



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

GRUTAS E POLJES NA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, EXPRESSÃO DA CARSTIFICAÇÃO DO QUARTZITO

Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos (a), Joel Rodet(b)

(a) Centro Mineiro de Carstologia – CMC, Centro de Estudos em Geociências - CEGEO, Instituto de Ciência e Tecnologia – ICT, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e

Mucuri –UFVJM, alessandra.carvalho@ict.ufvjm.edu.br

(b) Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière – UMR 6143 CNRS, Université Rouen-Normandie –, France, joel.rodet@univ-rouen.fr

Eixo: Geoarqueologia, Geodiversidade e Patrimônio Natural

Resumo

O estudo sobre as grutas desenvolvidas em rochas não carbonáticas ainda é pequeno no Brasil, quando comparado às rochas carbonáticas. O pouco conhecimento leva alguns pesquisadores a considerar essas paisagens como pseudocársticas. Porém, estudos recentes mostram o desenvolvimento de exocarste, criptocarste e endocarste, com a presença marcante das cavernas e pojes em várias litologias, dentre elas as siliciclásticas, como os quartzitos. Uma das áreas com grande presença dessa rocha é a Serra do Espinhaço, na qual podem ser encontradas diversas cavidades catalogadas pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. O forte gradiente topográfico nesta região promove a carstificação e formação de cavernas, hoje, nos altos topográficos. Já, nas áreas deprimidas, ocorre a formação de poljes, visto o potencial de impermeabilização deste material. Por ser uma rocha mais resistente ao intemperismo, as marcas da evolução ficam registradas na paisagem cárstica, se mostrando um ótimo marcador cronológico.

Palavras chave: Cavernas, carste, Quartzito, Serra do Espinhaço

1. Introdução

A carstologia do quartzito é de estudo recente no mundo, tendo sido revelada pelas explorações espeleológicas e de minerações, sobretudo na África do Sul



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(MARTINI, 1987), na América do Sul: nos Tepuis da Venezuela e Serras no Brasil, como Ibitipoca, Chapada Diamantina, entre outros (SILVA, 2004; CORRÊA NETO, 2000; AULER et al., 2001). Em meio a este conjunto se desenvolve a Serra do Espinhaço, alvo de pesquisas importantes nessas últimas décadas, ilustradas pela presença de cavernas marcantes e de superfícies planas características definidas como poljes (VASCONCELOS, 2014). A região da Serra do Espinhaço Meridional tem uma extensão muito grande, e os estudos nessa área ainda são recentes. A medida que as pesquisas na região avançam, cada vez mais cavidades são encontradas. O carste desenvolvido em rochas não carbonáticas ainda é estigmatizado no Brasil, sendo considerado por alguns autores como pseudo-carste.

Assim, o objetivo deste estudo é mostrar a diversidade cárstica para além das rochas carbonáticas, em especial no quartzito, na Serra do Espinhaço Meridional. Para tanto serão demonstradas que as várias morfologias possíveis de se desenvolverem em rochas carbonáticas, também ocorrem naquelas não carbonáticas, com enfoque especial neste estudo às cavidades e aos poljes, sendo, portanto, os processos de carstificação, definidores para a formação do ambiente cárstico. Objetiva-se ainda, demonstrar hipóteses de desenvolvimento das cavidades e poljes nesta litologia, na região supracitada. Este trabalho se justifica pela importância da divulgação de novas pesquisas sobre o carste em rochas não carbonáticas, mostrando a diversidade de paisagens cársticas desenvolvidas em diversas litologias e provando que o carste não depende da rocha de origem, mas sim dos processos de carstificação.

2. Geologia e Geomorfologia da Serra do Espinhaço Meridional

A Serra é um cinturão orogênico formado por espessas sequências de quartzitos que capeiam um embasamento muito metamorfizado, que limita o sudeste do Cráton do São Francisco, estendendo-se aproximadamente por 300 km em direção N-S, e no sentido



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

nordeste estende-se até a Faixa Araçuai formando o complexo da Serra do Espinhaço (PFLUG et al., 1980) (Figura 1).

