



ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Curitiba - Paraná, 26 a 29 de julho de 2023



O artigo a seguir é parte integrante dos Anais do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

VASCONCELOS, A. G.; AULER, A. S.; CASATI, R.; MARQUES, R. C.; MAYER, E. L.. Registro incomum de fósseis na rocha encaixante de cavernas do Pará. In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.358-365. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_358-365.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

REGISTRO INCOMUM DE FÓSSEIS NA ROCHA ENCAIXANTE DE CAVERNAS DO PARÁ

UNUSUAL FOSSIL RECORD IN THE BEDROCK OF CAVES IN PARÁ

André Gomide VASCONCELOS (1); Augusto S. AULER (2); Rafael CASATI (3); Rodrigo César MARQUES (4); Elver Luiz MAYER (5)

- (1) Núcleo de Atividades Espeleológicas (NAE).
- (2) Instituto do Carste.
- (3) Centro Universitário Fundação Santo André (FSA)
- (4) Departamento de Ciências Biológicas (DCBio-FCBS) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM, campus Diamantina).
- (5) Instituto de Estudos do Xingu - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (IEX-UNIFESSPA).

Contatos: andregomide86@gmail.com; aauler@gmail.com; rafael.casati@fsa.br; marquesrc@yahoo.com.br; elver@unifesspa.edu.br.

Resumo

A ocorrência de fósseis de invertebrados marinhos preservados nos calcários da Formação Itaituba (Carbonífero) é caracterizada preliminarmente. Os fósseis ocorrem cimentados nas paredes de quatro cavernas, localizadas na região de Aveiro (PA), e foram analisados anatomicamente e tafonomicamente. Foram identificados representantes dos grupos: braquiópodes, equinodermos, cnidários e gastrópodes. Como a maior parte dos espécimes está desarticulada e fragmentada, infere-se que estiveram expostos a transporte em momento anterior ao soterramento. Apesar do registro de conchas articuladas e de corais preservados, aparentemente, em posição de vida, essas ocorrências foram pontuais e não sustentam a ideia de que se trata de um depósito autóctone. A próxima etapa do trabalho será destinada à coleta de materiais que possibilitem a identificação taxonômica mais refinada e inferências tafonômicas mais abrangentes.

Palavras-Chave: invertebrados marinhos, Carbonífero, calcarenito, tafonomia.

Abstract

Fossils of marine invertebrates preserved in the limestones of the Itaituba Formation (Carboniferous), cemented in the walls of four caves located in the region of Aveiro (PA), are described. Brachiopods, echinoderms, cnidarians, and gastropods were identified and taphonomically characterized. As most of the specimens are disarticulated and fragmented, it is inferred that they were exposed to transport prior to burial. Despite the record of articulated shells and apparently life-position preserved corals, these occurrences were sporadic and do not support the idea that it is an autochthonous deposit. The next stage of the work will be devoted to the collection of materials that allow for more refined taxonomic identification and broader taphonomic inferences.

Keywords: marine invertebrates, Carboniferous, calcarenite, taphonomy.

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em fósseis que ocorrem em cavernas brasileiras logo vem à mente restos esqueléticos da megafauna extinta do Quaternário, como os tigres-dentes-de-sabre e preguiças-gigantes. De fato as cavernas brasileiras são os ambientes que preservam restos desses animais em maior quantidade (LUND; PAULA COUTO, 1950; BERGQVIST; ALMEIDA, 2004; CARTELLE, 2012), mas também podem abrigar outros restos e vestígios de interesse paleontológico. São exemplos disso as marcas de incisões produzidas por xenartras, as paleotocas (BITTENCOURT

et al., 2015), as impressões de folhas de vegetais e as conchas de gastrópodes terrestres incrustadas (FERREIRA *et al.*, 2010). Também há ocorrências de carapaças de outros invertebrados preservadas por incrustação (ex. Diplopoda), assim como nidificações produzidas por esses animais (VASCONCELOS; BITTENCOURT, 2018; VASCONCELOS, 2020).

