



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

NEVES, S. C.; *et al.*. Estudo preliminar sobre as interações geomicrobiológicas em cavidades quartzíticas na Serra do Espinhaço Meridional. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.367-373. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_367-373.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

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



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE AS INTERAÇÕES GEOMICROBIOLÓGICAS EM CAVIDADES QUARTZÍTICAS NA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

PRELIMINARY STUDY ON THE GEOMICROBIOLOGICAL INTERACTION IN SPELEOTHEMS OF THE
QUARTZITIC CAVITIES IN THE SOUTHERN ESPINHAÇO RANGE

Soraya de Carvalho NEVES, Lucio Mauro Soares FRAGA, Alexandre Christófaro SILVA, Paulo Henrique GRAZZIOTTI, Fabrício Pinto RODRIGUES, Cecília Maria SANTIAGO

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Diamantina MG.

Contatos: soraneves@yahoo.com.br; luciofraga@ict.ufvjm.edu.br; alexandre.christo@ufvjm.edu.br.

Resumo

Em levantamentos espeleológicos sistemáticos nas cavidades de rochas quartzíticas da Serra do Espinhaço Meridional foram identificadas uma grande variedade de espeleotemas ainda não descritos na literatura brasileira. Os espeleotemas estudados foram encontrados na Gruta de Extração, no distrito homônimo, município de Diamantina (MG). Inicialmente foram identificados e estão sendo caracterizados quatro tipos de espeleotemas com características de participação microbiológica. Nas edificações dos espeleotemas são distintas espécies globulares/peloidais, globulares ramificadas e espécies laminares apresentando diferentes colorações. As construções laminares dômicas e cônicas assemelham-se a estruturas estromatolíticas encontrada em uma caverna arenítica na Venezuela. Resultados de análise elementar indicam que os teores de matéria orgânica evoluem progressivamente do centro (mais próximo ao substrato) para as bordas superficiais. Os teores de carbono orgânico variam de 0,509% até 0,952%. O comportamento é acompanhado pelos teores de nitrogênio orgânico, variando de 0,207% até 0,680%. Os resultados indicam uma importante contribuição microbiológica na formação dos espeleotemas da gruta. As variações geoquímicas refletem diferentes condições ambientais, envolvendo a disponibilidade de minerais e nutrientes durante o desenvolvimento desses espeleotemas. Diversas análises geoquímicas e microbiológicas estão em andamento e os resultados futuros poderão indicar as espécies envolvidas no processo e a relação das mudanças ambientais na evolução dos espeleotemas e das cavidades quartzíticas na Serra do Espinhaço em Minas Gerais.

Palavras-Chave: espeleotemas, geoquímica superficial, geoespeleologia, microbiologia, Diamantina.

Abstract

In systematic speleological surveys in the quartzitic cavities of the Southern Espinhaço Range, a large variety of speleothems have been identified that are not yet described in the Brazilian literature. This research presents analyzes performed on the speleothems found in the Extração Cave, homonymous district in the municipality of Diamantina (MG). Four types of speleothems with evidence of microbiological participation in the buildings were initially identified and characterized. The speleothems have different morphologies: globular/hairy, globular ramified and laminar species, all with a variety of colorations. The domicals and conicals laminar constructions resemble stromatolytic structures as found in non-carbonate caves in other parts of the world. Results of elemental analysis indicate that the organic matter contents, found between the slides of these structures, progressively evolve from centre (closer to the substrate) to the surface. The organic carbon content varies from 0.509% to 0.952% and this behavior is accompanied by nitrogen contents, ranging from 0.207% to 0.680%, respectively. The results indicate an important microbiological contribution in formation of the speleothems in the cave. The geochemical variations reflect different environmental conditions, involving the availability of minerals and nutrients during the development of theses speleothems. Several geochemical and microbiological analyzes are underway and future results may indicate the degree of involvement of the geomicrobiological process with relation to the environmental changes during in the evolution of these speleothems and, consequently, of the quartzite cavities in the Espinhaço Range in Minas Gerais state.

Key-words: speleothems, surface geochemistry, geoespeleology, microbiology, Diamantina.

1. INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço Meridional possui um rico e inexplorado acervo de cavernas em formações rochosas quartzíticas, dispersas por toda sua extensão. Na grande maioria, estas cavidades não possuem grandes extensões, porém, muitas possuem grande relevância histórica com belíssimos sítios arqueológicos.

Em geral, as dimensões destas cavidades não são tão significativas quanto em cavernas calcárias, mesmo porque o intemperismo químico e a dissecação do relevo ocorrem diferencialmente nos dois terrenos. Entretanto, a diversidade das formas dos espeleotemas chama atenção para os micro-ambientes que se formam em determinados pontos de convergência entre condições ambientais e geológicas.

As interações geomicrobiológicas podem conduzir a formação de espeleotemas em cavernas de diversas litologias. Os processos metabólicos microbianos envolvendo enxofre, ferro e manganês em reações de redox podem gerar uma considerável acidificação do meio, dissolvendo as paredes de cavidades e descontinuidades rochosas. Atividades microbianas induzindo mineralizações são documentadas em formações carbonáticas, silicáticas, argilosas, e com presença de óxidos de ferro e manganês (NORTHUP & LAVOIE, 2001).

Em análises geoquímicas preliminares, realizadas em espeleotemas encontrados na Gruta de Extração, em Diamantina, Minas Gerais, foram encontrados traços de matéria orgânica (C, N e H) em construções de espeleotemas em cavidades subterrâneas nas rochas quartzíticas da Serra do Espinhaço Meridional. Sendo assim, a principal hipótese desta pesquisa é de que: microrganismos sejam os responsáveis pela solubilização e redistribuição molecular de elementos químicos provenientes das rochas, sendo que através da precipitação/exudação do material solubilizado estariam sendo construídos diversos tipos de espeleotemas presentes nas cavernas quartzíticas da Serra do Espinhaço Meridional. Para esta investigação, uma equipe multidisciplinar formada por geólogos, microbiologistas e engenheiros se associou para o aprofundamento desta pesquisa. Além da importância sobre a espeleogênese em quartzitos, a geomicrobiologia apresenta interfaces com outras áreas do conhecimento como a produção de antibióticos e medicamentos de combate ao câncer, produção de queijos, o que reforça a importância deste tema.

2. A MICROBIOLOGIA E A UNIÃO COM A GEOLOGIA

Os pioneiros na microbiologia como Leenwenhoek e Winogradsky (TORTORA, FUNKE & CASE; 2012) tiveram suas descobertas por muito tempo consideradas como curiosidades. Os micro-organismos descobertos por Winogradsky obtinham seu alimento a partir da energia mineral, um processo denominado por ele como de quimiolitotrofia (HAZEL, 2006). Devido a habilidade de transformação do material inorgânico consumido na forma de energia, esses organismos interagem diretamente com a geologia do planeta pela transferência de nutrientes essenciais como carbono, nitrogênio, enxofre e fósforo de seus ecossistemas.

O estudo da geomicrobiologia nos ajudará, em última análise, a identificar a assinatura geoquímica da vida, possibilitando a correlação com superfícies de outros planetas. Embora tais ideias pareçam uma aplicação extraordinária, a NASA tem investido no retorno das explorações na lua e em Marte (HAZEL, 2006).

No Brasil, os estudos sobre geomicrobiologia são incipientes e em geral em cavernas calcárias. No Quadrilátero Ferrífero a caracterização dos espeleotemas em formação ferrífera bandada sugere sua associação com atividade orgânica, entretanto não há um maior aprofundamento sobre o tema (TIMO, ROMANO & TIMO, 2015; TIMO & TIMO, 2016).

Na região sudeste de Diamantina (MG), estudos sobre a geoquímica dos espeleotemas, considerados como depósitos químicos, nas grutas de Extração, Salitre e Monte Cristo possibilitaram interpretações sobre os processos paleoambientais como variações climáticas (umidade) durante a evolução dessas cavidades (SOUZA & SALGADO, 2015).