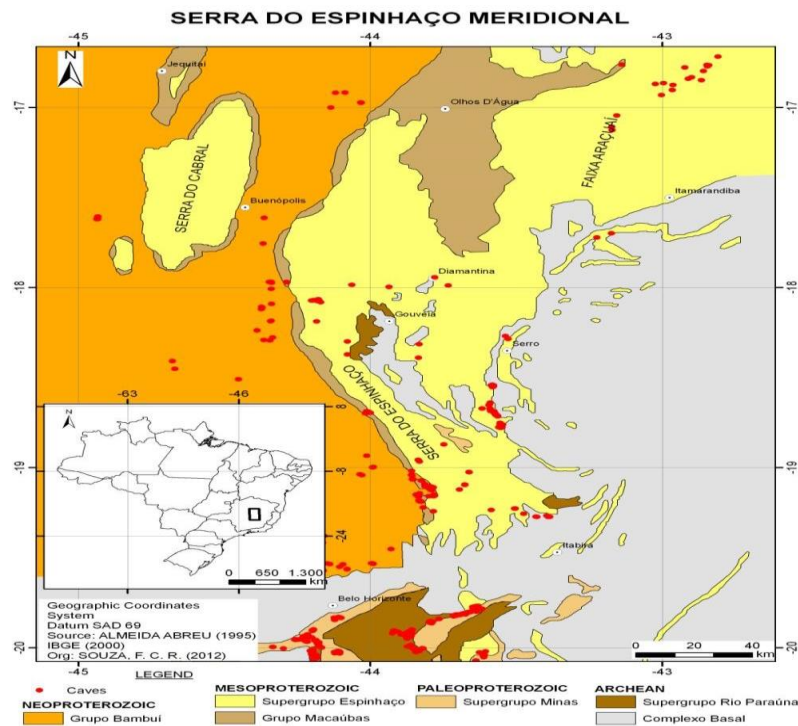


Figura 1 – Mapa de localização da Serra do Espinhaço Meridional e as cavidades registradas a partir do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV).

Devido à predominância dos quartzitos em toda sua extensão, sua superfície é composta por uma cobertura rígida, mas densamente fraturada e cisalhada. A morfologia resultante de sua esculturação pela dissecação fluvial é representada por cristas, escarpas e vales profundos, associados às direções tectônicas e estruturais (SAADI, 1995). Nas regiões com litologias, à exceção do quartzito, como rochas granitóides, metassedimentares e metavulcânicas, estão instaladas uma série de áreas deprimidas responsáveis por morfologias colinares, policonvexas, relativamente suavizadas (SAADI, 1995).

3-Metodologia



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Algumas cavidades em especial foram escolhidas, por suas características marcantes, e foram sistematicamente visitadas em trabalhos de campo e tiveram observados os seguintes parâmetros: litologia, tipo de sedimentos, alteritas, presença de primocarste, morfologias presentes - processos geoquímicos / processos hidrodinâmicos (dividiu-se as morfologias em grupos associados aos processos geoquímicos, ou aos hidrodinâmicos, pensando-se nos dias atuais); no caso do endocarste, configuração da gruta (topografia, ou croqui), gruta ativa, fossilizada ou paleogruta. Além disto, as grutas foram descritas topograficamente na vertente, afim de se verificar sua posição no perfil, para verificar-se a possibilidade da existência de bacia de alimentação hídrica atual, suficiente para o desenvolvimento das cavernas.

Na borda oeste da Serra do Espinhaço Meridional as principais cavernas estudadas se encontram próximas à Diamantina – MG, Gruta Monte Cristo, Gruta do Salitre, algumas pequenas grutas próximas à Curalinho (Extração – MG), além do Polje / Lapa da Doida, na região de Conselheiro Mata. Já na borda leste, a região de estudo se concentra no entorno do município de Felício dos Santos – MG, onde foram estudadas as grutas, Lapa Santa, Lapa do Linfonso, Furna dos Negros, Duas Quedas, e o relevo cárstico do Parque Estadual do Rio Preto. Desta forma, buscou-se abranger uma grande área e um número significativo de grutas para obter-se parâmetros de comparação entre elas. Além disto, em todos os campos sempre foram feitas análises conjuntas entre o exocarste, criptocarste e endocarste, afim de entender o desenvolvimento da paisagem cárstica no quartzito como um todo.