No que se refere a fósseis preservados na rocha encaixante de cavernas brasileiras, os registros são escassos (CARVALHO; GALLO, 2002) e apresentam distribuição restrita no território do país. Tais registros se referem principalmente a estromatólitos

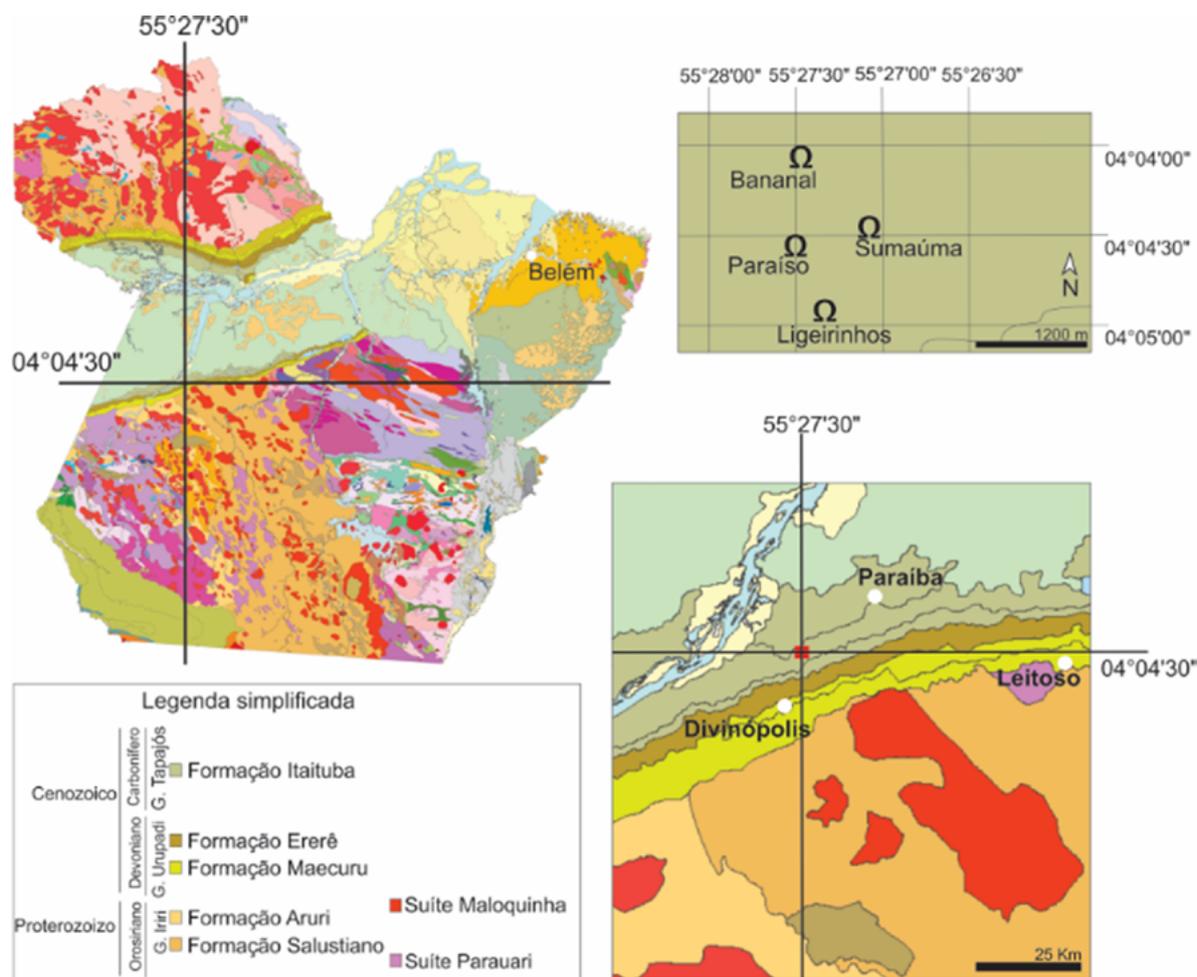


Figura 1: Localização das cavidades Paraíso, Bananal, Sumaúma I e Ligeirinhos, inseridas nos calcarenitos carboníferos da Fm. Itaituba. Modificado de VASQUEZ; SOUSA; CARVALHO, (2008).

