



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

CASTRO, C.E.; SILVA, F.M.; MACIEL, E.L. Considerações sobre a gênese de cavernas areníticas no sul do Maranhão. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.132-137. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_132-137.pdf. Acesso em: *data do acesso*.

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

CONSIDERAÇÕES SOBRE A GÊNESE DE CAVERNAS ARENÍTICAS NO SUL DO MARANHÃO

CONSIDERATIONS ON THE GENESIS OF ARENYTIC CAVES IN SOUTH MARANHÃO

Cláudio Eduardo de CASTRO (1,4); Flávia Martins SILVA (2,4); Edelson Leitão MACIEL (3,4)

(1) Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho -Pres. Prudente, Brasil (2012); Coordenador de Mestrado do Pós-Graduação em Geografia - UEMA, Brasil.

(2) Mestranda em Geografia –UEMA, Brasil.

(3) Graduado em Geografia Bacharelado- UEMA, Brasil.

(4) Grupo de Estudo de Unidades de Conservação-GEUC –UEMA, Brasil.

Contatos: geucuema@gmail.com.

Resumo

O carste é associado á formas constituídas por rochas calcárias, porém os estudos mostram que existem as mesmas feições deste ambiente em outras litologias pouco solúveis, como as clásticas. Esse trabalho apresenta os resultados de pesquisas realizadas no Sul do Estado do Maranhão, cuja finalidade se deu em mapeamento e estudo de cavernas em arenito. A área de estudo caracteriza-se por um relevo composto de Morros e Chapadas com litologia arenítica que, aliadas às características climáticas, intemperismo químico, dinâmica hídrica e a friabilidade da rocha encaixante, favorecem a formação de endocarste em determinadas porções da geomorfologia. Apresenta-se as cavernas Deijaci, em Carolina; Santa Bárbara, em Riachão e as Toca do Gavião e Vista dos Buritis, em Tasso Fragoso como representativas do mapeamento de cavernas no Sul do Maranhão.

Palavras-Chave: carste; arenito; sul do Maranhão.

Abstract

The karst is associated with forms constituted by limestone, but the studies show that it has the same features of this environment in other poorly soluble lithologies, such as clastic. This paper presents the results of researches conducted in the south of the state of Maranhão, whose finalida-of the mapping and study of caves in sandstone. The study area is characterized by a relief composed of Morros and Chapadas with sandstone lithology that, allied to the climatic characteristics, chemical intemperism, hydric dynamics and the friability of the embedded rock, favor the form of endocste in Certain portions of the geomorphology. The Deijaci caves in Carolina are presented; Santa Barbara, in Riachão and the Toca do Hawkeye and Vista dos Buritis, in Tasso Fragoso as representing the mapping of caves in the south of Maranhão.

Keywords: carste; sandstone; southern Maranhão.

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos sobre o ambiente cárstico se deram entre o final do século XIX e início do século XX em uma região que era chamada de “Kras” onde fica a atual Eslovênia, cujas as formações morfológicas são constituídas por calcário. Advém daí a denominação carste para regiões que apresentam feições constituídas em ambiente carbonático formadas por dissolução da rocha original com grande facilidade (KOHLENER, 1998).

O processo químico de dissolução da rocha carbonática ocorre quando o cálcio da rocha entra em contato com água, geralmente proveniente da chuva drenada nas entranhas rochosas, a qual traz

dissolvido o ácido carbônico, responsável pela reação com o carbonato de cálcio, ou mesmo com sulfato de cálcio ou carbonato de magnésio, quando presentes. O deslocamento da água é regulado pela litologia mais ou menos fraturada, que vai sofrendo variação por abrasão, dando origem a orifícios que vão se alargando cada vez mais até apresentar-se como cavernas (CVIJIC, 1960).

O conceito de carste é definido por inúmeros autores, entre os quais: CHRISTOFOLETTI (1980) define carste como áreas calcárias ou dolomíticas com uma topografia característica, oriunda da dissolução de tais rochas. BIGARELLA *et al* (1994), trata como uma paisagem que apresenta aspectos ruiformes e esburacados, preponderan-

temente desenvolvidos em formações calcárias (calcários e dolomitos). KLIMCHOUK & FORD (2000); BOUILLON (1972) consideram tratar-se de um sistema de transferência de massa integrada em rochas solúveis, com permeabilidade estrutural dominada por condutos estabelecidos pela dissolução do material rochoso e organizado para facilitar a circulação de fluídos, FLORENZANO (2008) também o define como uma assembleia de formas distintas desenvolvidas sobre rochas solúveis.