Para tanto, foram realizadas topografias da gruta Monte Cristo, Lapa Santa, e croqui das demais (que serão topografadas posteriormente), visto que a gruta do Salitre já possui topografia. Em cada uma das grutas foi feito o levantamento das morfologias, dos materiais, e coletadas amostras de rochas para realização de lâminas delgadas, e



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

difração de raio-x (resultados ainda não concluídos). Com isso é possível fazer-se uma comparação entre o estágio de atividade das grutas, seu desenvolvimento, e até inferir sobre o desenvolvimento do relevo regional, visto que a lentidão do intemperismo nesta rocha deixa muitas marcas (morfologias) dos estágios de evolução. Ressalta-se que não se pretende com este trabalho apresentar dados morfométricos, e químicos (que serão publicados posteriormente), mas demonstrar a existência, a diversidade, e a grande espacialidade do carste formado no quartzito na região.

4. Relevo cárstico no quartzito

4.1. Exocarste – Relevo superficial

O relevo no quartzito detém muitas formas do exocarste, comparáveis àquelas identificadas no substrato carbonático, apresentando lapiás com morfologias como as kamenitzas, karrens, alvéolos, entre outras. Uma das mais presentes é o polje, zonas planas, com fundo impermeabilizado pelo quartzito, o que promove o hidromorfismo e facilita a instalação de mecanismos cársticos de dissolução, inclusive na periferia. No seu interior é possível identificar-se relevos residuais, os inselbergues. Exemplos são o polje da Doida – Conselheiro Mata, MG (Figura 2a), e diversos outros no entorno de Diamantina, e os poljes ricos em organossolos do Parque Estadual do Rio Preto, já na borda leste da Serra. Ainda no exocarste é possível se observar muitas morfologias relictas de um carste que não é mais ativo, fragmentos de condutos outrora subterrâneos (cavernas), hoje, completamente desconectados de seu contexto. Essas morfologias relictas podem ser observadas por toda a Serra do Espinhaço meridional, o que significa que cavernas poderiam ter estado ali, porém com o tempo e a erosão, eles foram recortados, e hoje impregnam uma paisagem residual, com suas morfologias fossilizadas, formando lapiás (Figura 2b).

4.2. Endocarste – relevo subterrâneo

Dentre essa profusão de formas se observam as cavernas, que se mostram mais numerosas nas regiões com relevo acidentado.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Figuras 2a, 2b – Polje da Doida com morfologias cársticas relicitas no seu interior, como kamenitzas e alvéolos, Conselheiro Mata - MG; Lapiás com conduto fossilizado recortado pela erosão no Parque estadual do Rio Preto – São Gonçalo do Rio Preto – MG. Rodet/2014.

A primeira hipótese que se aventa é que devido à velocidade da carstificação, muito mais lenta no quartzito que no calcário, a caverna no quartzito registra as mudanças do relevo superficial, a exemplo da Lapa Santa, em Felício dos Santos, localizada no terço superior da vertente, e a Gruta Monte Cristo, em Diamantina - MG, o que indica condições de formação pretéritas totalmente distintas. Já, em locais onde a evolução topográfica é muito rápida/mais recente, não são encontradas cavernas (Figura 3). A caverna resulta de um longo desenvolvimento, o que permite o registro das variações da topografia externa pela modificação do gradiente hidráulico a partir do rebaixamento do nível de base. Esse processo fica registrado em seu interior através de desvios de condutos e capturas das drenagens.