de idade Proterozoica que foram observados em cavidades desenvolvidas no Grupo Vazante e Bambuí, nas regiões cársticas de Vazante-Unaí-Paracatu e Arcos-Pains-Doresópolis (MG) (REIS *et al.*, 2019; VASCONCELOS *et al.*, 2020). Há também a menção de fósseis de invertebrados marinhos do Carbonífero, preservados na caverna Paraíso, Aveiro, Pará (PA) e que foram previamente identificados como braquiópodes e cnidários (ZOGBI *et al.*, 2017).

Durante a busca por depósitos fossilíferos em cavernas do Pará, a caverna Paraíso foi visitada, juntamente com outras quatro cavidades nas imediações. As cavernas foram prospectadas, assim como seu entorno, e em todas foram observados esses e outros fósseis cimentados nas paredes das cavidades. Tais observações podem ampliar o conhecimento sobre esses registros incomuns de fósseis preservados na rocha encaixante de cavernas, de maneira que o objetivo deste trabalho é apresentar uma caracterização geral dos fósseis identificados nas cavernas visitadas e a contextualização preliminar de seu modo de preservação.

1.1 Área de estudo

As cavidades são desenvolvidas nos calcarenitos da Formação Itaituba. Essa Formação é parte do Grupo Tapajós, que é a última fase de deposição transgressiva-regressiva do Paleozoico na Bacia do Amazonas. Ela se caracteriza por calcários ricos em bioclastos marinhos, dolomitas, folhelhos, siltitos, arenitos e evaporitos, que por sua vez, se repetem em ciclos (Figura 1; CAPUTO, 2014).

2. METODOLOGIA

Entre setembro e outubro de 2022 foi realizada uma prospecção paleontológica em quatro cavernas no Pará, denominadas Paraíso, Bananal, Sumaúma I e Ligeirinhos. Todas estão situadas próximas aos limites entre os municípios de Aveiro e Divinópolis, PA.

A prospecção foi realizada através da varreduras visual das superfícies das paredes, pisos e tetos das cavernas (MINAS GERAIS, 2005; MMA, 2017) em busca de fósseis e restos orgânicos de interesse paleontológico. Além da rocha encaixante, depósitos sedimentares secundários também foram alvo de buscas.

Em uma análise preliminar, foram identificados fósseis de braquiópodes, equinodermos e corais.

O modo e estado de preservação dos fósseis foram caracterizados considerando o local onde se encontram e as feições tafonômicas macroscópicas (BRETT; BAIRD, 1986; HENDERSON; FREY, 1986; HOLZ; SIMÕES, 2002; RODRIGUES; SIMÕES, 2010; WOOD, 2011). O local de preservação dos fósseis variou entre diferentes locais da rocha encaixante (parede, piso, teto), em meio a depósitos clásticos ou incrustado e/ou permineralizados. As feições tafonômicas macroscópicas consideradas para a análise bioestratinômica foram sinais de abrasão, fragmentação, bioerosão e desarticulação. Os processos de fossilização foram caracterizados com base nas alterações de coloração, peso ou deposição de minerais sobre ou no interior os restos. Já em relação à preservação dos vestígios, buscou-se por impressões e moldes (Quadro 1; MENDES, 1988; PROTERO, 2013).

Quadro 1: Alterações tafonômicas avaliadas nos fósseis de invertebrados preservados nas cavernas estudadas. Fonte: (BRETT; BAIRD, 1986; HENDERSON; FREY, 1986; HOLZ; SIMÕES, 2002; RODRIGUES; SIMÕES, 2010; WOOD, 2011).

Etapa/ Alteração		Características
Bioestratinomia	Abrasão	As superfícies ficam polidas, devido ao choque
	Desart.	Separação dos elementos de um esqueleto
	Dissol.	Efeito de dissolver elementos orgânicos, principalmente por processos químicos
	Fragm.	Quebra das partes duras do organismo (ex. concha)
	Bioer.	Processos corrosivos causados por organismos (perfuração, dissolução, predação)
Fossilização		Alteração na coloração, no peso, na deposição de minerais ou preservação dos vestígios (impressões, moldes)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Formação Itaituba é caracterizada por arenitos com calcários e pelitos intercalados, que foram depositados no Paleozoico Superior, em um ambiente marinho raso e planície de inframaré (SCOMAZON, 2004).