Bioespeleotemas silicáticos são encontrados na maior caverna em arenito do mundo “*Cueva Charles Brewer*”, na Venezuela (AUBRECHT, R. *et al.*; 2008). Os espeleotemas são de fato grandes microbialitos. Mais de uma dúzia de formas foram identificadas, mas consistem basicamente em dois tipos: estromatólitos colunares finamente laminados, formados por filamentos microbianos silicificados e estromatólito peloidal, poroso, formado por cianobactérias do tipo *Nostoc*. (AUBRECHT, R. *et al.*; 2008).

As condições fisiográficas como clima, altitudes, rochas silicáticas e tipos de espeleotemas encontrados na Gruta de Extração, Serra do Espinhaço, em Minas Gerais assemelham-se com as encontradas na “*Cueva Charles Brewer*” na Venezuela, o que incentivou esta investigação geomicrobiológica.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E O CONTEXTO GEOLÓGICO

Para a realização deste estudo foram selecionados espeleotemas encontrados na Gruta Extração, localizada na alta encosta de um maciço rochoso na saída do distrito de Extração para a localidade de Itaipava, Diamantina/MG (Figura 1), coordenadas UTM E: 656803 e N: 7977949, Datum Sirgas 2000.

A Serra do Espinhaço é um cinturão de deformação e cavalgamento constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas de idade paleo a mesoproterozóicas, representadas pelo Supergrupo Espinhaço. Os maciços rochosos do distrito de Extração compreendem pacotes de rochas metassedimentares (quartzitos e metaconglomerados) pertencente à Formação Sopa Brumadinho, Grupo Guinda, base do Supergrupo Espinhaço (ALMEIDA-ABREU & RENGER, 2002). No teto (lapa) da Gruta

Extração aflora uma lente de metaconglomerado polimítico contendo seixos de xistos, quartzitos e formações ferríferas bandadas na sua maioria. A gruta aprofunda-se ao longo de plano de falha de direção SW-NE separando a lente de metaconglomerado das camadas de quartzitos estratificados.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

O trabalho de pesquisa consistiu inicialmente no levantamento sistemático de campo de cavidades subterrâneas na região de Diamantina, levantamento topográfico e geoespeleológico. A partir das descrições dos espeleotemas encontrados, em maior ou menor variedade, nas cavidades quartzíticas optou-se pela realização de um levantamento geoquímico e microbiológico detalhado. Diversos tipos de análises geoquímicas, mineralógicas e microbiológicas estão sendo realizadas. Na parte mineralógica: microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura (MEV), bem como a difratometria de raios-x. Para geoquímica elementar: fluorescência de raios-x e ICP-OES. Para microbiologia: procedimentos de cultura com uso de meios seletivos, técnicas de dissolução seriada e contagem de unidades formadoras de colônia para determinação populacional dos grandes grupos (fungos, bactérias e actinomicetos).