Apesar dos conceitos de carste estarem associados desde o princípio a ambientes formados por processos de solubilidade, a evolução dos estudos comprova a ocorrência das mesmas feições em litologias pouco solúveis, como nos arenitos, cuja formação não se dá exclusivamente por meio de dissolução da rocha, as cavidades formam-se nos arenitos em meio a sedimentos detríticos, através de ações físico-químicas, ou seja, acontece dissolução no processo de formação, mesmo que menos intensamente que nos sedimentos formados por minerais suscetíveis à dissolução congruente como os carbonáticos (HARDT, 2011).

Portanto pode-se afirmar que os processos formadores do ambiente carstificado no arenito ocorrem de duas maneiras: por corrosão e erosão onde o escoamento da água da chuva faz com que haja o desgaste dos paredões rochosos, formando alvéolos que se alargam com a ação continuada do intemperismo químico e físico provocados pela ação da água, vento e da força gravitacional (MONTEIRO e RIBEIRO, 2001). Além disso, a friabilidade da rocha, fraturamentos, clima e a estratigrafia do corpo rochoso cooperam significativamente para a formação de endocarste.

No Estado do Maranhão, a região Sul é composta por um relevo de morros e chapadas e apresenta áreas com arenitos propícios para a formação de endocarste, uma vez que as características geológicas, as condições climáticas e intempéricas dessas áreas ocasionam corrosão e erosão das rochas que evoluem na formação deste.

Esse trabalho apresenta um estudo realizado nos municípios de Carolina, Riachão e Tasso Frago, que tem sido significativo no mapeamento de cavernas em arenito, com o objetivo de contribuir para a preservação do patrimônio geoespeleológico brasileiro através da prospecção, topografia, cadastramento e reconhecimento dos aspectos importantes no que tange à peculiaridade individual e gênese de cada uma delas.

2. METODOLOGIA

Primeiramente fez-se estudos relacionados à morfologia da região, utilizando da pesquisa exploratória em relação às informações sobre a geologia, geomorfologia e geografia da região sul maranhense especificamente dos municípios de Carolina, Riachão e Tasso Frago, além de busca de dados sobre Carste e suas características e o Cadastro Nacional de Cavidades-CNC do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV).

Com esse levantamento foi possível fazer um prognóstico sobre o estudo e consecutivamente analise *in loco* através do método indutivo que segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 86) “[...] é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas.

A partir de visitas realizadas para um parecer técnico quanto à instalação de Pequenas Hidrelétricas no rio Parnaíba, e pela instalação da hidrelétrica de Estreito, no rio Tocantins, as evidências da ocorrência de carste nos arenitos dessas regiões foi constatada, daí a escolha delas para a pesquisa. A prospecção seguiu a lógica inicial de informações de moradores e guias locais para se encontrar as cavernas, baseado no mapa de elevação, construído a partir de imagem SRTM, escolheu-se áreas que apresentassem potencialidade, pela geomorfologia mais típica, que foram visitadas para busca de cavidades.

Todas as cavernas foram topografadas conforme as premissas de Dematteis (1975), e as normas estabelecida Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), dos parâmetros pelo sistema da British Cave Research Association (BCRA) em grau 4C. Também foram encaminhados os cadastros junto à SBE-CECAV.

Para que o levantamento pudesse subsidiar decisões futuras quanto a ações de uso e empreendimentos, fez levantamento sucinto quanto à gênese e descrição dos aspectos mais importantes de cada uma delas.

No que se refere à gênese, buscou-se relacionar o contexto geológico, especificamente os arenitos existentes, a origem desses sedimentos e primordialmente, as características da cavidade. No que concerne aos aspectos individuais das cavernas, mensurou-se a projeção horizontal e desenvolvimento, a partir do que se distinguiu as Cavernas em suas semelhanças e individualidades. Se buscou entender as possíveis características contribuintes

para a gênese e desenvolvimento, possível presença de morfofocarste, substrato e inserção no relevo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios de Carolina, Riachão e Tasso Fragoso ficam localizados na Mesorregião Sul do Estado do Maranhão (Figura 1) cujas características fisiografias são: Clima tropical úmido com temperatura média anual de 26,1° C com duas estações bem definidas, verão seco (de maio a outubro) e inverno chuvoso (novembro a abril) BRITO (2003).