O entendimento sobre intervalo do tempo geológico em que as rochas são formadas é fundamental para que se compreenda o fato de haver ou não fósseis nelas preservados. Somando-se a isso, as condições paleoambientais também terão um impacto nisso. Grande parte das rochas que compõe as províncias espeleológicas brasileiras foi formada no

Proterozoico, Era geológica onde a vida macroscópica ainda era insipiente (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979; SCHOPF *et al.*, 2007). Por isso que, ao contrário de outras regiões do mundo, o registro de fósseis na rocha encaixante é escasso no Brasil, principalmente quando se fala em macrofósseis (SANTUCCI; KENWORTHY; KERBO, 2001; SANTUCCI, 2017; BUSTOS *et al.*, 2018; VASCONCELOS *et al.*, 2020).

3.1 Taxonomia

Foram identificados espécimes de braquiópodes, briozoários, crinóides, equinodermatas e gastrópoda. Os grupos foram listados de acordo com a abundância observada nas cavernas.

Uma dificuldade encontrada para refinar a identificação taxonômica dos fósseis se deve ao fato de que somente puderam ser observadas suas porções aflorantes, onde o calcarenito foi erodido. Com isso, a observação das estruturas anatômicas de cada espécime foi limitada à sua porção exposta.

Para afloramentos a céu aberto da Formação Itaituba já foram descritas diversas espécies de organismos marinhos, incluídas nos grupos: foraminíferos, ostracodes, briozoários, crinóides, braquiópodes, bivalves, gastrópodes, equinóides, cefalópodes, escafópodes, esterídeos e trilobitas. Também há registros de fósseis de vertebrados, representados por aparelhos bucais de conodontes (FRANCISCO; PEDRO LOEWENSTEIN, 1968; MENDES, 1972; NASCIMENTO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2019). Para uma das cavidades aqui consideradas, a caverna Paraíso, já foram relatados fósseis de Cnidaria e Brachiopoda (ZOGBI *et al.*, 2017).

3.2 Aspectos tafonômicos

Os processos dissolutivos e erosivos que atuam na gênese e expansão dos condutos das cavernas são também responsáveis pela exposição dos fósseis.

No interior das cavernas os fósseis são uma ocorrência comum, enquanto nos afloramentos de rocha próximos às cavernas não foram observados fósseis. Uma exceção foi verificada pela ocorrência de fósseis em um leito de rio há aproximadamente 600 metros da caverna Sumaúma I. Esse padrão de ocorrência pode estar relacionado ao fato de o ambiente cavernícola não apresentar alguns fatores destrutivos que são presentes, ou intensificados, nos ambientes externos (*e.g.* ampla variação de temperatura; exposição à luz solar; exposição às águas pluviais; pisoteamento por vertebrados).

A maior parte dos fósseis está preservada na rocha encaixante. Porém, também foram observados



Figura 2: Diferentes modos de preservação dos braquiópodes, onde foram observados em meio ao sedimento e cimentados na parede da caverna. (A) molde interno (*Composita* sp.), (B) contramolde (*Inflatia* sp.) e (C) concha aparentemente com alterações químicas em sua estrutura (*Spiriferida* indet.). Escala: 3 cm.

espécimes em matações e blocos colapsados, assim como desagregados da matriz rochosa, em meio ao sedimento sobre o piso (Figura 2). Uma vez que os fósseis ocorrem fortemente cimentados ao calcarenito a coleta sem auxílio de ferramentas perfurocortantes foi impossibilitada. Isso dificultou a descrição das alterações tafonômicas.

Os fósseis estão preservados de maneira caótica na matriz rochosa (depósitos parautóctones), sendo que a maioria deles está desarticulada (Figura 3; KIDWELL; FÜRSICH; AIGNER, 1986). A fragmentação também foi outra alteração frequentemente observada, variando desde o estado íntegro ao de muito fragmentado (Quadro 2).