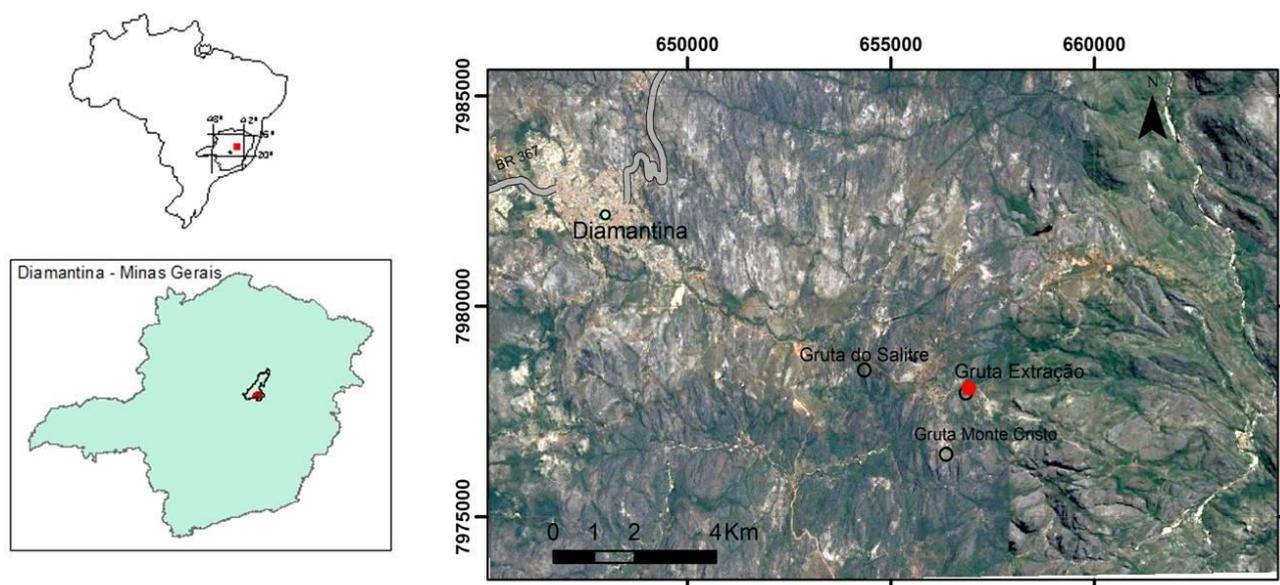


Figura 1: Localização do município de Diamantina (MG) e da região de Extração, com suas principais grutas, destacando a Gruta de Extração onde, preliminarmente, se concentraram as análises desta pesquisa (modificado da carta imagem do Google Earth, 2017).

Inicialmente foram selecionadas quatro amostras para descrição mesoscópica e para laminação. Uma pequena fração (5mg) foi moída e enviada para análise geoquímica elementar com infravermelho. O equipamento utilizado é um analisador elementar: LECO® CHNS/O, modelo TruSpec Micro, que determina qualitativa e quantitativamente os elementos carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio. Para a análise são usados padrões de referência para curvas de calibração (Tabela 1), dependendo da faixa de abrangência desejada. As amostras são incineradas a 1075 °C em tubo de quartzo para os elementos CHNS, onde os gases gerados são quantificados em detector de infravermelho. As amostras para análises de oxigênio são incineradas em tubo de carbono a 1300 °C. Quanto as amostras, esse equipamento proporciona um ótimo desempenho na determinação de CHNS/O em micro-amostras (em torno de 1 a 10 mg) sólidas ou líquidas. Uma precisão excelente, onde seus resultados são expressos em % de CHNS/O de amostra.

A pesquisa está em andamento e, neste trabalho, são apresentados os resultados das descrições mesoscópicas e de análise elementar de carbono, nitrogênio e hidrogênio. As demais análises já se encontram no laboratório e aguardam resultado.

4.1 Descrição dos espeleotemas

O desenvolvimento das cavidades na região de Extração está relacionado ao controle estrutural dos maciços quartzíticos, através das fraturas e falhas são formadas as fendas ou cânions de pequenas extensões ou, quando interceptadas por planos de foliação da rocha filítica, desenvolvem cavernas relevantes do ponto de vista espeleológico. Questões como luminosidade, umidade e biota são completamente diferentes dos ambientes cársticos carbonáticos, entretanto possuem um potencial imensurável em termos de diversidade biótica e principalmente de exclusividade ambiental (endemismo) para o desenvolvimento de estruturas espeleológicas peculiares e raras.

As descrições morfológicas dos espeleotemas foram realizadas com base em trabalhos de AUBRECHT et al. (2008), utilizados na descrição de caverna de arenito na Venezuela. Nas cavidades subterrâneas da região de Extração foram identificados quatro tipos de espeleotemas, diferenciados conforme sua morfologia: Laminar dômico e cônico-edifícios estromatolíticos; Globular/Peloidal branco e rosa; Globular/Peloidal negro e Globular/Peloidal cinza-claro.

Tabela 1: Padrões disponíveis no laboratório, indicando seus valores de referência.

