

PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA NA REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA E NO SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Gisele Barbosa dos Santos¹
Alice Tavares Vieira²

Resumo: Diante do potencial cárstico nacional, a pesquisa geomorfológica abre um leque de discussões epistemológicas sobre litologia, patrimônio geológico e geomorfológico. Além dessas, destacam-se reflexões ligadas à sensibilidade, vulnerabilidade e potencial em recursos minerais. O objetivo deste trabalho é compreender os caminhos investigativos da geomorfologia cárstica brasileira a partir de publicações entre 2000 e 2021 da Revista Brasileira de Geomorfologia e entre 2012 e 2021 do Simpósio Nacional de Geomorfologia. No total, identificamos 54 trabalhos cuja análise revelou a escassez de estudos sobre tal objeto em relação às demais temáticas da geomorfologia. Destaca-se a contribuição das instituições mineiras, o número elevado de trabalhos no contexto litoestratigráfico do Grupo Bambuí, a grande adesão de estudos do endocarste e uma tendência de crescimento nas pesquisas em áreas não carbonáticas. Ressalta-se uma predominância de estudos sobre processos e formação do relevo cárstico em detrimento de investigações geomorfológicas voltadas para o planejamento das áreas cársticas.

Palavras-chave: Produção científica; Bibliografia Cárstica; Rochas Carbonáticas; Processos de Dissolução.

SCIENTIFIC PRODUCTION ON KART GEOMORPHOLOGY IN THE BRAZILIAN JOURNAL OF GEOMORPHOLOGY AND AT THE NATIONAL GEOMORPHOLOGY SYMPOSIUM

Abstract: The exploration of national karstic potential triggers epistemological discussions on lithology, geological heritage, vulnerability, and mineral resources. This study aims to understand Brazilian Karstic Geomorphology's investigative approaches using publications from the Brazilian Journal of Geomorphology (2000-2021) and the National Symposium of Geomorphology (2012-2021). A total of 54 works were analyzed, revealing fewer publications compared to other geomorphology topics. Noteworthy are contributions from mining institutions, increased research on the Bambui Group's lithostratigraphic context, focus on endokarst, and growing studies on non-carbonate areas. However, studies on karstic relief processes prevail,

¹ Professora Adjunta do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Email: barbosadossantosgisele@gmail.com

² Graduada em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Email: tavaresvalice@gmail.com

overshadowing applied geomorphological research for sustainable land use and development. The need to balance fundamental understanding with practical applications in karstic areas becomes evident, emphasizing the broader significance of this research.

Keywords: Scientific Work; Karstic Bibliography, Carbonatic Rocks; Dissolution Processes.

INTRODUÇÃO

O termo carste decorre de seu correlato em linguagem germânica, *Karst*, popularizado pelos estudos do geógrafo sérvio Jovan Cvijić (TRAVASSOS, 2019). Segundo Travassos (2019), *Das Karstphänomen* (1893) abriga o resultado dos estudos realizados na região do Planalto de *Kras*, situado em território esloveno e italiano. A partir de então, “carste” foi adotado para denominar paisagens semelhantes encontradas em diversas regiões do mundo (HARDT; FERREIRA PINTO, 2009).

Para Hardt e Ferreira Pinto (2009), esse conceito é entendido como o conjunto de formas resultantes do intemperismo químico, através da dissolução da rocha encaixante. Nele são encontradas feições superficiais (exocarste), subsuperficiais (epicarste), ou subterrâneas (endocarste) (PILÓ, 2000), com seu grau de desenvolvimento variando conforme cada.

Para um ambiente ser considerado cárstico, considerava-se eu desenvolvimento apenas em rochas carbonáticas, como o calcário ou o dolomito, devido às suas características favoráveis à ocorrência da dissolução (TRAVASSOS, 2019). A partir dos anos 2000, vem sendo cada vez mais discutida sua existência em rochas anteriormente desconsideradas, cujas feições eram designadas como pseudocarste (PILÓ, 2000; HARDT; FERREIRA PINTO, 2009; FABRI *et al.*, 2014; KOHLER, 2018; TRAVASSOS, 2019).

Atualmente, a Geomorfologia Cárstica é compreendida como o estudo das formas, dinâmicas e gênese do relevo desenvolvido em rochas passíveis de sofrer dissolução. Essas podem ser carbonáticas, siliciclásticas ou ferríferas (KOHLER, 2018).

Com 8,5 milhões de Km², o Brasil apresenta de 5 a 7% de áreas cársticas em seu território, de acordo com estimativas de Karmann (1994). Apesar das significativas ocorrências encontradas em rochas siliciclásticas e formações ferríferas, sua maior predominância é encontrada em rochas carbonáticas (KARMANN; SÁNCHEZ, 1986). Isso demonstra a importância desse litotipo para o estudo da geomorfologia cárstica brasileira. Para Sallun Filho e Karmann (2012), a área de maior ocorrência deste processo em território nacional faz parte do Grupo Bambuí, presente nos estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia.

Com relação às ações vinculadas às áreas cársticas, a mineração e o espeleoturismo – seja ele religioso, esportivo ou aventureiro - são as mais significativas. Conforme Figueiredo, Rasteiro e Rodrigues (2010), é inegável a importância dessas atividades para o desenvolvimento dos primeiros dados a respeito de cavernas no Brasil. Múltiplos estudos se tornaram possíveis por meio da descoberta de cavernas e de sua exploração pela mineração. Entretanto, a atividade em questão caracteriza-se também pela consequente degradação do sistema em que interfere (MARQUES NETO, 2013). O espeleoturismo irregular, por sua vez, é comumente o responsável por danos ao patrimônio espeleológico - como pichações

nas paredes das cavernas, quebra de espeleotemas, poluição com o descarte de lixo e a expulsão ou morte dos animais que ali habitam (LINO, 2009).

Desta forma, se faz importante destacar como o ambiente cárstico está presente na legislação brasileira: limitando-se ao endocarste. Atualmente, o marco legal cujo tema relaciona-se às áreas cársticas é o Decreto Federal nº 6.640/2008, o qual prevê a prática mineradora em cavidades subterrâneas de menor valor ambiental. Um de seus problemas, contudo, é a ausência de parâmetros claros e coerentes para a definição de “maior” ou “menor” valor ambiental. Assim, o patrimônio cárstico brasileiro está assegurado de maneira deficiente, tornando-o mais vulnerável às ações antrópicas. Sendo proveniente de processos que interligam os domínios três domínios (endocarste, epicarste e exocarste), ao colocar um em risco, todo o sistema cárstico pode colapsar.

O objetivo do estudo pautou-se em buscar compreender como o relevo cárstico é abordado na produção científica brasileira, através de análises de dados extraídos das publicações da Revista Brasileira de Geomorfologia e do Simpósio Nacional de Geomorfologia. Este recorte de análise é relevante para os temas geomorfológicos visto que, mesmo ocupando uma pequena parte do território brasileiro, regiões cársticas se configuram por denotar uma grande importância em aspectos culturais, antropológicos, arqueológicos, paleontológicos, ambientais e econômicos que merecem aprofundamento de estudos científico.

METODOLOGIA

Baseado na metodologia de Barros e Reis (2019), este trabalho traçou um panorama da produção científica brasileira a respeito da geomorfologia cárstica em um intervalo de 21 anos. Para isso, foram elaboradas categorias concernentes ao nosso objeto.

Para entender o panorama da produção científica sobre relevo cárstico no Brasil, analisaram-se os artigos publicados na Revista Brasileira de Geomorfologia (RBGeomorfologia) disponíveis no sítio virtual da União da Geomorfologia Brasileira (UGB), de janeiro de 2000 a dezembro de 2021, e os anais virtuais do Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo) publicados em 2012, 2014, 2016, 2018 e 2021.