De maneira geral, infere-se que essas fraturas estão associadas aos processos de deposição e litificação da rocha, pois algumas delas estão preenchidas pelo mesmo material que compõe a rocha (HILLS; THOMAS, 1944, 1944; NICKELSEN, 1966). Fósseis no estado de fragmento foram observados mais comumente entre os espécimes totalmente desagregados do calcarenito, em meio ao sedimento no piso das cavernas. Uma vez depositados sobre o piso, eles se

Quadro 2: Feições tafonômicas observadas nos táxons reportados para as cavernas. Legenda: (1) Abrasão, (2) Desarticulação, (3) Fragmentação, (4) Alteração na coloração, (5) Incrustação, (6) Permineralização, (7) Impressão interna, (8) Impressão externa, (9) Molde, (10) Contramolde.

Táxons	Cavidades			
	Par.	Ban.	Sum.	Lig.
Brachiopoda	1,2,3,4,7,8	2,3,6,10	2,3	1,2,4,10
Bryozoa	3,4		1,3,6	
Crinoidea	3,4		3	
Ofuroide	1,2,3,4,5			1,2,3,4
Gastropoda	3,4			



Figura 3: Restos desarticulados de equinodermos (placas e espinhos), (A) incrustados sobre o piso e (B) cimentado na parede da caverna. Escala: 2,5 cm.

comportam como partículas sedimentares que estão sujeitas ao transporte a agentes destrutivos. (HOLZ; SIMÕES, 2002). Uma vez depositados sobre o piso, eles se comportam como partículas sedimentares que estão sujeitas ao transporte a agentes destrutivos. A

caverna tem fluxos hidráulicos contínuos e vários condutos têm seixos e blocos de origem alóctone e autóctone. Ao serem transportados pela água, o atrito dos fósseis com esse sedimento faz com que se fragmentem com certa facilidade. Adicionalmente, a caverna é visitada, e as pessoas também contribuem com a fragmentação dos fósseis. Isso também foi notado nos espécimes preservados onde o teto é baixo e nas paredes, onde os visitantes se apoiam ou esbarram nos fósseis (ex. concha de gastrópode; Figura 4C). A abrasão foi o processo menos frequentemente reconhecido nos fósseis e não foram observados espécimes com feições de dissolução ou bioerosão.

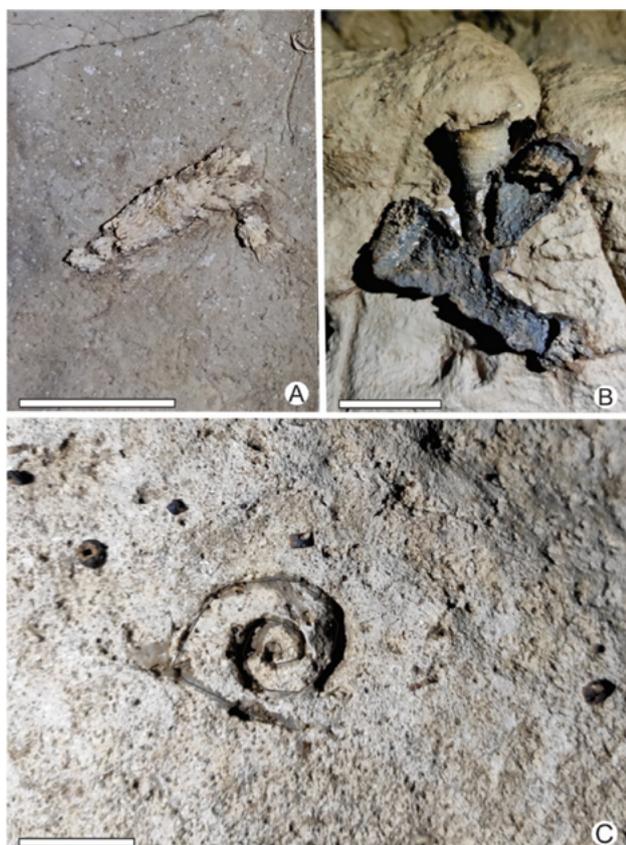


Figura 4: Restos fragmentados de corais briozoários (A e B) e de gastrópode (C), cimentados nas paredes e teto da caverna. Escala: 2 cm.