Padrão	Part. Number	Carbono	Nitrogênio	Hidrogênio	Enxofre
		%			
Acetanilide	501-053	71,09	10,36	6,71	---
Ácido Benzoico	502-184	68,85	---	4,95	---
Cistina	502-207	29,99	11,66	5,03	26,69
EDTA	502-092	41,07	9,57	5,55	---
Folha de Orquídea	502-055	50,40	2,28	6,22	0,156
Solo	502-308	2,35	0,183	---	0,028
Farinha de Milho	501-563-150	---	1,21	---	---
Sulfametazina	502-209	51,78	20,13	5,07	11,52
001	Elaborado	8,00	3,10	---	---
002	Elaborado	2,00	0,7774	---	---

4.2. Laminar dômico e cônico – edifício estromatolítico

Esses espeleotemas possuem lâminas alternadas de coloração bege ou cinza-claro, seguida de lâminas ocre e/ou amarronzadas (Amostra

EGE01). Nota-se claramente um núcleo esférico inicial de crescimento a partir de onde se desenvolvem lâminas onduladas assimétricas e concêntricas. As ondulações podem ser cônicas, dômicas ou rômbricas. A espessura da laminação

varia desde > 0,1mm a 3mm e observar-se uma deposição rítmica, com acreção ascendente descontinuada, característica de edifícios estromatolíticos. A projeção dos domos normalmente é interrompida por uma laminação amarronzada, onde crescem novas colônias sobrepostas (Figuras 2c e 2d). Esses episódios de rompimento e reinício das precipitações ritimadas podem significar variações climáticas, biológicas, geológicas e até mesmo astronômicas (SRIVASTAVA, N.K.; 2000, *apud*: CARVALHO, I.S.; 2000). Esses organismos só ocorrem quando há condições favoráveis para seu desenvolvimento como a presença de um substrato sobre o qual eles possam se desenvolver: sistema aberto contendo água; presença de componentes químicos que satisfaçam o metabolismo de uma microbiota; fonte de energia (luz, temperatura) para possibilitar a atividade metabólica.

Os episódios rítmicos resultam no desenvolvimento da estrutura laminada (descontinuidade no processo de acreção), consistindo na litificação com formação de um novo substrato, para que os novos organismos se desenvolvam.

4.3. Globular/Peloidal Branco e Rosa

Internamente esses espeleotemas são caracterizados por construções globulares descontínuas com bandas de coloração branca ou bege, localmente ocorrem níveis rosados forte. Superficialmente apresenta alteração para a cor ocre ou preta e, distribuído irregularmente, pode ocorrer uma fina película de coloração rosada. A textura superficial é globular (peloidal), com glóbulos cristalizados em torno de um núcleo central (Amostra EGE02). Observa-se o desenvolvimento de camadas côncavas brancas sobrepostas de até 0,5cm de espessura. Há um desenvolvimento das camadas no sentido ascendente. A amostra é constituída na sua maioria por quartzo nas variedades: calcedônia (amarelada a bege) e opala (brilho resinoso e tonalidade azulada). Os glóbulos variam de tamanho do diâmetro 0,4 a 0,2cm. As estruturas concêntricas se sobrepõem formando espeleotemas que chegam a 5cm de espessura (Figuras 2a e 2b). Nas paredes da gruta, esses espeleotemas variam de tonalidade rosa forte a ocre (figuras 3g e 3h), podendo estar relacionadas ao crescimento de cianofíceas pelas colorações próximas ao ciano.

4.4. Globular/ Peloidal Ramificado Negro

Esses espeleotemas possuem coloração preta a marrom muito escuro, com porções esbranquiçadas. Possuem textura globular/peloidal edificando pequenas torres dendríticas ramificadas, semelhante à coralóides (Figura 3e). É composto na sua maioria por um mineral marrom escuro de brilho vítreo a nacarado, com clivagem evidente. As linhas de crescimento acompanham as ramificações (Amostra EGE03). O desenvolvimento desse tipo de espeleotema na Gruta de Extração é identificado pelo forte odor característico de mofo, sendo atribuído ao crescimento de fungos que aparecem na sua base ou na ponta do espeleotema. As amostras desse tipo estão sendo tratadas para cultivo no laboratório de microbiologia.