5- Contexto e papel das cavernas

Pretende-se demonstrar aqui, uma hipótese para evolução de desenvolvimento das cavernas observadas, que aparentam seguir o mesmo mecanismo. A Exemplo, a topografia da Lapa Santa revela modificações da drenagem que podem ser observadas in situ. Assim, a partir de uma drenagem inicial concentrada, observa-se um deslocamento

do fluxo para a direita (noroeste), só retornando ao canal original muito a jusante da entrada da cavidade. Pode-se considerar que esse deslocamento lateral (transferência lateral das águas) obedece a uma modificação do gradiente hidráulico, cuja origem seria uma adaptação às mudanças do relevo superficial local.



Figura 3 – Entrada da Gruta Lapa Santa, Felício dos Santos – MG; e vista da frente da sua entrada, indicando sua posição no terço superior da vertente. Vasconcelos / 2017.

Isto decorre devido à uma fase de rebaixamento do nível de base, resultante da erosão regressiva responsável pela formação de uma pequena queda d'água, mas também por uma deflexão (alteração de direção) pela captura do fluxo mais recente. Este rebaixamento do nível de base poderia ser atribuído a uma fase de aprofundamento do nível de base do vale. Nota-se uma súbita captura de tudo que está a jusante da rede humanamente explorável, ainda ativa hoje durante as águas altas, quase contra-fluxo, que vai para a margem esquerda do vale, podendo ser a escavação recente responsável por este desvio. Este mecanismo de desvio ou de captura de drenagens cársticas no quartzito não é exclusivo da Serra do Espinhaço. Outros maciços desenvolvem esse tipo de evolução, como por exemplo no sinclinal de Ibitipoca, ao sul de Minas Gerais (SILVA, 2004; CORREA NETO in KLIMCHOUK et al., 2000), onde as cavidades da vertente norte do sinclinal, no alto do maciço, apresentam o mecanismo de desvio sinistral. Na Gruta dos Três Arcos, este mecanismo é extremamente pedagógico, pois a galeria da Fechadura tem sua parte superior (mais antiga) localizada diretamente no coração do sinclinal, enquanto por sua vez, a seção basal forma um ângulo reto (90 °) em direção ao

vale suspenso do Rio Vermelho, que escava a face norte da escarpamento perféico sinclinal (observação dos autores).

A segunda hipótese está ligada à presença, ou ausência de cobertura (solos).

Onde existe a cobertura é possível formação de pont

de cavernas; já, onde ela não existe, se observa escoamento das águas superficiais (FORD

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

& WILLIAMS, 2007; RODET, 2014). A partir da formação dessas cavidades, podem ser postas duas situações recorrentes:

1– Cavernas sumidouros: A maioria das cavernas encontradas até agora funcionam como sumidouros, como exemplos as Grutas do Salitre e Monte Cristo. Ambas apresentam um escoamento efêmero. Geralmente são cavernas com entradas grandes, que vão se fechando ao final. Elas apresentam normalmente desníveis muito significativos, como os 37 metros na Gruta Monte Cristo. Esse desnível é bastante importante para exercer um padrão nas cavernas do quartzito (FORD & WILLIAMS, 2007).

Observa-se dois tipos de organização espacial dentre as grutas estudadas. A exemplo da gruta do Salitre, existem as cavidades que apresentam vários eixos, que formam um leque, oriundos de um único eixo principal (cânion). Existem também outras, como a Monte Cristo, que são constituídas por vários eixos paralelos que se reúnem a jusante, convergindo em um eixo maior, no qual a drenagem ativa se desenvolve. Curiosamente, a gruta Monte Cristo apresenta um significativo estoque de material inconsolidado, alternado entre cores brancas e pretas, que alguns pesquisadores definem como sedimentos fluviais (ou em alguns casos, preenchimento fluvial, visto que há galerias quase totalmente preenchidas pelo material, apenas cortadas pela ínfima drenagem atual).

Essa hipótese é questionada por outros pesquisadores que acreditam que a ritmicidade só pode ser alcançada sob condições periglaciais, até então não demonstradas para a Serra do Espinhaço; a mesma questão pode ser aplicada às grutas - CAV0007 do Morro do Pilar (AULER et al., 2015: 132), e gruta 1 dos Milagres. Nestes últimos casos, parece que essa

ritmicidade (demonstrada pela variação das cores) é resultado do intemperismo da rocha matriz: este material não seria então sedimento fluvial, mas sim saprólitos resultantes da rocha encaixante.