O levantamento dos textos se deu distintamente para cada um dos veículos mencionados. Primeiramente, foi realizada uma varredura por todos os volumes da RBGeomorfologia, checando títulos e palavras-chaves de cada artigo disponível. Após a elaboração de um diagnóstico, foi feita uma investigação complementar através da ferramenta de busca do sítio virtual da revista utilizando as palavras carste, cárstico, cárstica, caverna e dolina. Os estudos publicados pelo Sinageo foram encontrados por meio dos eixos temáticos de cada edição destinados aos trabalhos sobre Carste. Em virtude da ausência de um eixo específico nas edições de 2016 e 2021, foi utilizada a ferramenta de busca tomando como parâmetro as palavras mencionadas anteriormente. Artigos cujo tema principal não fosse geomorfologia cárstica não foram contabilizados.

Com o auxílio do *software Microsoft Excel*, foi gerada uma planilha com categorias pré-definidas, sendo elas: título do artigo; autoria; ano de publicação; instituição de vínculo do(s) autor(es); publicado pela RBGeomorfologia ou no Sinageo; palavras-chave; subtemas, litologia e se aborda sobre rochas carbonáticas ou não carbonáticas. Entre os subtemas foram determinados doze, nos quais os artigos analisados puderam ser classificados (Fig. 1). Em seguida, a análise de conteúdo das

publicações contabilizadas foi mobilizada levando em conta os parâmetros categoriais supracitados.

Figura 1 – Relação de Subtemas e sua interpretação.

SUBTEMA	INTERPRETAÇÃO
Revisão bibliográfica	Artigos com o objetivo de realizar um estudo teórico com o intuito de rever conceitos.
Mapeamento e compartimentação	Artigos com o objetivo de realizar o mapeamento de uma área ou que utilizaram da técnica de compartimentação geomorfológica.
Morfologia cárstica	Artigos que apresentaram definições morfológicas do relevo cárstico.
Discussão Metodológica	Artigos com o objetivo de discutir aplicações metodológicas.
Legislação	Artigos com o intuito de discutir a legislação a respeito do relevo cárstico.
Processos e dissolução em ambientes cársticos em rochas carbonáticas	Artigos que apresentam discussão sobre processos e dissoluções em rochas carbonáticas.
Processos e dissolução em ambientes cársticos em rochas não carbonáticas	Artigos que apresentam discussões sobre processos e dissolução em rochas não carbonáticas.
Exocarste	Artigos contendo feições presentes no exocarste, como dolinas, lapiás, poljes, etc.
Epicarste	Artigos contendo feições presentes no epicarste.
Endocarste	Artigos contendo feições que constituem o endocarste, como cavernas, rios subterrâneos, etc.
Falhas e fraturas em rochas carbonáticas	Artigos que abordam a existência de falhas e/ ou fraturas em rochas carbonáticas.
Falhas e Fraturas e rochas não carbonáticas	Artigos que abordam a existência de falhas e/ ou fraturas em rochas não carbonáticas.
Metodologia	Artigos que façam uso de SIG, <i>softwares</i> como <i>Microsoft Excel</i> , <i>ArcGIS</i> , <i>Qgis</i> , dentre outros; além de imagens de radar e satélites.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

Para a tabela de subtemas foi considerado mais de um por artigo. O cálculo da porcentagem de cada um deles deu-se levando em conta a soma dos subtemas encontrados em todos os artigos analisados. Com as palavras-chave de cada publicação foi produzida uma nuvem de palavras com o auxílio do *software Wordle*, na qual são destacados os termos mais recorrentes.

Por meio do *software* de geoprocessamento *QGIS 3.16 Hannover*, elaboramos o mapa de distribuição das áreas de estudo e as unidades geológicas nas quais estão inseridas. Para se obter a localização correta de cada área citada utilizou-se o *software google Earth*, no qual foram extraídos os pontos em formato Kml. Posteriormente, com *QGIS*, tais pontos foram transformados em *shapefiles*. Vale ressaltar a proporcionalidade de um ponto por área citada, independentemente de sua recorrência ao longo das publicações contabilizadas.

A GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA NA RBGEOMORFOLOGIA E NO SINAGEO

A fim de uma análise da produção científica sobre geomorfologia cárstica no Brasil, recolhemos textos da Revista Brasileira de Geomorfologia (RBGeomorfologia) e dos anais do Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo). Ao todo, foram encontradas 54 publicações, sendo 23 da RBGeomorfologia e 31 do Sinageo. Com um total de 5.451, somente 0,99% são estudos sobre carste (Tab. 1).

Tabela 1. Comparativo entre publicações totais e sobre Carste.

Veículo de Publicação	Publicações	Publicações Sobre carste	% de Publicações
RBGeomorfologia	590	23	3,89%
Sinageo	4861	31	0,63%
Total	5451	54	0,99%

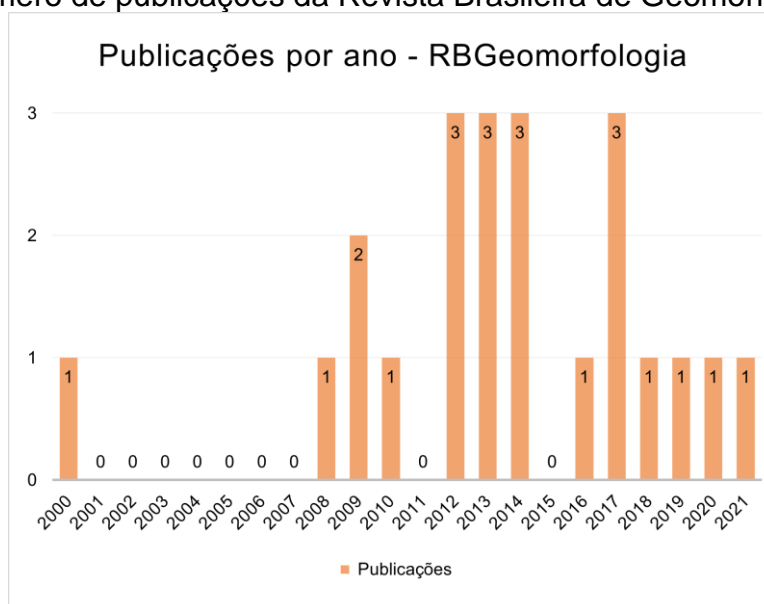
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

No intervalo de 21 anos, a RBGeomorfologia publicou 590 artigos (Tab. 1). Destes, 23 tratam de Geomorfologia Cárstica, ou seja, 3,89%. Sendo ela uma revista de alta relevância internacional segundo a classificação *Qualis Capes* - cujo critério qualitativo dos textos inclui originalidade, relevância para a sociedade, bom nível científico e boa escrita - uma porcentagem tão baixa revela a escassez de estudos submetidos cujos requisitos sejam preenchidos. Nesse sentido, os fatores responsáveis por tais números são múltiplos e plurais. Entre eles, podemos mencionar possíveis ausências de interesse de pesquisadores em relação ao objeto, a carência de recursos para financiar investigações em profundidade e o relativamente curto período de existência de um campo profissional de pesquisadores dedicados ao carste como objeto de estudos principal no país. Chama-se a atenção, ainda, para a possibilidade da revista *Espeleo*-tema absorver os estudos desta temática.

Referente aos valores do Sinageo (Tab.1), observa-se que a ausência de estudos é ainda mais ampla. De 4.681 publicações nas últimas cinco edições, somente 31 delas correspondem ao tema, o que equivale a 0,63%. Um possível fator relacionado à baixa adesão em publicações refere-se à existência do Congresso Brasileiro de Espeleologia, da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), que pode se mostrar mais atrativo para estudos sobre Carste. Além disso, a quantidade de trabalhos publicados em cada ano de evento chama atenção (Fig. 3), principalmente ao considerar a configuração dos eixos temáticos e a cidade sede das edições.

Em relação à RBGeomorfologia, observamos um hiato de publicações no tema (Fig. 2). O primeiro volume da revista, em 2000, contou com um artigo. Nos sete anos seguintes, não foram localizados textos que se encaixassem nos padrões estabelecidos. Curiosamente, em 2008 este hiato foi rompido, ano no qual foi editado o Decreto Federal cuja prática da mineração em cavernas classificadas como de menor valor ambiental passa a ser prevista, o que pode ter despertado interesse renovado na morfologia cárstica. Apesar disto, apenas uma publicação foi encontrada no periódico. Nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2017 foram registrados três estudos, sendo este o valor máximo de publicações por ano sobre carste no recorte temporal analisado.