Quanto aos aspectos fossildiagnéticos, pôde-se supor que muitos fósseis sofreram processos que alteraram suas estruturas químicas. Isso porque foram observadas mudanças na coloração dos fósseis (TUCKER, 1991). Porém, somente a partir de análises químicas e de lâminas petrográficas essa hipótese poderá ser confirmada (ALENCAR *et al.*, 2022).

Os fósseis se apresentam com coloração cinza e com aspecto vítreo (Figura 4A), coloração bege

opaca e coloração preta (Figura 4B) e opaca. Alguns fósseis estavam encobertos por uma capa de óxidos, que também encobre porções das superfícies das cavernas (Figura 4C). A ocorrência de impressões (internas e externas) e moldes também foi observada. Esses vestígios são recorrentes nos seixos e blocos que encobrem o piso das cavernas, principalmente na Paraíso. Como mencionado anteriormente, só foi possível observar as porções aflorantes dos fósseis em meio ao calcarenito, de maneira que a coleta de dados tafonômicos também foi limitada.

3.3 Comentários adicionais

As cavernas Paraíso, Bananal, Sumaúma I e Ligeirinhos estão numa área de desmatamento em curso, nas proximidades da Rodovia Transamazônica. A cerca de dois km da caverna Paraíso há uma pedra calcária e também usinas hidrelétricas no rio que percorre a caverna. Em 2016 foi enviada uma petição para o CECAV, solicitando a proteção dessa caverna (ZOGBI *et al.*, 2017).

As cavernas visitadas têm um grande potencial relacionados a diversos aspectos e medidas de proteção devem ser criadas. Além dos fósseis, o conjunto dessas cavernas apresenta feições de interesse científico-didático e cênicos, como sua fauna, as estruturas geológicas, os depósitos sedimentares, além dos vestígios arqueológicos e evidências paleoclimáticas (CHENG *et al.*, 2013; EVANGELISTA-JÚNIOR *et al.*, 2013; ZOGBI *et al.*, 2017).

4. CONCLUSÕES

Ocorrências de fósseis de invertebrados marinhos do Carbonífero preservados em quatro cavernas calcárias localizadas na região de Aveiro (PA) foram identificadas taxonomicamente e caracterizadas tafonomicamente. Além dos táxons já reportados, foram reportados mais três grupos (Ofuroidea, Crinoidea e Gastropoda). Os espécimes se encontram preservados na rocha encaixante e desagregados em meio ao sedimento das cavernas. Os que estão preservados nas paredes se encontram em melhor estado de preservação, sendo possível observar estruturas morfológicas delicadas. Já os que estão em meio ao sedimento, se apresentam bastante fragmentados.

Uma vez que a maior parte dos espécimes está desarticulada e fragmentada, infere-se que estiveram expostos a transporte. Apesar do registro de conchas articuladas e de corais preservados, aparentemente, em posição de vida, essas ocorrências foram pontuais e não sustentam a ideia de que se trata de um depósito autóctone.

A próxima etapa do trabalho será destinada a coleta de materiais que possibilitem a identificação taxonômica mais refinada e inferências tafonômicas mais abrangentes.

5. AGRADECIMENTOS

À FAPESP [2019/25908-1], à FAPESPA: [2020/1023343; 2022/43383] e ao CNPQ-PIBIC/UNIFESSPA-PNAES pelo auxílio financeiro. À Leda Zogbi pelas informações cedidas sobre as cavernas e aos proprietários que permitiram o acesso às áreas .

