



35^o
Bonito - MS

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



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

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PIRES, L.O.; RUDNITZKI, I.D. Análise de fácies e estratigrafia do maciço carbonático da Gruta do Éden, Pains -MG. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.63-72. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_063-072.pdf>. Acesso em: data do acesso.

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

ANÁLISE DE FÁCIES E ESTRATIGRAFIA DO MACIÇO CARBONÁTICO DA GRUTA DO ÉDEN, PAINS -MG

ANALYSIS OF THE FACIES AND STRATIGRAPHY OF THE CARBONATE SECTION OF ÉDEN
CAVE, PAINS –MG

Lorena Oliveira PIRES; Isaac Daniel RUDNITZKI

Sociedade Excursionista e Espeleológica dos Alunos da Escola de Minas de Ouro Preto.

Contatos: oliveirapireslorena@gmail.com; idrgeo@gmail.com.

Resumo

O presente artigo consiste no levantamento estratigráfico de uma seção carbonática no interior da Gruta do Éden, porção centro-oeste de Minas Gerais, no município de Pains. As rochas da área de estudo pertencem a Formação Sete Lagoas, unidade litoestratigráfica do Grupo Bambuí, uma sucessão carbonática depositada durante o Neoproterozóico Médio à Superior (Alkmim & Martins Neto, 2001). O estudo teve como objetivo a reconstrução paleoambiental da sucessão carbonática que compõe a Gruta do Éden. Assim, a pesquisa englobou a caracterização endocárstica, o levantamento do perfil estratigráfico e análise petrográfica de exposições carbonáticas que somam uma seção vertical de 18,5 metros. A seção carbonática foi interpretada como 4 associações de fácies sedimentares organizadas em ciclos de raseamento e afogamentos ascendentes que compõem depósitos de uma plataforma carbonática subdividida em: i) plataforma de mar aberto (FA) com subambientes de *shorface* dominado por onda de tempestade, representados por calcário *grainstone* intraclástico com laminação tipo *swaley* e complexos de recifes estromatolíticos bulbosos; ii) plataforma intermediária (FB) definida por um subambiente de deltas de maré, representada por uma brecha carbonática dolomítica iii) plataforma interna (FC e FD) composta pelos subambientes de Laguna/Submaré e planícies de maré, representado por *boundstone* e dolomito calcítico laminado. Nesse contexto de pesquisa sedimentar, a Gruta do Éden se revelou como um importante testemunho natural para estudos voltados a estratigrafia, análise de fácies e levantamento estrutural, em função das feições estarem perfeitamente preservadas em relação às intempéries da natureza externa.

Palavras-Chave: estratigrafia; rocha carbonática; Gruta do Éden.

Abstract

The present paper consists of the stratigraphy survey of the karst of the Gruta do Éden, located in the west-central portion of Minas Gerais, in Pains. The rocks of the study area belong to the Sete Lagoas Formation, lithostratigraphic unit of the Bambuí Group, a carbonate sequence deposited during the middle-upper Neoproterozoic (Alkmim & Martins Neto, 2001). The objective of the study was to reconstruct the depositional paleoenvironment and, from this, the study encompassed the karst characterization, the stratigraphic profile survey and the petrographic analysis of the facies of the 18.5 meter carbonate section selected inside the cave. The carbonate section was interpreted as four associations of sedimentary facies organized in cycles of ramp up and ascending drownings that compose deposits of a carbonate platform subdivided in: i) open sea platform (FA) with sub-environments of shoreface dominated by storm surge, represented by an intraclastic grainstone calcitic limestone with swaley lamination and bulbous stromatolytic reef complexes; ii) intermediate platform (FB) defined by a sub-environment of tidal deltas, represented by a dolomitic carbonate breccia; iii) internal platform (FC and FD) composed by the subambientes of Lagoon/Sub - Tide and tidal plains, represented by boundstone and laminated calcitic dolomite. In this context of sedimentary research, the Gruta do Éden was revealed as a natural testimony, where the sedimentary structures and geological features are perfectly preserved in relation to the weathering of nature, being evidenced as an important source of data for the study, understanding and reconstruction of the depositional paleoenvironment of the region.