Figura 2. Número de publicações da Revista Brasileira de Geomorfologia por ano.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

Verifica-se uma diminuição nas publicações sobre carste nos últimos anos. Desde 2012 são lançados quatro volumes anuais pela RBGeomorfologia. Em 2015 não houve pesquisas sobre o tema; em 2016, assim como de 2018 a 2021, foi encontrada somente uma para cada ano.

Figura 3. Número de publicações do Simpósio Nacional de Geomorfologia por edição.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

Quanto ao Sinageo, começamos com o ano de 2012 (Fig. 3). Com o tema “Geomorfologia e Eventos Catastróficos: passado, presente e futuro”, o evento foi sediado na cidade do Rio de Janeiro. Das cinco edições analisadas, é a única na qual há um eixo temático próprio para Geomorfologia Cárstica, totalizando nove trabalhos publicados.

Já o evento de 2014 ocorreu na cidade de Manaus, com o tema: Geomorfologia, Ambiente e Sustentabilidade. Diferente da anterior, nesta edição foi disponibilizado um eixo único englobando Geomorfologia Estrutural, Neotectônica e Carste, o qual apresentou o menor número de publicações (dois).

O Sinageo de 2016 não disponibilizou um eixo próprio para carste, assim como dispensou a prática do eixo compartilhado. Nesta edição o tema foi “Geomorfologia: compartimentação da paisagem, processos e dinâmicas”, e ocorreu em Maringá, no estado do Paraná. Ao contrário do evento anterior, o número de publicações demonstra um aumento de submissões, contabilizando oito textos.

No ano de 2018 o eixo temático em conjunto com Geomorfologia Estrutural e Neotectônica retornou ao panorama, em partes devido ao notável aumento de pesquisas na última edição. Desta vez, a cidade sede foi Crato, no Ceará, com o tema “Paisagem e Geodiversidade: A Valorização do Patrimônio Geomorfológico Brasileiro”.

Por fim, a edição de 2021, tal como em 2016, não disponibilizou um eixo direcionado a pesquisas sobre carste. Foi o evento com o segundo menor número de pesquisas, contando com seis publicações. O tema central do evento foi “Geomorfologia: Complexidade e Interescalaridade da Paisagem” e ocorreu em Juiz de Fora, Minas Gerais. Entretanto, esta edição do Sinageo apresenta uma peculiaridade ausente nas demais: ocorreu durante a pandemia da Covid-19. Inicialmente marcado para acontecer em 2020, foi adiado para 2021. Diferente dos outros eventos, suas atividades se deram de forma remota, o que poderia ter resultado em um maior número de submissões. Porém, em decorrência do estado de quarentena ao qual não somente o Brasil como o mundo estava inserido, estudos de campo foram dificultados. Destacamos, ademais, o contingenciamento de verbas e os sucessivos cortes nos orçamentos de educação e pesquisa no período, outros relevantes empecilhos ao desenvolvimento de pesquisas.

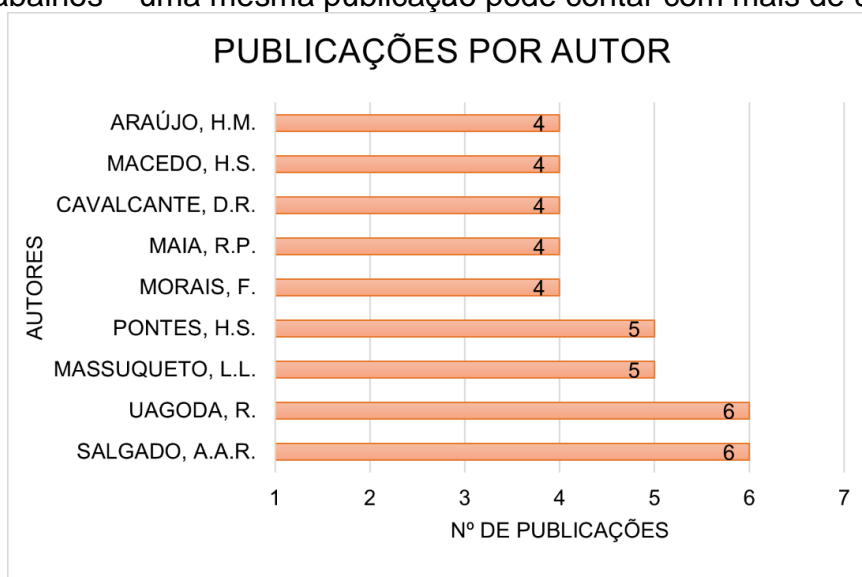
Percebe-se que a disponibilidade ou não de eixos temáticos não influenciou a quantidade de trabalhos ao longo dos eventos. De maneira adversa, sua existência parece estar condicionada ao número de trabalhos publicados no evento imediatamente anterior.

Ainda que seja possível comparar as tendências de crescimento, diminuição ou estagnação de publicações ligadas à área por evento, suas ocorrências em relação ao quantitativo global de publicações na história do Sinageo configura-se como ínfimo. Conforme destacado anteriormente, o Congresso Brasileiro de Espeleologia pode ser apontado como uma possível causa. Essa hipótese é reforçada ao observarmos o estudo do endocarste como um dos temas mais populares entre as pesquisas nesse outro espaço.

PERFIL DA AUTORIA E INSTITUIÇÕES DA PRODUÇÃO DA GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA

Das publicações analisadas, foram computados 96 autores e coautores. Destes, 75 % figuraram em apenas um texto, enquanto 9,37% estavam presentes em quatro ou mais (Fig. 4). Dois deles se destacaram com maior recorrência, com seis artigos cada.

Figura 4. Publicações da RBGeomorfologia e do Sinageo por autor com quatro ou mais trabalhos – uma mesma publicação pode contar com mais de um autor.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

Com seis trabalhos, Salgado é um dos autores com maior número de publicações sobre geomorfologia cárstica, sendo cinco da RBGeomorfologia e um do Sinageo. Das oito publicações atribuídas à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (Fig. 5), seis contam com a participação de Salgado, vinculado à instituição.

Também com seis artigos, Uagoda aparece com atuação em duas universidades: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade de Brasília (UnB). Sua primeira publicação corresponde a uma das duas únicas ligadas à UFRJ, publicada na RBGeomorfologia. Os demais textos correspondem aos cinco da Universidade de Brasília (Fig. 5), sendo dois da RBGeomorfologia e três do Sinageo.

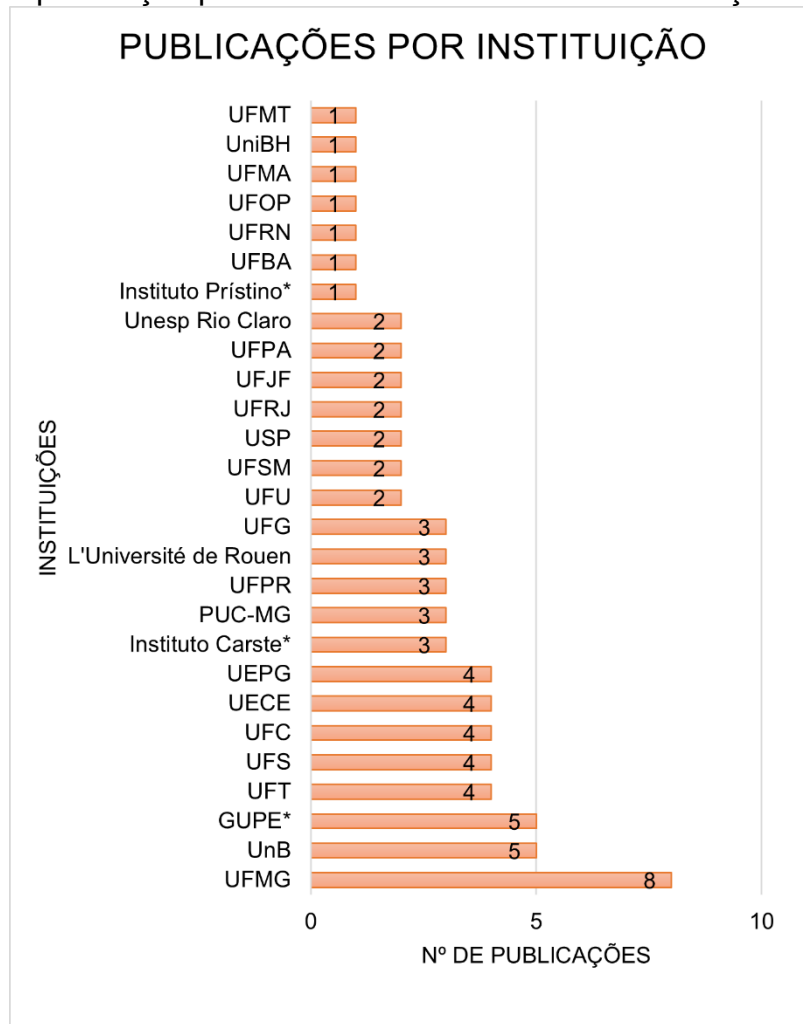
Com cinco publicações estão Pontes e Massuqueto (Fig. 4), cujas publicações aqui contabilizadas foram realizadas em conjunto. Delas, três têm vínculo com a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Todas estão ligadas ao Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas (GUPE). Ademais, duas publicações de Pontes estão ligadas à Universidade Federal do Paraná (UFPR). Todos os textos citados foram submetidos ao Sinageo.