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, W. J. *et al.* Vibrational spectroscopy, X-ray diffraction and EDS applied to reveal the fossilization pathways of fossil shells from the Jandaíra Formation, Upper Cretaceous Northeast Brazil. **Vibrational Spectroscopy**, v. 123, p. 103430, 1 nov. 2022.
- BERGQVIST, L. P.; ALMEIDA, E. B. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. **Revista da Universidade de Guarulhos**, v. 9, n. 6, p. 54–68, 2004.
- BITTENCOURT, J. S. *et al.* Registro Paleontológico em Caverna Desenvolvida em Formações Ferríferas na Serra do Gandarela (MG). Em: RUCHKYS, Ú. DE A. *et al.* (Eds.). **Patrimônio Espeleológico em Rochas Ferruginosas**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2015. p. 192–209.
- BRETT, C. E.; BAIRD, G. C. Comparative Taphonomy: A Key to Paleoenvironmental Interpretation Based on Fossil Preservation. **PALAIOS**, v. 1, n. 3, p. 207, 1986.
- BUSTOS, D. *et al.* Footprints preserve terminal Pleistocene hunt? Human-sloth interactions in North America. **Science Advances**, v. 4, n. 4, p. eaar7621, abr. 2018.
- CARTELLE, C. G. **Das grutas à luz, mamíferos pleistocênicos de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Bicho do Mato, 2012.
- CARVALHO, M. S. S.; Gallo, V. The presence of *Ptychodus* (Chondrichthyes, Hybodontoidae). Em the Cotin-guiba Formation, Upper Cretaceous of the Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil. **6º. Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil e 2º. Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, 2002, São Pedro. Boletim do 6o. Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil e 2º. Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur**. Rio Claro: UNESP, 2002. p. 307-309.
- CHENG, H. *et al.* Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. **Nature Communications**, v. 4, p. 1411, jan. 2013.
- EVANGELISTA-JÚNIOR, C. F. *et al.* Levantamento preliminar da fauna da Caverna Paraíso, uma das maiores cavernas da Amazônia, Aveiro, estado do Pará. Em: RASTEIRO, M. A.; MORATO, L. D. (Eds.). **Anais do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia**. Campinas: SBE, 2013. p. 121–125.
- FERREIRA, R. *et al.* Fauna subterrânea do estado do Rio Grande do Norte: caracterização e impactos. **Revista Brasileira de Espeleologia**, v. 1, p. 25–51, 2010.
- FRANCISCO, B. H. R.; PEDRO LOEWENSTEIN. Léxico estratigráfico da região norte do Brasil. **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, n. 9, p. 3–93, 1968.
- HENDERSON, S. W.; FREY, R. W. Taphonomic Redistribution of Mollusk Shells in a Tidal Inlet Channel, Sapelo Island, Georgia. **PALAIOS**, v. 1, n. 1, p. 3, fev. 1986.
- HILLS, E. S.; THOMAS, D. E. Deformation of Graptolites and Sandstones in Slates from Victoria, Australia. **Geological Magazine**, v. 81, n. 5, p. 216–222, out. 1944.
- HOLZ, M.; SIMÕES, M. G. **Elementos Fundamentais de Tafonomia**. 1ª edição ed. Porto Alegre: UFRGS, 2002.
- KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. H. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-tema**, v. 13, p. 105–167, 1979.