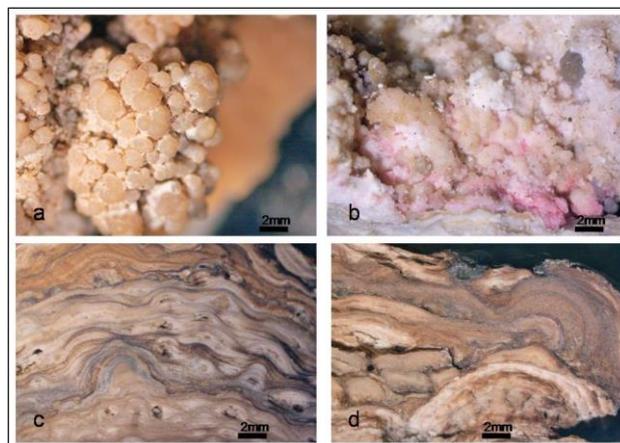


Figura 2: Tipos de espeleotemas na Gruta Extração: a) Globular/Peloidal Branco e Rosa; b) Porção rosa do Globular/Peloidal Branco e Rosa; c) Laminar côncavo – estromatolítico; d) Laminar dômico – estromatolítico.

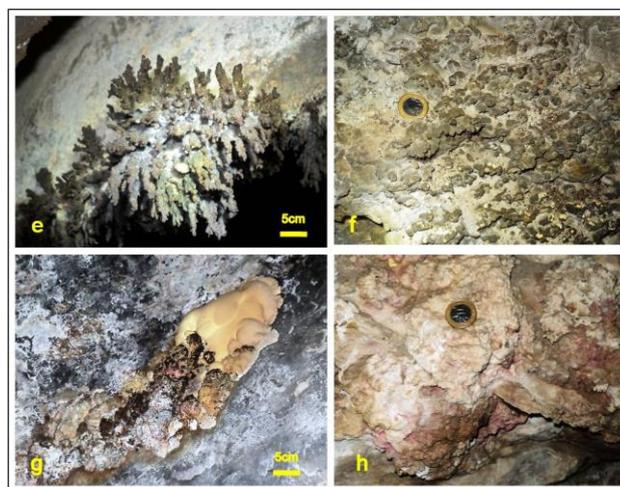


Figura 3 - Tipos de espeleotemas na Gruta Extração: e) Globular/Peloidal ramificado negro; f) Globular/Peloidal Cinza Claro; g) Globular/Peloidal Branco e Rosa com a formação de glóbulos maiores e coloração bege leitosa semelhante a “moonmilk”?; h) Globular/Peloidal Branco e Rosa.

4.5. Globular/Peloidal Cinza Claro

Esta variedade de espeleotema possui coloração cinza clara com alteração de tonalidade levemente esbranquiçada (Amostra EGE04). Possui uma morfologia fluida ramificada, ou seja, a medida que ocorre o crescimento do espeleotema nota-se um aspecto de escorrimento, o que indica uma dissolução rápida do material mineral produzindo pequenas torres “derretidas”. As construções chegam a 8cm de espessura e estão alocadas na capa e lapa da cavidade (Figura 3f). Possui textura globular/peloidal com crescimento ascendente em torno de um núcleo central, semelhante às construções estromatolíticas (EGE01). O material é poroso de baixa densidade, leve e friável.

5. GEOQUÍMICA ELEMENTAR

Os primeiros resultados da análise de geoquímica elementar (Tabela 2) mostram a presença de carbono e nitrogênio orgânicos nas laminações estromatolíticas da amostra EGE01, retirada da Gruta Extração. Nessa etapa foram analisadas pontualmente as laminações de um domo do espeleotema (EGE01A, B, C e D respectivamente, Figura 4) no sentido ascendentes do núcleo para superfície da amostra.

Tabela 2: Resultados das análises elementares com infravermelho*.

Amostra	Quantidade (mg)	Nitrogênio %	Carbono %
EGE01A	2,1220	-	0,50942
EGE01B	2,1360	0,20716	0,51433
EGE01C	2,0810	0,33357	0,24929
EGE01D	2,3920	0,68089	0,95229

*para essas análises foram utilizados os padrões: 502-308; 501-563; 502-055; padrão 001 e padrão 002, conforme a Tabela 1.