No grupo de autores com quatro publicações estão Araújo, Macedo, Cavalcante, Maia e Morais (Fig. 4). Assim como Pontes e Massuqueto, os quatro textos de Araújo e Macedo foram concebidos com participação dos dois. Sendo os autores vinculados à Universidade Federal de Sergipe (UFS), estiveram presentes nas publicações realizadas por esta instituição, as quais foram publicadas pelo Sinageo. Já Cavalcante, representante da Universidade Estadual do Ceará (UECE), dos quatro trabalhos, um contou com a participação de Maia, da Universidade Federal do Ceará (UFC), todos do Sinageo. Em relação à Maia, tal autor contribuiu com quatro dos cinco artigos correspondentes à UFC (Fig. 5), sendo um deles da RBGeomorfologia. Por último, com vínculo à Universidade Federal do Tocantins (UFT) e contribuindo com todas as publicações contabilizadas a esta instituição, tem-se Morais, sendo três destas retiradas dos anais do Sinageo.

Das 27 instituições de vínculo dos autores (Fig. 5), percebe-se que 81,48% são universidades públicas. Também se observa a presença de instituições sem fins lucrativos, como o Instituto do Carste, Instituto Prístino e o GUPE-e a contribuição de

uma universidade estrangeira, *L'Université de Rouen*. É interessante comentar que a grande maioria das publicações analisadas contaram com a participação de um ou mais autores vinculados a universidades públicas.

Figura 5. Publicações por instituição de vínculo dos autores – uma mesma publicação pode contar com mais de uma instituição.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

Com o maior número de publicações tem-se a UFMG. Situada em Belo Horizonte, está inserida no contexto litoestratigráfico do Grupo Bambuí e a 46 km do Parque Estadual do Sumidouro, no qual a Gruta da Lapinha é uma importante atração. Também próxima à capital mineira está a área cárstica de Cordisburgo, a qual apresenta feições tanto do endo quanto do exocarste (TRAVASSOS, 2010). Além disso, segundo Rubbioli *et al.* (2019), Minas Gerais possui a maior quantidade de cavidades naturais conhecidas, seja em rochas carbonáticas ou não, somando 7.312 cavernas. Estes fatores podem exercer significativa influência nos estudos dos pesquisadores vinculados à UFMG. Ao se observar mais atentamente os assuntos tratados nos trabalhos desta instituição, percebe-se que todas as áreas de estudo estão dentro de Minas Gerais, o que corrobora com a possibilidade apontada. Porém, em sua maioria, os textos tratam de ambientes cársticos em rochas não carbonáticas.

Contando com cinco publicações estão a UnB e o GUPE (Fig. 5). Localizada no quadrilátero do Distrito Federal, leste de Goiás, a UnB encontra-se próxima de

diversas áreas com potencial cárstico, seja em Goiás com o grupo Paranoá, ou em Minas Gerais, com os grupos Bambuí e Vazante. Entretanto, chama a atenção que todos os artigos publicados desta universidade levem o nome de Uagoda, o que pode demonstrar sua preferência por este tema. Além disso, percebe-se que dos cinco, quatro trabalhos referem-se a dolinas – assim como os vinculados à UFRJ, cujo nome de Uagoda também está presente; três tratam de carste em carbonatos e dois em rochas não carbonáticas. Das áreas de estudo, encontram-se publicações em Minas Gerais, assim como em Goiás. Quanto ao GUPE, cabe informar que é um grupo de pesquisas sem fins lucrativos, fundado em Ponta Grossa, com o objetivo de estudar as cavernas dos Campos Gerais. Seus trabalhos contaram com a participação da UEPG e da UFPR.

São cinco as instituições contabilizadas com quatro publicações: UEPG, UECE, UFC, UFS e UFT. A UEPG é uma universidade pública localizada na região dos Campos Gerais do Paraná, propriamente na cidade de Ponta Grossa. Seus quatro estudos abordam áreas no estado em tela, o que denota seu interesse voltado para os aspectos geomorfológicos do Paraná. As ocorrências de carbonatos são poucas, contando com o Grupo Açunguí e a Formação Irati. Porém, há maior expressividade de unidades litoestratigráficas com a presença de outros tipos de rocha, como as formações Botucatu e Furnas (RUBBIOLI *et al.*, 2019; PONTES *et al.*, 2012). RUBBIOLI *et al.* (2019), destacam que o estado possui 349 cavidades subterrâneas naturais, sendo 279 na Formação Botucatu, cujo substrato são rochas siliciclásticas. Neste contexto, vale ressaltar que todas as pesquisas vinculadas à UEPG se propuseram a estudar feições endocársticas, em sua maioria, de carste não tradicional, tendo a região dos Campos Gerais como sua mais recorrente área de estudos.

Dentre as universidades da região nordeste, tanto a UECE quanto a UFC estão localizadas na cidade de Fortaleza, norte do Ceará. Dentre as publicações da primeira percebe-se que todas tratam de aspectos cársticos ligado ao município de Tejuçuoca, cidade há 144 km da capital cearense. Este município está inserido no contexto do Complexo Ceará, com rochas da Unidade Canindé (CAVALCANTE *et al.*, 2018). Apesar de dividir um destes estudos, a UFC se diferencia em seus trabalhos ao tratar de ambientes cársticos em variadas áreas. Dentre os quatro artigos desta instituição, dois estão inseridos na Bacia Potiguar, e um em parceria com a Universidade Federal do Pará (UFPA). Percebe-se que as escolhas de estudos convergem para regiões com carste carbonático, assim como em sua maioria, assentam-se com proximidade geográfica.

Com relação à UFS, todas as áreas de interesse encontram-se no estado do Sergipe e as publicações propõem-se a estudar as cavernas ali encontradas. Considerando a escassez de trabalhos nesse estado, sendo áreas com poucos estudos cársticos e litoestratigráficos (MACEDO *et al.*, 2012), é interessante a colocação que esta universidade ocupa entre as instituições aqui analisadas. A UFS estar entre as universidades com quatro trabalhos, e todos se tratando do estado do Sergipe, pode demonstrar uma tendência de crescimento de estudos ligados aos ambientes cársticos sergipanos.

Fechando o grupo com quatro artigos, tem-se a UFT. Suas quatro áreas de estudo estão situadas no estado do Tocantins, o qual, segundo Rubbioli *et al.* (2019), tem uma grande concentração de rochas siliciclásticas do centro ao norte do estado, enquanto ao sudeste aparecem unidades com rochas carbonáticas pertencentes ao Grupo Bambuí. Por outro lado, as siliciclásticas correspondem aos Grupos Canindé e Estrondo. Apesar da maior oferta das últimas, três dos quatro estudos se desenvolvem

em áreas de carste tradicional. Além disso, dois estudam cavernas – sendo um a respeito de uma caverna em arenito – e dois abordam dolinas.