2- Cavernas surgências: Esse tipo de cavidade é de sumidouro. Foram encontradas duas no município de Felício dos Santos, sendo a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

primeira a Furna dos Negros, que se abre na margem direita do Córrego Dona Isabel. Trata-se de um dreno de 30 metros de comprimento com uma seção de 1 a 2 metros de diâmetro que se abre alguns metros acima do rio através de uma abertura fortemente alargada. A montante uma claraboia aparece a 2 metros do solo, muito próxima à superfície. Além disso, são avistados dois pequenos drenos com preenchimento que parecem ser a origem da cavidade.

A segunda é a gruta do Linfonso, que também se desenvolve por cerca de trinta metros, em um conduto muito mais largo que o da gruta anterior, com uma altura que atinge apenas dois metros na parte distal. O conduto se fecha subitamente na parte mais larga da cavidade, e na parede final observa-se a chegada de dois pequenos drenos significativamente preenchidos, e subdimensionados em relação ao dreno principal. Nenhuma dessas cavidades tem escoamento perene, ao contrário, essas cavidades parecem estar fossilizadas há muito tempo, e o fluxo temporário na Furna dos Negros está ligado ao escoamento que cai no dreno pela claraboia.

6- Modelização conceitual do carste no quartzito

Para estabelecer um ponto de introdução em uma rocha impermeável, é necessário fixar os fluxos superficiais em um ponto onde os processos de alteração possam ser concentrados. O elemento fundamental para permitir essa fixação deve ser uma cobertura móvel, um solo ou uma alterita que facilite essa concentração (RODET,



2014). De fato, o tempo de resiliência do substrato em face das agressões ambientais é particularmente importante para o quartzito e, portanto, apenas uma cobertura úmida pode fornecer essa função de alteração, especialmente porque este último deve ser concentrado.

A segunda condição deve ser a importância do relevo, portanto, a existência de um relevo pronunciado. Este último aspecto já foi enfatizado por alguns pesquisadores (FORD & WILLIAMS, 2007). A partir desses pontos de fixação, frentes de alteração se desenvolverão, mais ou menos inclinadas, como nos exemplos já

expostos, e em outras regiões, como nos arenitos da Chapada dos Guimarães (Mato Grosso), as frentes de alteração são quase sub-horizontais, mas a porosidade da rocha encaixante favorece o estabelecimento de frentes de progradação, mesmo com um baixo gradiente hidráulico (HARDT et al., 2013). No quartzito essas frentes de alteração se desenvolverão (1) na periferia dos poljes na ausência de um gradiente hidráulico significativo, ou (2) em sumidouros, concentrados mais densamente e encobertos pela alterita, se o gradiente hidráulico for mais forte. Assim o relevo influencia o desenvolvimento do carste da seguinte forma :

1- Zonas planas – mais propícias ao desenvolvimento de poljes (gradiente hidráulico fraco/baixo); em áreas deprimidas, existem bacias fechadas com fundos planos e sujeitas à inundação com sumidouro (poljes fechados). Os poljes são observados também em altitudes intermediárias, e podem ser cortados por rios (poljes abertos) atuais, herdados ou fósseis. O polje da Doida é um exemplo muito pedagógico (VASCONCELOS, 2014) (Figura 1). O Parque Estadual do Rio Preto tem vários exemplos de polje fechado, com sumidouro, e atualmente suspensos, acima de vales mais recentes.

2- Zonas montanhosas – mais propícias ao desenvolvimento das cavernas (gradiente hidráulico mais forte); na Lapa da Doida é possível observar-se no morro acima da superfície duas galerias fossilizadas recortadas pela topografia, enquanto na base existe um polje. Isto demonstra, que com a mudança de relevo há uma adaptação do carste às



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

condições geomorfológicas, passando de um endocarste com gradiente forte, para um exocarste com gradiente fraco.