Nesta amostra nota-se que os valores de nitrogênio orgânico são crescentes do núcleo para superfície do espeleotema, variando de 0,20716%

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA- ABREU, P.A. & RENGGER, F.E. A Serra do Espinhaço Meridional: um orógeno de colisão do Mesoproterozóico. **Rev. Bras. Geoci.**, 32(1): 1-14. 2002.
- AUBRECHT, R.; BREWER-CARÍAS Ch.; ŠMÍDA B.; AUDY M.; KOVÁČIK L. *Anatomy of biologically mediated opal speleothems in the World's largest sandstone cave: Cueva Charles Brewer, Chimantá Plateau, Venezuela. Sedimentary Geology*, v.203, p.181-195. 2008.

até 0,68089%. A proporção de carbono orgânico também acompanha esta tendência variando de 0,50942% a 0,95229% em direção ao topo do edifício estromatolítico. A amostra EGE01D, correspondente ao topo da construção do espeleotema, mostrou valores positivo para todos os elementos avaliados, o que confirma a presença de > 1% de matéria orgânica.

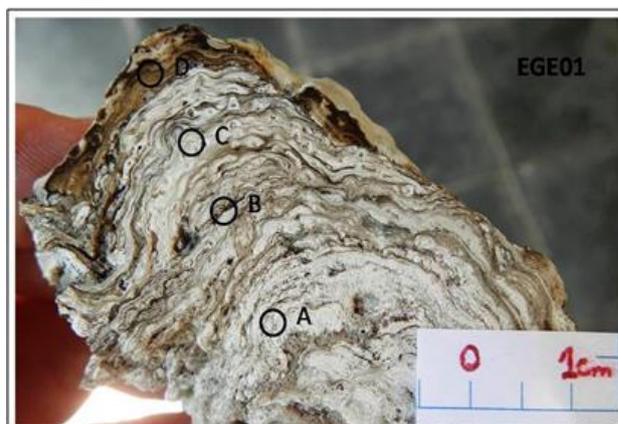


Figura 4 - Amostra de espeleotema encontrado na Gruta Extração (EGE01), indicando o local das análises pontuais.

6. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS PRELIMINARES

A partir dos estudos já realizados, considerando os resultados dos trabalhos de campo e de laboratório até o momento, podemos afirmar que muitos dos espeleotemas das grutas da região de Extração possuem influência microbiológica na sua gênese. Os valores de carbono e nitrogênio orgânico aumentando progressivamente refletem o crescimento microbiano em direção à superfície. Essas variações podem também refletir o clima ao longo do desenvolvimento da cavidade na Serra do Espinhaço Meridional, mesmo porque o desenvolvimento da biota está diretamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes, o que é quase sempre determinado pelas variações climáticas e/ou geológicas.

- HAZEL A. BARTON. *Introduction to cave microbiology: A review for the non-specialist*. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 68, no. 2, p. 43–54. 2006.
- SOUZA, F. C. R. de & SALGADO A. A. R. Análise qualitativa da composição química de espeleotemas precipitados em rochas siliciclásticas na região sudeste de Diamantina/Minas Gerais. **Geografias Artigos Científicos**. Belo Horizonte. v. 11, n° 1, p.: 60-83. 2015.
- SRIVASTAVA, N. K. **Estromatólitos**. In: CARVALHO, I. S. Paleontologia. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2000. P.171-195.
- TIMO, J. B.; ROMANO, A. W.; TIMO, M. B. Caracterização dos espeleotemas de duas cavernas em rochas ferríferas na unidade geomorfológica Quadrilátero Oeste, Congonhas (MG). **Espeleo-Tema**, Campinas (SP), v. 26, n.1 2015. P.19-37. 2015. Disponível em: www.cavernas.org.br/espelo-tema/espelo-tema_v26_n1_019-37.pdf. Acesso em 01/04/17.
- TIMO, J. B. & TIMO, M. B. Geoespeleologia de cavernas em quartzito e formações ferríferas no quadrilátero ferrífero, região de Congonhas (MG). **Espeleo-Tema**, Campinas (SP), v. 27, n.1 2016. P.11-32. 2016. Disponível em: www.cavernas.org.br/espelo-tema/espelo-tema_v27_n1_011-032.pdf. Acesso em 01/04/2017.
- TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 10ª edição. Ed. Artmed. Porto Alegre. 2012. P. 967. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B99-LtFjHQR1b3hXU2N4THM5Q3M/edit>. Acesso em 06/05/17.