Somando três publicações cada uma estão a UFPR, a UFG, a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC – MG), o Instituto do Carste e a *Université de Rouen*. Ressaltamos a existência, no patamar em questão, de uma universidade particular, uma universidade estrangeira e um instituto de pesquisas.

Localizado em Belo Horizonte, o Instituto do Carste, tem como principal propósito investigar e buscar pela preservação das áreas cársticas do Brasil. De seus três trabalhos, dois se propuseram a realizar uma revisão bibliográfica a respeito do carste não carbonático, enquanto o terceiro investiga o carste em mármore na Serra do Cipó em Minas Gerais. Destes, dois contaram com a participação da UFMG, e um com a *Université de Rouen*. Assim como o Instituto do Carste, a Université de Rouen também conta com dois artigos em parceria com a UFMG. E representando a universidade estrangeira, está Joël Rodet, pesquisador francês estudioso da geomorfologia cárstica, convidado por diversas universidades brasileiras a ministrar disciplinas e dar palestras, além de possuidor de parceria desde 2011 com a UFMG. De seus estudos, dois tratam de ambientes cársticos em terras mineiras, enquanto o terceiro, se trata de uma revisão bibliográfica a respeito de processos de formação do carste não tradicional.

Quanto à PUC-MG, é relevante destacar a ausência de áreas de estudo em Minas Gerais, mesmo um deles contando com a presença de outra universidade belo-horizontina, o Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH), cuja área de estudos foi o Maciço das Agulhas Negras, no estado do Rio de Janeiro. De sua parceria com a Universidade Federal da Bahia (UFBA), resultou o único trabalho no contexto do Grupo Una aqui analisado. Outro elemento a ser evidenciado, levando em consideração que a Formação Salitre abriga o maior ambiente cárstico sul-americano (CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2008). Já o terceiro artigo, uma colaboração com a Universidade de São Paulo (USP), é uma revisão bibliográfica a respeito de sedimentos clásticos e cavernas.

A UFPR, assim como as outras universidades do Paraná, possui trabalhos relativos às áreas Cársticas desse estado. São notados três trabalhos: um com colaboração com a UEPG e o GUPE, e outro somente com a UEPG, o ambiente cárstico dos Campos Gerais mostrou ser o tema em destaque.

Por fim, também com três artigos, a UFG priorizou o estado de Goiás. O estudo do exocarste se faz presente de forma unânime aqui. Além disso, é pertinente destacar que dois de seus textos abordam tanto o carste tradicional quanto o não tradicional. O que é interessante, levando em conta a presença dos grupos Bambuí e Paranoá no estado.

As demais instituições, seja com um ou com dois artigos, juntas somam 14. Dentre elas, pode-se apontar a presença de mais cinco instituições situadas no estado de Minas Gerais: a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com duas publicações cada uma, e a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), UniBH e Instituto Prístino, com uma. Chama a atenção que 33,33% das instituições a publicarem sobre geomorfologia cárstica na RBGeomorfologia e no Sinageo sejam mineiras. Nenhum outro estado se mostrou tão presente. A possibilidade para isto já foi levantada: a grande presença de ambientes cársticos em Minas Gerais, e a existência do Simpósio Mineiro do Carste evidência a importância desta morfologia e sua relação com o estado em questão. A UFOP conta somente um artigo, o que pode ser explicado por se tratar de uma instituição sem bacharelado em geografia, com cursos voltados à mineração, como Engenharia

Geológica e Engenharia de Minas, podendo marcar maior presença em veículos de publicação sobre geologia e espeleologia. Inclusive, seu único artigo aqui contabilizado trata de litoestrutura.

Apesar do grande potencial cárstico no Rio Grande do Norte, com a marcante presença do Grupo Apodi ao norte e da Formação Seridó ao sul, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) também se encontra com somente uma publicação. Esta trata de feições cársticas em carbonatos encontradas no semiárido, o que por si só demonstra uma grande possibilidade de estudos na região, mais aproveitados no intervalo temporal analisado pelas instituições cearenses.

Também se faz pertinente chamar atenção para a presença de universidades conhecidas por ocuparem o topo dos *rankings* no Brasil, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual Paulista (Unesp), com apenas duas publicações cada. As publicações da primeira já foram abordadas: estudam dolinas em ambientes não carbonáticos em Minas Gerais, e ambas contam com a presença de Uagoda, sendo uma delas em parceria com a UnB. A USP se destaca por seus dois artigos consistirem em revisões bibliográficas sobre geomorfologia cárstica, sendo “Geomorfologia Cárstica” de Luís Piló o primeiro a ser publicado na RBGeomorfologia. A Unesp também contribui com um trabalho da mesma modalidade, enquanto o outro tematizou dolinas no Mato Grosso, em parceria com a UFMT, ambos pautando rochas não carbonáticas.

AMBIENTE LITOESTRATIGRÁFICO DAS PESQUISAS

Além da distribuição regional das instituições e autoria, destacam-se ainda os grupos litoestratigráficos mais estudados no âmbito da Geomorfologia Cárstica (Fig. 6).

Ao longo dos anos, a concepção a respeito do que é carste, onde ocorre e quais seus processos, vem sofrendo alterações. Estudos investigativos continuam sendo realizados, como demonstram as doze publicações de revisão bibliográfica (Tab. 2). De forma mais concreta é possível compreender o fenômeno ao identificar as unidades geológicas de cada área de estudo e sua predominância litoestratigráfica.

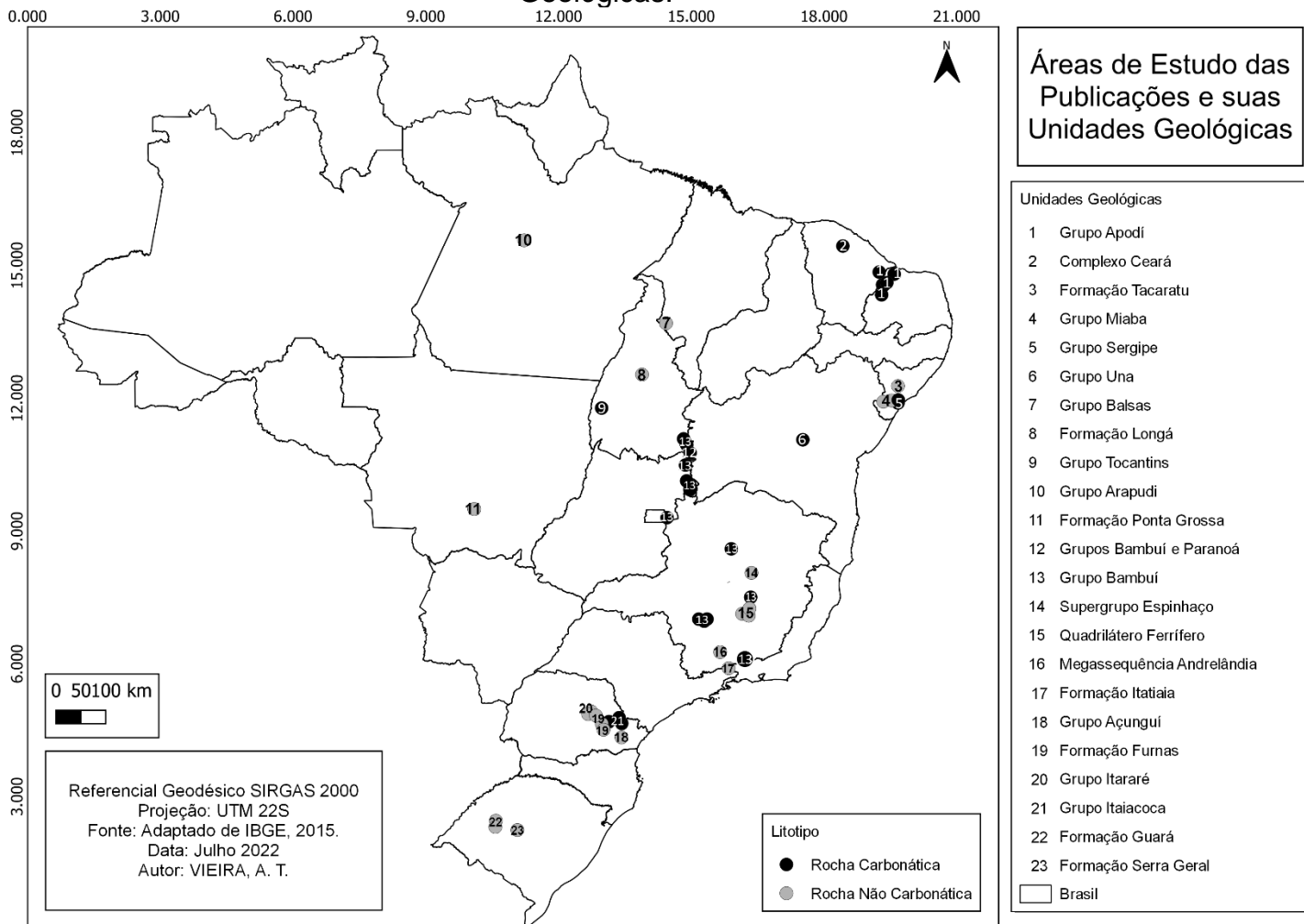
Segundo Sallun Filho e Karmann (2012), devido a sua cobertura cratônica, o Grupo Bambuí possui a área de maior expressividade do carste brasileiro. Não surpreendentemente, foram treze as regiões de estudos nesta unidade geológica, sendo cinco em Minas Gerais, seis em Goiás e duas no Tocantins. Dentre elas, a grande maioria dos estudos discute tanto feições exocársticas quanto endocársticas, enquanto carste em rochas carbonáticas é abordado de forma unânime.