Keywords: stratigraphy; carbonates rocks; Éden Cave.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo visa a análise estratigráfica de uma seção carbonática no interior da Gruta do

Éden, localizada na região denominada Província Cárstica do Alto do Rio São Francisco, na porção centro-oeste de Minas Gerais, no município de

Pains. As rochas da área de estudo pertencem a Formação Sete Lagoas, unidade litoestratigráfica do Grupo Bambuí, uma sucessão carbonática depositada durante o Neoproterozóico Médio à Superior (Alkmim & Martins Neto, 2001) (Fig 1).

O estudo teve como objetivo a reconstrução paleoambiental da sucessão carbonática que compõe a Gruta do Éden. Assim, a pesquisa englobou a caracterização endocárstica, o levantamento do perfil estratigráfico e análise petrográfica de exposições carbonáticas que somam uma seção vertical de 18,5 metros.

A sedimentação carbonática do Grupo Bambuí apresenta potencial registro dos eventos geotectônicos e climáticos ocorrido durante o Neoproterozóico. A porção oeste da bacia do Bambuí, onde está localizada a área de estudo, apresenta importantes ocorrências da sucessão carbonática, correspondente a unidade basal dessa bacia, e há poucos trabalhos de cunho estratigráfico na região. Logo, problemas de correlação estratigráfica regional ainda são bem presentes, assim como há controvérsias quanto à gênese desses depósitos carbonáticos.

Além disso, a seção carbonática objeto de estudo apresenta em suas fácies uma variação estromatolítica significativa. O estudo dos depósitos de estromatólitos tem sido utilizado para determinação de antigas linhas de costa, interpretações paleogeográficas e paleoambientais, determinação de topo e base de sequências dobradas, correlações e mais raramente bioestratigrafia (Sallun-Filho, 1999).

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto consistiu em quatro etapas:

- 1) Revisão bibliográfica: aspectos geológicos da região de estudo, levando em conta o contexto estratigráfico, estrutural, tectônico e fisiográfico.
- 2) Cartografia do sistema endocárstico: A caracterização endocárstica da caverna foi baseada no mapa espeleométrico desenvolvido por Sperling et al (2004) (Figura 2). A partir do produto pré-existente, no trabalho de campo, dividiu-se a caverna em setores: Conduto da Entrada, Conduto A, Conduto B, Conduto do Vale, Conduto dos Espeleotemas e Conduto do Rio, como representado na Figura 2, com o objetivo de facilitar o mapeamento faciológico. Então, realizaram-se três pontos geoespeleológicos, denominados G1, G2 e G3 (Figura 2), onde foram observadas feições

estruturais relevantes para o entendimento do controle faciológico da caverna. O mapa espeleológico serviu de base para o reconhecimento das fácies sedimentares e das feições estruturais no interior da caverna, além de localizar os pontos onde foram elaborados os perfis estratigráficos, denominados P1 e P2 (Figura 2). A seção objeto de estudo foi selecionada, porque além de caracterizar um contato geoquímico entre calcário e calcário dolomítico, apresenta uma variação expressiva faciológica e estromatolítica.

3) Análise de fácies sedimentar:

O método de análise de fácies sedimentar utilizado (Tucker, 2014) incluiu a individualização e descrição de fácies, a partir da caracterização dos seguintes atributos sedimentares: litologia, textura, estruturas sedimentares e cor. Compreensão dos processos deposicionais responsáveis pela geração de fácies. E a definição de grupo de fácies sedimentares (associação de fácies) que foram depositadas em um mesmo ambiente extenso.

O mapeamento da distribuição vertical e lateral destas fácies foi auxiliado por perfis verticais levantado na escala de 1:100 em dois pontos no interior da cavidade, denominados P1 e P2 (Figura 2). Esses dois perfis compõem uma seção vertical de 18,5 metros, que permitiu a visualização completa da sucessão estratigráfica encaixante da Gruta do Éden. Dentro desses procedimentos, foram identificadas as superfícies-chave com significado estratigráfico para a correlação das seções e individualização dos ciclos sedimentares. Os estromatólitos foram descritos segundo o guia gráfico para descrição de microbialitos apresentado por Fairchild et al (2015).