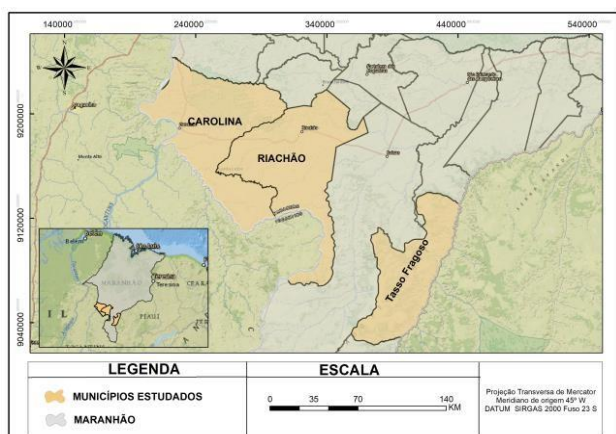


Figura 1: Mapa de localização dos municípios estudados.

Os processos intempéricos, principalmente pela ação eólica e da água, criaram depósitos areníticos que vieram formar os arenitos hoje existentes.

Em Carolina e Riachão predomina a Formação Sambaíba (idade Triássica) afossilífera, correspondendo ao período final da desertificação da bacia. A interrupção da sedimentação é atribuída a um soerguimento generalizado devido à Orogenia Gondwana (GÓES & FEIJÓ, 1994). Os sedimentos são compostos por arenito de estratificação cruzada. Nesses municípios afloram com pouca representatividade as Formações Mosquito e Formação Mutuca.

O município de Tasso Fragoso, nos níveis passíveis de ocorrências de cavernas, ocorre as Formações Pedra de Fogo e Piauí, cujos arenitos apresentam-se avermelhados e roxeados, finos a médios, com intercalações de folhelhos vermelhos e subordinadamente calcários e finas camadas de sílex, correspondendo a registros litológicos de incursões marinhas (LIMA e LEITE, 1978).

Os trabalhos desenvolvidos entre outubro de 2015 a maio de 2017 resultaram na descoberta de mais de 100 cavernas (Figura 2), nas quais se fizeram observações quanto a indícios de corrosão e erosão. Destaca-se aqui uma caverna em Carolina, uma em Riachão e duas em Tasso Fragoso.



Figura 2: Mapa de pontos de cavernas encontradas no Sul do Maranhão

Em Carolina, na caverna Deijacy, o processo de formação predominante é a erosão, porém com indícios de corrosão no teto e no fundo da cavidade (cúpulas de dissolução). A nascente existente no final da caverna é o atual principal agente formador, por erosão, ficando a infiltração no teto e nas paredes como agente erosivo-corrosivo que amplia o salão (Figura 3).

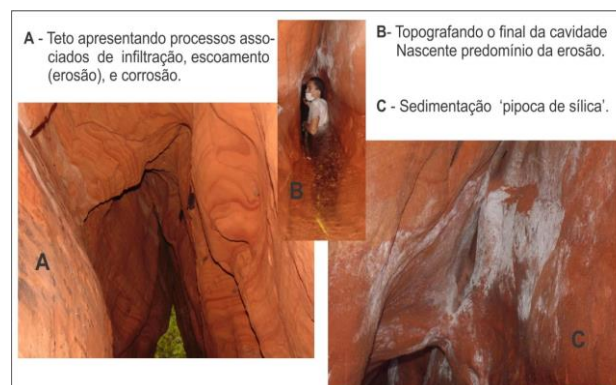


Figura 3: Caverna Deijacy.

Para Pontes (2009) a hidrologia subterrânea associada a estrutura da rocha é o principal responsável pela forma, gênese e dinâmica do endocarte, dessa forma, como afirma o autor, as cavernas se constituem por um sistema de canais horizontais ou verticais com fraturas e fendas de variações irregulares, as cavernas formam um complexo sistema de condutos de excepcional beleza cênica, onde a ação da água em algum momento e de diferentes formas dissolveu a rocha matriz.