As cinco áreas em Minas Gerais consistem em: região cárstica de Arcos, Pains e Doresópolis, com duas publicações; Jequitai e Serra do Cipó, com uma cada. Comumente, ambientes cársticos carbonáticos são associados a calcários e dolomitos. Entretanto, por mais incomum que seja a ocorrência de carste em mármore, cuja classificação os inclui em rochas carbonáticas, Souza *et al.* (2019) se propuseram a investigar as feições existentes na borda oeste da Serra do Cipó, assim como seus processos dominantes.

Em Goiás, as zonas estudadas são: bacia do Alto Rio Preto, Buritinópolis, Posse, São Domingos, Aquífero Cárstico do nordeste de Goiás e a Serra Geral de Goiás. O ponto de número 12, próximo ao estado de Tocantins, representa a Serra Geral de Goiás e suas unidades geológicas, como demonstra a legenda, são Grupo Bambuí e Paranoá (Fig. 6). Apesar do último possuir formações com carbonatos,

nesta área de estudos ele contribui com feições cársticas em arenito, reservando ao Grupo Bambuí as formas do carste tradicional (CHEREM; VARAJÃO, 2014).

Figura 6 – Distribuição das áreas de estudo das publicações e suas Unidades Geológicas.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

De acordo com Rubbioli *et al.* (2019), somente nos últimos anos que a região de Aurora do Tocantins passou a receber a atenção de pesquisadores, mais especificamente espeleólogos, sendo a exceção dos trabalhos no Grupo Bambuí. Morais (2013) se propõe a estudar o endocarste da região supracitada sem desconsiderar, contudo, o exocarste.

O Grupo Bambuí oferece diversas fontes de interesse e de estudo. Entretanto, sua recorrência destaca a falta de estudos cujo ambiente se dê nas regiões pertencentes ao Grupo Una, outra área com importantes ocorrências cársticas. Foi contabilizado somente um artigo, situado na Chapada Diamantina, Bahia, investigando o funcionamento do aquífero cárstico e sua interação com a morfologia do relevo (SALLES *et al.*, 2018). Nele constatou-se a evolução do relevo de forma hipogênica.

Já o Grupo Apodi ocupa uma área extensa do norte do Rio Grande do Norte e um trecho do nordeste do Ceará. Foram quantificadas cinco publicações realizadas pela UFC. Duas delas por pesquisadores da UFC em áreas dos municípios potiguares de Lajedo da Soledade, Casa de Pedra de Martins, Apodi e Felipe Guerra. Outro texto

referente ao Grupo Apodi foi de uma investigação realizada na porção central da Bacia Potiguar pelos pesquisadores da UFRN. O trabalho de Maia *et al.* (2012) é relevante devido ao seu objetivo de analisar as feições cársticas de uma região com baixa pluviosidade, fator dificultador do processo de dissolução química da rocha. Os autores, além de salientarem a possibilidade de um paleoclima, relatam que as formas cársticas seguem a direção das falhas e fraturas ali encontradas, sustentando a importância da existência de falhas e fraturas para o desenvolvimento do relevo cárstico.

Além dos trabalhos em regiões de rochas carbonáticas, observa-se uma quantidade expressiva de áreas de estudo com foco em localidades com feições de carste não tradicional.

Percebe-se a presença de três áreas dispostas no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, sendo eles: Serra da Gandarela, Serra do Rola Moça e Serra da Piedade. Segundo Pereira *et al.* (2012), a unidade geológica mais importante da Serra do Rola Moça e da Gandarela é o Grupo Itabira, subdividido nas formações Cauê e Gandarela. A Formação Cauê é a unidade basal do grupo, sendo uma formação ferrífera com possibilidade de lentes dolomíticas; já a Formação Gandarela é composta por dolomitos (PEREIRA *et al.*, 2012). Os autores destacam que na Serra do Rola Moça a camada de canga recobre praticamente toda a superfície, enquanto na outra elas sustentam grande parte da superfície de crista.

Com relação à Serra da Piedade, afloram diversas litologias, pertencentes a variados grupos. Pereira *et al.* (2012) ressaltam a existência de rochas do Supergrupo Rio das Velhas em seu embasamento e do Supergrupo Minas. Segundo os autores, as formações do primeiro consistem em granito-gnaisses, xistos e filitos; e do segundo quartzitos ferruginosos da Formação Moeda; itabiritos, da Formação Cauê; filitos e xistos da Formação Sabará e filitos e quartzitos ferruginosos da Formação Cercadinho. Por fim, uma camada de canga recobre boa parte dos itabiritos da Formação Cauê (PEREIRA *et al.*, 2012).

Os dois artigos cujas áreas de estudo pertencem ao Quadrilátero Ferrífero procuraram investigar cavidades naturais subterrâneas ali encontradas, sendo o da Serra da Piedade cavernas em formações ferríferas bandadas e canga, e o das Serras da Gandarela e do Rola Moça em dolomito hematítico, itabirito e canga. Além disso, os dois trabalhos buscaram identificar quais foram formadas a partir do processo de dissolução da rocha.

Para Rubbioli *et al.* (2019), o interesse em estudar as cavernas em formações ferríferas aumentou a partir de 2005, em decorrência da elevação do preço do minério entre os anos de 2005 e 2012, resultando não somente em mais pesquisas espeleológicas, como no aumento de abertura de novas minas de minério de ferro. Com isso, novas cavernas começaram a ser cadastradas chegando a 3 mil até o final de 2017.

Ao sul do país é possível observar um aglomerado de áreas de estudo no estado do Paraná, principalmente na região dos Campos Gerais. Destas destacam-se as áreas situadas nos arenitos quartzosos da Formação Furnas, nas quais encontram-se formas tipicamente cársticas, como dolinas, cavernas verticais, espeleotemas, sumidouros, ressurgências, lapiás, caneluras, dentre outras (PONTES *et al.*, 2012).

O município de maior recorrência de publicações foi Ponta Grossa, com três pesquisas: investigando a morfoestrutura e características gerais das depressões de Furnas Gêmeas; identificando processos endocársticos e apontando os problemas decorrentes da disposição dos aterros sanitários do município e, por último, um

levantamento preliminar do potencial espeleológico do Parque Nacional dos Campos Gerais. Este também abrange áreas dos municípios de Carambeí e Castro. Porém, a pesquisa não identificou cavernas em Castro (PONTES *et al.*, 2012).

