponível em: <<https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/56/3/275/4075/EROSIONAL-DEVELOPMENT-OF-STREAMS-AND-THEIR>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
 37. IMESON, A. C.; KWAAD, F. J. P. M. G. Gully types and gully prediction. **Geografisch Tijdschrift**, v. 14, n. 5, p. 430–441, 1980. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19811963791>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

38. IRELAND, H. A. "Lyell" gully, a record of a century of erosion. **The Journal of Geology**, v. 47, n. 1, p. 47–63, 1939, 47–63. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/30070565>>. Acesso em: 15 mar. 2022.
39. JULIAN, C.; NUNES, J. O. R. Uso de vant e geoprocessamento para cálculo de solo erodido em voçoroca localizada no distrito de Amadeu Amaral. Marília/SP - Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 21, n. 4, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i4.1818. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1818>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
40. KIRKBY, M. J. Hydrology slope. New York: John Wiley & Sons Ltda, v. 3, n. 3, 1978.
41. LEAL, P. C. B.; SILVA, A. H.; PINESE JÚNIOR, J. F.; ANDRADE, I. F.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento e análise espaço-temporal de evolução de voçoroca no período entre 1979, 1997 e 2004. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 7., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos/detalhe/8>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
42. LI, J.; DENG, Y.; DUAN, X.; CAI, C.; DING, S. Does joint structure promote the development of gully erosion? **CATENA**, v. 214, p. 106233, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106233>>. Acesso em: 20 jul. 2023.
43. LOUREIRO, H. A. S.; GUERRA, A. J. T. Monitoramento de voçorocas: adaptações metodológicas no uso de estacas e pinos de erosão autores. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/anais.html>>. Acesso em: 23 fev. 2022.
44. LOUREIRO, H. A. S.; GUERRA, A. J.; ANDRADE, A. G. Contribuição ao estudo de voçorocas a partir do uso experimental de laser scanner terrestre e vant. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 21, n. 4, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i4.1880. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1880>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
45. MAGALHÃES, R. C.; VIEIRA, A. F. S.; AQUINO, R. N. A.; GLÓRIA, S. A.; CAVALCANTE, D. G. Monitoramento e caracterização de duas voçorocas no bairro Vila Buriti, Manaus (AM). **Revista Geonorte**, [S. l.], v. 3, n. 10, p. 84–100, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1131>>. Acesso em: 18 mar. 2022.
46. MARCHIORO, E.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, J. C. Evolução espaço-temporal de voçorocas no Espírito Santo: estudo de caso nos municípios de Afonso Cláudio. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 17, n. 1, 2016. DOI: 10.20502/rbg.v17i1.712. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/712>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
47. MANSTRETTA, G. M. M.; PERILLO, G. M. E.; PICCOLO, M. C. Gully development on the foredune of Pehuén Co (SW Buenos Aires Province, Argentina) and its relationship with rainfall and human activities. **Ocean & Coastal Management**, v. 242, p. 106678, ago. 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4330065>>. Acesso em 20 jul. 2023.
48. MASCARELLO, L. V.; CAMARGO FILHO, M. Caracterização de cone de dejeção associado à erosão em voçoroca com caráter ocorrente descontínuo em encosta: a encosta Guairacá, Guarapuava (PR) – Brasil. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, 2006. **Anais...** Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos/detalhe/2>>. Acesso em: 10 set. 2022.
49. MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. 3ª Ed. Oxford: Blackwell Publishing company, 2005, 316p.
50. NASCIMENTO, E. C.; NETA, L. C. B.; JUNIOR, S. S. T. CAVALCANTE, J. A. Erosões no topo da Serra do Tepequém-RR. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rio de Janeiro/RJ: 2012. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/anais.html>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
51. OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Eds.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57–99.
52. OLIVEIRA, C. V.; BRAGA, L. T. P. O Uso do Solo como Intensificador dos Processos de Voçorocamento em Cachoeira do Campo - MG. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 7., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos/detalhe/8>>. Acesso em: 25 fev. 2022.
53. PAISINI, J. C.; OLIVEIRA, M. A. Desenvolvimento de incisão erosiva (voçoroca) descontínua e desconectadas da rede hidrográfica em área de cabeceira de drenagem: o caso da colônia Quero-Quero (Palmeira/PR). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n.1, p. 51–58, 2001. Disponível em: <<https://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/10444>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
54. PIMENTEL, D. Soil erosion: A food and environmental threat. **Environment, Development and Sustainability**, v. 8, p. 119–137, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-005-1262-8>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-005-1262-8#citeas>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
55. PINTO, S. T.; LOPES, C. F.; PEIXOTO, M. N. O.; MOURA, J. M. R. S.; PEREIRA, J. A. Análise de Condicionantes Morfométricos na Ocorrência de Feições Erosivas Lineares Desconectadas, Município de Volta Redonda (RJ). In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 7., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos/detalhe/8>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
56. POESEN, J. Challenges in gully erosion research. **Landform analysis**, v. 17, p. 5–9, 2011. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.baztech-article-BUJ5-0051-0046>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