Em Riachão, a caverna Santa Bárbara, tem sua gênese associada à erosão fluvial. Ela situa-se à jusante do poço da cachoeira que possui mesmo nome da caverna e do rio. Em fase posterior, com o aprofundamento do leito, a cavidade vem se formando primordialmente pela erosão-dissolução, nessa ordem de importância, ocasionada pela infil-

tração nas fissuras e fraturas das camadas superiores da rocha, as quais concorreram grandemente para o colapso e desmoronamento, formando o salão que testemunha esse fato através dos blocos depositados no chão (Figura 4).

No município de Tasso Fragoso foram encontradas cavernas em arenito formadas pelo processo de decomposição-erosão das rochas. Nelas pode-se ter uma percepção do processo *piping*, ocasionado pela percolação das águas no interior do solo e da geologia, que dinamiza processos de rupturas hidráulicas, criando espaços erosivos, tubos de erosão (VARGAS, 1977). Coello Netto (1995) atribui grande importância às características pedológicas e litológicas, que nestes casos são mais ligados às discontinuidades litológicas, como fraturas, contato da sedimentação cruzada, com se pode observar na figura 5.

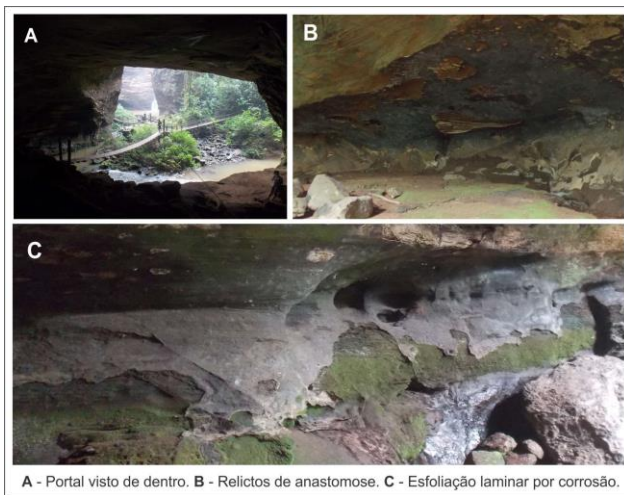


Figura 4: Caverna Santa Bárbara.



Figura 5: Caverna do Gavião.

Observa-se o endurecimento de camadas do arenito, cujas formas se assemelham a 'lacas' de cavernas em calcário. As marcas na rocha da parede seguem esse padrão. Nas paredes e teto há sinal de

água, especialmente nas laterais da entrada, na qual encontram-se os mais expressivos testemunhos da corrosão-sedimentação de uma nova forma concrecionária na qual o ferro é elemento fundamental.

Tal cavidade encontra-se a 17,5 metros da base do paredão, não apresentando qualquer drenagem, senão a umidade infiltrada no período mais úmido. O paredão no qual ela se encontra apresenta o resultado da erosão associada à corrosão, no entrelaçado tipo 'casco de tartaruga', no qual a água escoa, erodindo e ao mesmo agindo corrosivamente.

Na caverna Vista dos Buritis (Figura 6) há sinais de erosão que prioritariamente formou a caverna, como se vê nas superfícies polidas do arenito. Ocorre que atualmente, pela sazonalidade climática chuva-seca característica desta região dominada pelas diferentes fisionomias dos cerrados, a infiltração lenta da água pelas fraturas do arenito tem possibilitado uma ação mais efetiva dos processos corrosivos e ao mesmo tempo, deposicional do material resultante dessa corrosão, via de regra, concrecionário com o elemento ferro.

Nela evidenciam-se porosidades nas camadas mais reagentes do arenito que ao passo que retira elementos orgânicos, finos e o pouquíssimo cálcio existente, agrega outros, como o ferro, que se deposita no próprio local ou em paredes nas quais essa água, constituída por esses elementos, escorre, como na lateral direita de um pequeno salão da caverna Vista dos Buritis.

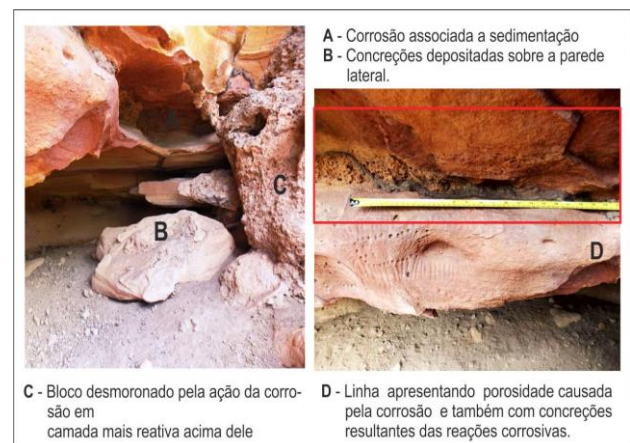


Figura 6: Caverna Vista dos Buritis.