Demonstrando a variedade do substrato das áreas de interesse, salientamos por fim, aquelas demarcadas no Rio Grande do Sul. Os municípios de Nova Esperança do Sul e Santiago abrigam, respectivamente, a Gruta Subterrânea de Nossa Senhora de Fátima e a Gruta de Nossa Senhora de Fátima, ambas pertencentes a uma província arenítica-basáltica (ROBAINA; BAZZAN, 2008). Sendo duas cavidades voltadas para o uso religioso, os autores buscaram realizar uma descrição das grutas, além de uma proposta de gênese para suas formações. Já o município de São Martinho da Serra está disposto sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Nesta pesquisa, os pesquisadores buscaram compreender os mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento em rochas vulcânicas de feições associadas ao relevo cárstico, além de mapeá-las. Guaresch e Nummer (2012) identificaram que a maioria das feições encontradas se desenvolveram em rochas vulcânicas ácidas, cuja abundância de sílica dificulta sua intemperização. Concluíram que apesar dos dados levantados indicarem uma área com potencial cárstico, há necessidade de mais estudos quanto à petrografia das rochas vulcânicas, além de análises geoquímicas visando uma maior compreensão a respeito da gênese e evolução das feições encontradas.

Diante do exposto, percebe-se a grande frequência de áreas dispostas no Grupo Bambuí, abrangendo os estados de Minas Gerais, Goiás e Tocantins. O segundo grupo com maior recorrência é o Apodi, no Rio Grande do Norte e no Ceará. Além dele, são ressaltadas áreas tanto na região do Quadrilátero Ferrífero, quanto nos Campos Gerais no Paraná abrangendo pesquisas voltadas para o carste não carbonático.

A GEOMORFOLOGIA CÁRSTICAS E SEUS SUBTEMAS

Apesar do relevo cárstico em carbonatos ser discutido com frequência, percebe-se uma aceitação cada vez maior da ocorrência de carste em rochas não carbonáticas, abrindo-se inclusive a possibilidade para rochas vulcânicas. Na tabela de subtemas (Tab. 2), pode-se verificar de forma mais concisa esta afirmação.

Das 54 publicações, 50,0% discutem processos e dissolução em ambientes cársticos em rochas não carbonáticas, assim como 40,7% mencionam falhas e fraturas também em rochas não carbonáticas. Os valores para os mesmos estudos em rochas carbonáticas são substancialmente menores. Além disso, percebe-se a recorrência do termo “Carste não tradicional” nas palavras-chave dos textos analisados (Fig. 7). É um tema ainda em debate, cujas nuances continuam sendo estudadas, demonstrado através dos 22,2% de artigos cujo objetivo consiste em realizar revisão bibliográfica. Contudo, evidenciamos o que vem se desenhando ao longo desta pesquisa: a cada vez maior aceitação da inclusão de rochas não carbonáticas como substrato para a ocorrência da morfologia cárstica.

Tabela 2. Subtemas identificados nas publicações sobre Geomorfologia Cárstica analisadas – uma mesma publicação pode conter mais de um subtema

Subtemas	Número de Ocorrências	% de Publicações
Revisão bibliográfica	12	22,2%
Mapeamento e compartimentação	12	22,2%
Morfologia cárstica	17	31,5%
Discussão metodológica	1	1,8%
Legislação	2	3,7%
Processos e dissolução em ambientes cársticos em rochas carbonáticas	21	38,9%
Processos e dissolução em ambientes cársticos em rochas não carbonáticas	27	50,0%
Exocarste	34	62,9%
Epicarste	3	5,5%
Endocarste	37	68,5%
Falhas e fraturas em rochas carbonáticas	18	33,3%
Falhas e Fraturas em rochas não carbonáticas	22	40,7%
Metodologia	41	75,9%

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

O estudo do endocarste também chama atenção por sua frequente menção, no qual 37 de 54 trabalhos abordam feições do carste subterrâneo. Estudos de exocarste não estão muito atrás em quantidade, porém se faz pertinente destacar que dos 34 textos, 14 também fazem referência ao endocarste. Na nuvem de palavras (Fig. 7) é possível ver a palavra “cavernas” com o mesmo tamanho que “endocarste”, enquanto “exocarste” está somente um pouco menor. Isto demonstra a quantidade de vezes com que foi utilizada no texto escolhido para analisar, neste caso, entre as palavras-chave de cada publicação. Desde muito tempo as cavernas vêm despertando grande interesse no ser humano, sendo vistas como abrigo, lugar de nascimento e renascimento, fazendo parte da evolução da nossa espécie (ANDREYCHOUK *et al.*, 2017). Talvez por serem ambientes tão diferentes do que a humanidade está acostumada, por ser imbuído de certo mistério, ou pela possibilidade de encontrar algo valioso, é indiscutível que esta é a feição cárstica que causa maior fascínio. Além disso, Travassos (2019) traz a constatação de que o estudo da paisagem cárstica no Brasil começou sob a ótica da espeleologia, ciência cujo objeto de estudo são cavernas. Com isto, sua influência pode ser percebida ainda atualmente.

Dentre os artigos contabilizados, 75,9% fizeram uso de *softwares* de SIG, como *QGIS* ou *ArcGIS*. Isto demonstra a necessidade de especialização das pesquisas, principalmente no campo da Geografia.

Figura 7. Nuvem de palavras representando o número de ocorrências das palavras-chave nas publicações analisadas.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022

Entre os menores índices, se encontram os trabalhos de discussão metodológica e legislação. Ademais, identifica-se entre as palavras-chave a maior frequência na utilização de “processos”, “evolução” e “feições”; em contrapartida, se fez pouco uso da palavra “extração”. Estas escolhas podem indicar uma Geomorfologia cujas prioridades vem sendo conhecer e entender os processos de formação do relevo cárstico e suas feições, em detrimento a outra que busca se posicionar em contraposição à exploração de ambientes cársticos. Pouco se falando sobre sua vulnerabilidade tanto física quanto perante a legislação vigente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do inventário e análise das publicações na RBGeomorfologia e Sinageo, foi possível perceber a nítida escassez de trabalhos científicos abordando Geomorfologia Cárstica nos dois veículos, devido a concorrência com a Revista Espeleo-tema e o Congresso Brasileiro de Espeleologia. Além disso, ficou evidente a tendência dos pesquisadores por temas abrangendo o endocarste, além da dominância de áreas de estudo situadas no contexto litoestratigráfico do Grupo Bambuí.

Como demonstrado, os números obtidos através do Sinageo são expressivamente baixos. Este valor pode ser explicado pela existência do Congresso Brasileiro de Espeleologia, cuja ocorrência se dá no ano anterior aos eventos do Sinageo. Esta hipótese se torna mais consistente ao ser constatado o maior interesse através do número de trabalhos sobre o endocarste. Com relação aos valores encontrados na RBGeomorfologia, percebe-se uma diminuição em suas publicações, principalmente ao considerarmos que a partir de 2012 houve um aumento de edições por ano publicadas pelo periódico.

Dentre as instituições com maior participação estão a UFMG e a UnB. Nota-se que um terço das instituições que publicam sobre carste estão situadas em Minas Gerais, estado com significativas ocorrências de feições cársticas, além da existência do Simpósio Mineiro do Carste. Com isto, percebe-se a importante relação existente entre o estado em questão e o relevo cárstico ali contido.

Originalmente, o relevo cárstico foi associado a rochas consideradas solúveis, ou seja, rochas carbonáticas. Dos trabalhos tratando do carste tradicional, um número

significativo está situado no Grupo Bambuí. Afinal, nele encontram-se feições cársticas com bom desenvolvimento, o que oferece interessantes áreas para estudo, seja do exocarste ou do endocarste. Contudo, percebe-se tanto através das palavras-chave utilizadas, quanto dos subtemas identificados, a recorrência com que carste em rochas não carbonáticas vem aumentando.

Ao longo deste trabalho foi apresentado o que é o relevo cárstico e qual sua origem primariamente aceita, além de suas contradições vinculadas aos termos adotados e a relação com os processos de sua formação. Nas análises, foi demonstrado como os estudos contabilizados se relacionam com estas discussões, indicando o caminho seguido pela comunidade científica brasileira. Em decorrência, pode-se dizer que a constatada prioridade da geomorfologia por entender e conhecer as feições cársticas e seus processos, em detrimento a buscar se posicionar em oposição à exploração de seus ambientes, se dá pela necessidade evidente de se chegar a um entendimento comum do que é o relevo cárstico e como ele é formado.