- KIDWELL, S. M.; FÜRSICH, F. T.; AIGNER, T. Conceptual Framework for the Analysis and Classification of Fossil Concentrations. **Palaios**, v. 1, n. 3, p. 228–238, 1986.
- LUND, P. W.; PAULA COUTO, C. **Memórias sobre a Paleontologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950. v. 1
- MENDES, J. C. Braquiópodes e moluscos neocarboníferos da Amazônia (Formação Itaituba). **Anais da Academia Brasileira de Ciências.**, v. 44, p. 244–246, 1972.
- MENDES, J. C. **Paleontologia Básica**. São Paulo: T. A. Queiroz Ed. USP, 1988.
- MINAS GERAIS. **Termo de referência para elaboração de estudos de impacto ambiental para atividades minerárias em áreas cársticas no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG: FEAM/IBAMA, 2005.
- MMA, M. DO M. A. Instrução Normativa no 2, de 30 de agosto de 2017. . 30 ago. 2017, Sec. 1, p. 161.
- NASCIMENTO, S. *et al.* Primeira ocorrência dos gêneros *Ellisonia*, *Gondolella* e *Ubinates* (Conodonts) para a Formação Itaituba, Pensilvaniano da Bacia do Amazonas, Brasil. **Gaea - Journal of Geoscience**, v. 6, n. 2, p. 56–62, 2010.
- NICKELSEN, R. P. Fossil Distortion and Penetrative Rock Deformation in the Appalachian Plateau, Pennsylvania. **The Journal of Geology**, v. 74, n. 6, p. 924–931, nov. 1966.
- PROTHERO, D. R. **Bringing Fossils to Life: An Introduction to Paleobiology**. Edição: 3 ed. New York: Columbia University Press, 2013.
- REIS, P. V. M. *et al.* Classificação do grau de dificuldade da Gruta Ronan I, Coromandel, MG. Em: ZAMPAULO, R. A. (Ed.). **Anais do 35 Congresso Brasileiro de Espeleologia**. Campinas: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2019. p. 214–216.
- RODRIGUES, S.; SIMÕES, M. G. Taphonomy of *Bouchardia rosea* (Rhynchonelliformea, Brachiopoda) shells from the Ubatuba Bay, Brazil: implications for the use of taphonomic signatures in (paleo)environmental analysis. **Ameghiniana**, v. 47, n. 3, p. 373–386, 2010.
- SANTUCCI, V. Preserving fossils in the national parks: A history. **Earth Sciences History**, v. 36, p. 245–285, 1 jan. 2017.
- SANTUCCI, V. L.; KENWORTHY, J.; KERBO, R. An inventory of paleontological resources associated with National Park Service Caves. p. 62, 2001.
- SCHOPF, J. W. *et al.* Evidence of Archean life: Stromatolites and microfossils. **Precambrian Research**, Earliest Evidence of Life on Earth. v. 158, n. 3, p. 141–155, 5 out. 2007.
- SCOMAZZON, A. K. **Estudo de conodontes em carbonatos marinhos do Grupo Tapajós, Pensilvaniano Inferior a Médio da Bacia do Amazonas, com aplicação de isótopos de Sr e Nd neste intervalo**. Tese—Porto Alegre: UFRGS, 2004.
- SILVA, Y. A. *et al.* Associação fossilífera e caracterização paleoambiental em depósitos pensilvanianos da Formação Itaituba, borda norte da Bacia do Amazonas, Pará. Em: ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. *et al.* (Eds.). **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Uberlândia: SBP, 2019. v. 2.
- TUCKER, M. E. The diagenesis of fossils. Em: DONOVAN, S. K. (Ed.). **The processes of fossilization**. New York: Columbia University Press, 1991. p. 84–104.
- VASCONCELOS, A. G. **Complementação dos métodos de valoração paleontológica para fins de**. Tese de doutorado—Belo Horizonte, MG, Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.
- VASCONCELOS, A. G. *et al.* Stromatolites in Caves in Southeastern Brazil and their Importance to Geoconservation. **Geoheritage**, v. 12, n. 2, p. 48, jun. 2020.

- VASCONCELOS, A. G.; BITTENCOURT, J. S. Desenterrando a vida do passado. Potencial paleontológico em cavernas. Em: SOUZA, T. A. R.; AULER, A. S. (Eds.). **O carste de Vazante-Paracatu-Unai: revelando importâncias, recomendando refúgios**. Belo Horizonte: Carste Ciência e Meio Ambiente, 2018. p. 215–297.
- VASQUEZ, M. L.; SOUSA, C. S.; CARVALHO, J. M. A. **Mapa geológico e de Recursos Minerais do Estado do Pará**, 2008.
- WOOD, R. Taphonomy of Reefs Through Time. Em: ALLISON, P. A.; BOTTJER, D. J. (Eds.). **Taphonomy: Process and Bias Through Time**. Aims & Scope Topics in Geobiology Book Series. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. p. 375–409.
- ZOGBI, L. DE A. *et al.* Paraíso Cave: A remarkable limestone cave system in the Brazilian Amazonia. Proceedings 17th International Congress of Speleology. **Anais...** Em: 17TH INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY. Sydney: Australian Speleological Federation, 2017.