7- Conclusões

A carstificação nos quartzitos é uma realidade amplamente demonstrada pelas centenas de cavernas subterrâneas exploradas e pesquisadas por espeleólogos no Brasil, o que pode ser comprovado a partir dos inventários elaborados pelo CEVAC, que indicam a importância do carste quartzítico da Serra do Espinhaço Meridional.

A existência do carste quartzítico é reforçada pelas inúmeras morfologias cársticas superficiais que modelam relevos expostos ao intemperismo. Podem ser identificadas formas clássicas como lapiás, kamenitza, alvéolos. Mas também existem conjuntos maiores, como depressões fechadas de fundo plano com alterações periféricas, os poljés, onde é comum a presença de elementos isolados no seu interior, um carste fossilizado, normalmente muito antigo e cortado pela evolução superficial (YOUNG et al., 2009). Porém, o carste não é apenas um componente do relevo atual da Serra do Espinhaço Meridional, é também um testemunho essencial de sua evolução. Ele demonstra o importante desenvolvimento de um relevo que parece congelado no tempo. Acima de longas superfícies aplainadas, isso prova que outro relevo, mais montanhoso, estava se desenvolvendo, com condutos subterrâneos bem estabelecidos. Começa-se a imaginar uma paisagem completamente diferente, na qual a carstificação teria desenvolvido suas características, participando em grande parte da construção de um relevo em perpétua evolução. Assim, o carste quartzítico se revela como um notável marcador cronológico da evolução do relevo.

3. Referências Bibliográficas

AULER A., RUBBIOLI E., BRANDI R. As grandes cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Belo Horizonte, 2001, 227 p.

AULER A., ALT L., MOURA V., LEÃO M. Cavernas da Serra do Espinhaço Meridional. AngloAmerican, Carste Ciência e Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2015, 350 p.

CORRÊA NETO, Atlas V. Speleogenesis in quartzite in Southern Minas Gerais, Brazil. in KLIMCHOUK, A. B.; FORD, D. C.; PALMER

Speleogenesis - Evolution of Karst Aquifers, National Speleological Society, Huntsville /USA, 2000, p. 452-457. [978-1-879961-09-8]

FORD D. & WILLIAMS P. Karst hydrogeomorphology. Wiley, Chichester (UK), 2007, 562 p.

HARDT R, RODET J., PINTO S. A. F. Karst evolution in sandstone. The Chapada dos Guimarães Site, Brazil. Proceedings of the 16th International Congress of Speleology, Brno (Rép. Tchèque), 2013, vol. 3 : p. 264-267. [978-80-87857-09-0]

KLIMCHOUK A., FORD D., PALMER A., DREYBRODT W. Speleogenesis, evolution of karst aquifers. National Speleological Society, Huntville (USA), 2000, 527 p.

MARTINI J. R. Les phénomènes karstiques des quartzites d'Afrique du Sud. Karstologia, 1987, 9 : p. 45-52 [0751-7688]

PFLUG, R., HOPPE, A., BRICHTA, A. Paleogeografia do Pré Cambriano na Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. III Geow. Lat. Koll, Anais, Boppard, 1980, p. 33-40.

RODET J. The primokarst, former stages of karstification, or how solution caves can born. Geologica Belgica, 2014, 17 (1): p. 58-65. [1374-8505]

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. Geonomos, CPMTCC – IGC – UFMG, Belo Horizonte, 3(1), 1995, p. 41-63.

SILVA S. M. Carstificação em rochas siliciclásticas: estudo de caso na Serra do Ibitipoca, Minas Gerais. Dissertação de mestrado em geologia, IGC/UFMG, Belo Horizonte, 2004, 148 p.

VASCONCELOS A. M. C., O criptocarste como interface entre o solo e o substrato rochoso: comparação entre os ambientes siliciclástico e o carbonático na região entre Rodeador e Diamantina – MG. Tese de doutorado em geografia, IGC/UFMG, Belo Horizonte, 2014, 152 p.

YOUNG R., WRAY R., YOUNG A. Sandstone landforms. Cambridge University Press, 2009, 304 p.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA • CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019