Por fim, chama a atenção para que além destas importantes discussões epistemológicas urge a necessidade de uma pesquisa geomorfológica aplicada para se contrapor aos retrocessos recentes que a legislação ambiental vem assistindo. Visto que regiões cársticas possuem um relevante patrimônio geológico e geomorfológico e são consideradas ambientalmente sensíveis e vulneráveis, necessitam de um planejamento de uso e proteção ambiental que façam um contraponto a visão puramente economicista e mercadológica de exploração de recursos minerais.

REFERÊNCIAS

ANDREYCHOUK, V.; TRAVASSOS, L. E. P.; BARBOSA, E. P. As cavernas como objetos do turismo religioso em diferentes crenças religiosas: alguns exemplos mundiais. In: TIMO, M. B.; RODRIGUÊS, B. D. (Org.). **Diferentes olhares sobre o carste e as cavernas: coletânea de trabalhos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2017.

BARROS, L. F. de P.; REIS, R. A. P. dos. A produção científica em geomorfologia fluvial na revista brasileira de geomorfologia: panorama bibliográfico, tendências e lacunas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 20, n. 3, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i3.1553. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1553>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

CARVALHO JUNIOR, O. A. *et al.* Ambientes Cársticos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

CAVALCANTE, D.R.; SILVA, I.B.; BASTOS, F.H. Geologia e Geomorfologia do Município De Tejuçuoca, Estado Do Ceará. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia: Paisagem e Geodiversidade: a valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro, 12, **Anais**, v. 1, 2018. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/3/3-110-1184.html>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

CHEREM, L.F.S.; VARAJÃO, C.A.C. O papel da lito-estrutura do carste na morfodinâmica cenozóica da Serra Geral de Goiás (GO/TO/BA): aproximações iniciais. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia: geomorfologia, ambiente e sustentabilidade, 10, **Anais**, v. 1, 2014. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2014/trabalhos/5/5-155-397.html>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

FABRI, F. P.; AULER, A.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Relevo cáustico em rochas siliciclásticas: uma revisão com base na literatura. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i3.302. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/302>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

FIGUEIREDO, L. A. V.; RASTEIRO, M. A.; RODRIGUES, P. C.. Legislação para a proteção do Patrimônio Espeleológico Brasileiro: mudanças, conflitos e o papel da Sociedade Civil. SBE – Campinas, SP | **Espeleo-Tema**. v. 21, n. 1, p. 49-65. 2010. Disponível em: < https://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/02/espeleo-tema_v21_n1_049-065.pdf>. Acesso em: 15 Jun. 2022.

GUARESCHI, V.; NUMMER, A. Feições De Carste Em Rochas Vulcânicas No Município De São Martinho Da Serra - Rs. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia e eventos catastróficos: passado, presente e futuro, 9, **Anais**, v.1, 2012. Disponível em:< <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/3/3-653-693.html>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

HARDT, R.; FERREIRA PINTO, S. A. Carste Em Litologias Não Carbonáticas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 10, n. 2, 2009. DOI: 10.20502/rbg.v10i2.134. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/134>>. Acesso em: 26 out. 2023.

KARMANN I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, sudeste do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado). São Paulo: Inst. Geoc. USP. 241p, 1994.

KARMANN, I.; SANCHEZ, L. E. Speleological provinces in Brazil. *In*: **INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY**, 9, 1986, Barcelona. Anais. Barcelona: UIS, 1986.

KOHLER, H. C. Geomorfologia cárstica. *In*: CUNHA, S.B. da; GUERRA, A J.T. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p.309-334. 14 edição.

LINO, C. F. **Cavernas: o fascismo Brasil subterrâneo = caves: tha fascination of underground Brazil**. – 2ª ed. Rev. e atualizada. – São Paulo: Gaia, 2009.

MACEDO, H. S.; ARAÚJO, H. M.; DONATO, C. R.; BEZERRA, G. S.; CARVALHO, I. S. M. Considerações Sobre o Ambiente Cárstico em Sergipe. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia e eventos catastróficos: passado, presente e futuro, 9, **Anais**, v.1, 2012. Disponível em:< <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/3/3-621-83.html>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

MAIA, R. P.; LUCENA SOUSA, M. O.; RÊGO BEZERRA, F. H.; XAVIER NETO, P.; MOURA LIMA, E. N. de; NASCIMENTO SILVA, C. C.; SANTOS, R. D. A importância do controle tectônico para a formação da paisagem cárstica na bacia potiguar, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 13, n. 4, 2012. DOI: 10.20502/rbg.v13i4.304. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/304>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MARQUES NETO, R. O fenômeno cárstico em São Thomé Das Letras (MG) e a mineração: evolução e degradação de cavernas em quartzito. **Revista Brasileira de**

Geomorfologia, [S. l.], v. 13, n. 4, 2013. DOI: 10.20502/rbg.v13i4.301. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/301>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MORAIS, F. Caracterização geomorfológica da região de aurora do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2013. DOI: 10.20502/rbg.v14i2.312. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/312>. Acesso em: 10 mar. 2021.

PEREIRA, M. C.; STÁVALE, Y. O.; SALGADO, A. A. R. Estudo da gênese das cavidades e depressões em minério de ferro - Quadrilátero Ferrífero/mg: serras do Rola Moça e do Gandarela. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 13, n. 3, 2012. DOI: 10.20502/rbg.v13i3.173. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/173>. Acesso em: 10 mar. 2021.

PILÓ, L. B. Geomorfologia cárstica (Revisão de Literatura). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2000. DOI: 10.20502/rbg.v1i1.73. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/73>. Acesso em: 10 mar. 2021.

PONTES, H.S.; MASSUQUETO, L.L.; BARBOSA, T.A. Levantamento preliminar do potencial espeleológico do carste não carbonático do Parque Nacional dos Campos Gerais (Paraná). *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia e eventos catastróficos: passado, presente e futuro, 9, **Anais**, v.1, 2012. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/3/3-698-133.html>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

PONTES, H.S.; MASSUQUETO, L.L.; FLÜGEL FILHO, J.C.; BARBOSA, T.A. Mapeamento morfoestrutural e características gerais das Furnas Gêmeas, Município de Ponta Grossa, Campos Gerais do Paraná. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia e eventos catastróficos: passado, presente e futuro, 9, **Anais**, v.1, 2012. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/3/3-488-133.html>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ROBAINA, L. E. de S.; BAZZAN, T. Feições Cársticas em Rochas Siliciclásticas no Oeste do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 9, n. 2, 2008. DOI: 10.20502/rbg.v9i2.109. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/109>. Acesso em: 10 mar. 2021.

RUBBIOLI, E.; AULER, A.; MENIN, D.; BRANDI, R. **Cavernas**: atlas do brasil subterrâneo. Brasília: ICMBio, 2019.

SALLES, L. de Q.; BASTOS LEAL, L. R.; PEREIRA, R. G. F. de A.; LAUREANO, F. V.; GONÇALVES, T. dos S. Influência dos aspectos hidrogeológicos de aquíferos cársticos na evolução do relevo: porção central da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 19, n. 1, 2018. DOI: 10.20502/rbg.v19i1.1214. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1214>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. (2012). Províncias Cársticas e Cavernas no Brasil. *In*: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (Eds.), **Geologia do Brasil**. São Paulo, Brasil: Beca, 2012. p. 629-641.

SOUZA, T. A. R. de; SALGADO, A. A. R.; AULER, A. S. O carste em mármore na borda oeste da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de**

Geomorfologia, [S. l.], v. 20, n. 1, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i1.1457. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1457>. Acesso em: 10 mar. 2021.

TRAVASSOS, L. E. P. **Considerações sobre o carste da região de Cordisburgo**, Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte: Tradição Planalto, 2010.

TRAVASSOS, L. E. P. **Princípios de carstologia e geomorfologia cárstica**. Brasília: Editora labs, 2019.