Em Tasso Fragoso, na entrada da caverna Toca da Jussara, as paredes e uma parte do teto exibem áreas nas quais se apresenta a ação corrosiva (Figura 7) cuja gênese se dá pelo processo de *piping* presente no teto. À direita da entrada as inscrições rupes- tres foram feitas acima de uma linha horizontal que

expõe a corrosão no arenito, bem como em cone no teto, o qual abriga uma colônia de morcegos.



Figura 7: Inscrições rupestres na entrada da Caverna da Jussara.

4. CONCLUSÕES

O Sul do Maranhão possui várias evidências que demonstram a existência de Carste em arenito, principalmente pela presença das cavernas, mas não

só, também pelo que elas apresentam. Isso corrobora as opiniões que vêm sendo defendidas no meio acadêmico que é possível haver feições cársticas em arenitos.

Nos casos apresentados, nas cavernas no sul do Maranhão, as Formações Sambaíba e Piauí são as predominantes para a espeleogênese, cujos processos se associam à erosão da esculturação geomorfológica e a percolação (*piping*) da água que pela pouca velocidade possibilita a existência de processos químicos corrosivos e deposicionais.

As cavernas e feições presentes nesta área podem contribuir na consolidação da ocorrência de carste nos arenitos, cujas reações envolvem diferentes minerais, que não só o carbonato de cálcio.

REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos geológicos-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico**. Santa Catarina: Ed. da UFSC, 1994.
- BOUILLON, M. A **Espeleogênese**. In: *Descoberta do Mundo Subterrâneo*. Lisboa: Edição Livros do Brasil, 1972.
- BRITO, Lenir C.; Furtado, M. S.; Feitosa, A.C. **Impactos ambientais da monocultura da soja no município de Balsas-MA**. In: *X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Rio de Janeiro, UERJ, 2003.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- COELHO NETTO, A.L. Mudanças ambientais recentes, mecanismos e variáveis - controle do voçorocamento atual na bacia do rio Bananal, SP-RJ: bases metodológicas para previsão e controle de erosão. In: **V Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. 1995, Bauru. ABGE-UNESP, 1995. p.377-379.
- CVIJIC J. **La Geographie des Terrains Calcaires**. Académie Serbe des Sciences et des rts. Belgrado, 212 p. 1960.
- FLORENZANO **Geomorfologia Conceitos e Tecnologias Atuais**- São Paulo 2008.
- GÓES, A.M., Feijó, F.J. 1994. **Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, 8 (1):57-67.
- HARDT, R. **Da carsificação em arenito: aproximação com o suporte de geotecnologias. Tese de doutoramento**. Unesp, Instituto de Geociências e ciências Exatas. Rio Claro: Unesp, 2011.
- IBAMA/PREVFOGO. **Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Flórestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas** –Carolina, Março de 2007. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/plano_operativo_parna_da_chapada_das_mesas.pdf>. Acesso em: 16 Abr. 2016.

- KLIMCHOUK A.B., FORD D.C., PALMER A.N., DREYBRODT W. Eds. **Speleogenesis – evolution of karst aquifers**. National Speleological Society : 527 p. 2000.
- KOHLER, H. C. Geomorfologia Carstica. In: GUERRA, AJT.; CUNHA, SB. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 1998. 472 p.
- MONTEIRO, R. C. & RIBEIRO, L.F.B.2001. **Speleogenesis of Sandstone Caves: Some Considerations applied to the Serra do Itaqueri Speleological Province**, São Paulo State, Brazil – 13 th International Congresso d Speleology; 4 th Speleological.
- PONTES, H. S. **Geoespeleologia e Geomorfoespeleologia da Caverna da Chaminé Ponta Grossa – PR**. In: SEMANA DE GEOGRAFIA, 16. PONTA GROSSA: DEGEO/DAGLAS, 2009.
- VARGAS, M. **Introdução à mecânica dos solos**. São Paulo, McgrawHill do Brasil/EDUSP, 1977.