57. POESEN, J.; GOVERS, G. Gully erosion in the loam belt of Belgium: typology and control measures. In: BOARDMAN, J.; FOSTER, D. L.; DEARING, J. A. (Eds.). **Soil Erosion on Agricultural Land**. UK: Wisley, 1990. p. 513–530. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/233426030_Gully_Erosion_in_the_Loam_Belt_of_Belgium_-_Typology_and_Control_Measures>. Acesso em: 17 mar. 2022.
58. POESEN, J.; NACHTERGAELE, J.; VERSTRAETEN, G.; VALENTIN, C. Gully erosion and environmental change: Importance and research needs. **Catena**, v. 50, n. 2–4, p. 91–133, 2003. DOI: 10.1016/S0341-8162(02)00143-1. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816202001431>>. Acesso em: 10 mar. 2022.
59. ROBERTS, M. E.; BURROWS, R. M.; THWAITES, R. N.; HAMILTON, D. P. Modelling classical gullies – A review. **Geomorphology**, v. 407, p. 108216, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108216>>. Acesso em: 20 jul. 2023.
60. SALGADO, C. M.; SILVA, T. P.; PEIXOTO, M. N. O.; MOURA, J. R. S. Análise Espaço-Temporal da Erosão Linear no Médio-Baixo Vale do Ribeirão do Secretário (Paty do Alferes/RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2008. DOI: 10.20502/rbg.v9i1.103. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/103>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
61. SATO, A. M.; FACADIO, A. C. C.; SILVA, A. P. A.; COELHO NETTO, A. L.; AVELAR, A. S. Relação entre a implantação de plantios de eucalipto e o desenvolvimento de voçorocas: bacia do rio Sesmaria, Médio Vale do rio Paraíba do Sul. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/anais.html>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
62. SOUZA, T. A.; LITHOLDO, K.; LUPINACCI, C. M. Análise integrada de feições erosivas lineares e Depositionais na Depressão Periférica Paulista-o caso da alta bacia do rio Passa Cinco (SP). In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 12., 2018, Crato-CE. **Anais...** Disponível em: <<https://www.sinageo.org.br/2018/anais.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.
63. TORRI, D.; POESEN, J. A review of topographic threshold conditions for gully head development in different environments. **Earth-Science Reviews**, v. 130, p. 73–85, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.12.006>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825213002213>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
64. TRICART, J. As descontinuidades nos fenômenos de erosão. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 6, n.12, p. 3–14, 1966.
65. VALENTIN, C.; POESEN, J.; YONG, L. Gully erosion: Impacts, factors and control. **Catena**, v. 63, n. 2–3, p. 132–153, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.06.001>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816205000883>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
66. VANMAERCKE, M. et al. How fast do the gully headcuts retreat? **Earth-Science Reviews**, v. 154, p. 336–355, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.01.009>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825216300083>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
67. VANMAERCKE, M. et al. Measuring, modeling and managing gully erosion at large scales: A state of the art. **Earth-Science Reviews**, v. 218, 1 jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103637>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825221001379>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
68. VIANA, J. D.; BEZERRA, J. F. R. Diagnóstico de erosões urbanas no bairro Araçagy em São José de Ribamar-MA. In: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 12., 2018, Crato. **Anais...** Disponível em: <<https://www.sinageo.org.br/2018/anais.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.
69. VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbanos-ambientais**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008, 310p.
70. VIEIRA, N. M. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Franca, SP**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de São Paulo, Franca, 1978, 226.
71. VIEIRA, A. F. S. G.; ABREU, N. R. P. Histórico das voçorocas em Manaus - Amazonas-Brasil Resultado e discussão. In: X Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo), 10., 2014, Manaus. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2014/anais.html>>. Acesso em: 28 fev. 2022.
72. VIEIRA, A. F. G.; MOLINARI, D. C.; MUNIZ, L. S. Caracterização geral das voçorocas do Cirnam: Manaus – AM. In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia, 05, 2004. Rio Grande do Sul. **Anais...** Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageos>>. Acesso em: 10 set. 2022.
73. VRIELING, A.; RODRIGUES, C. S.; STERK, G. Evaluating erosion from Space: a Case Study Near Uberlândia. **Sociedade & Natureza, Uberlândia**, v. Especial, n. 1, p. 683–696, 2005. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9777?articlesBySameAuthorPage=2>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

74. WALLING, D. E. Linking land use, erosion and sediment yields in river basins. **Hydrobiologia**, v. 410, p. 223–240, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1003825813091>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1003825813091#citeas>>. Acesso em: 17 mar. 2022.
75. YOUNG, A. *Slope*. Logman (Ed). Londres, 160p, 1972.
76. ZHAO, Y. et al. Influence of geological conditions on gully distribution in the Dry-hot Valley, SW China. **CATENA**, v. 214, p. 106274, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106274>



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.