- 4) Análise petrográfica: A etapa de petrografia sedimentar consistiu na análise de lâmina petrográfica de 5 amostras coletadas sistematicamente em função da variação de fácies. Para identificação do tipo de carbonato seguiu-se a técnica proposta por Adams et al. (1984): tingimento das lâminas petrográficas com solução de ferrocianeto de potássio (Alizarina Red S). Para classificação petrográfica, foi adotado o esquema de Dunham (1962), baseado na proporção entre lama carbonática e componentes aloquímicos, complementada pela classificação de Embry & Klovan (1971), que leva em consideração os tamanhos dos grãos carbonáticos e o tipo de bioconstrução.

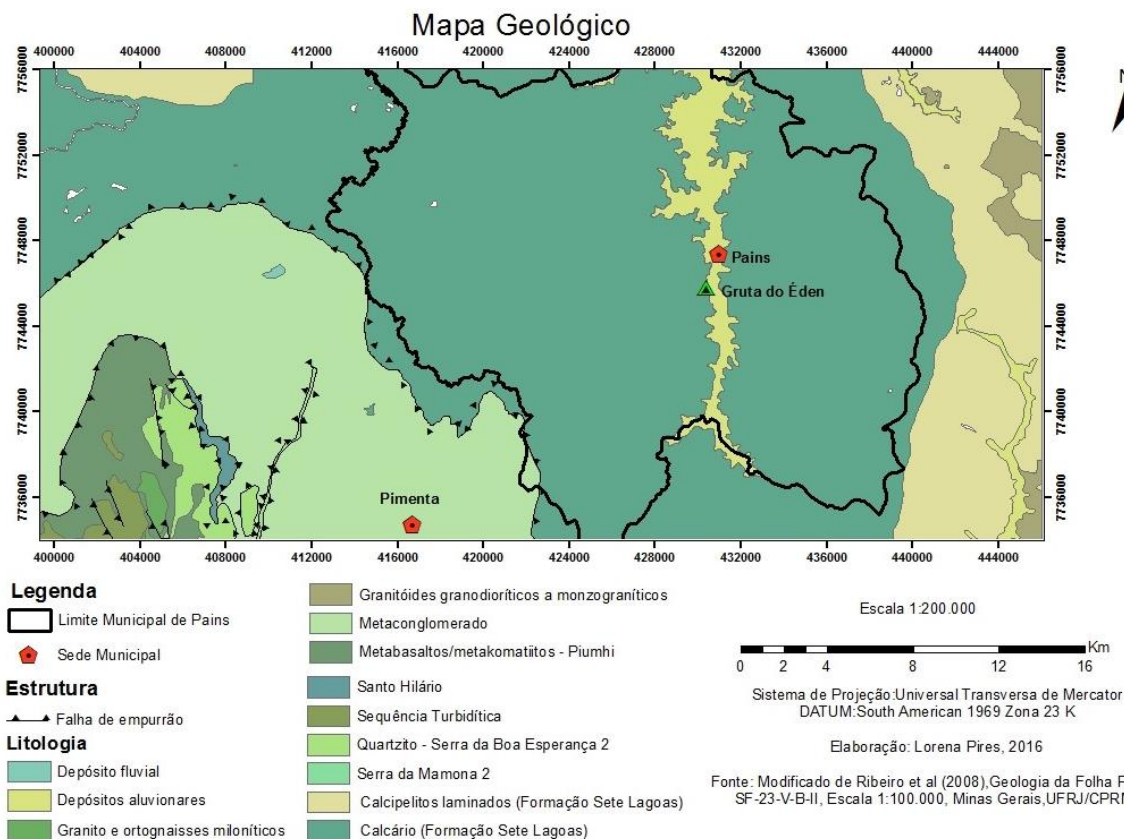


Figura 1: Mapa Geológico da região do município de Pains, com destaque para a Gruta do Éden.

Mapa espeleológico da Gruta do Éden dividido em setores e localização dos pontos de coleta de amostras: FA, FB, FC, FD, FE (Mapa modificado de Instrutec, 1996).

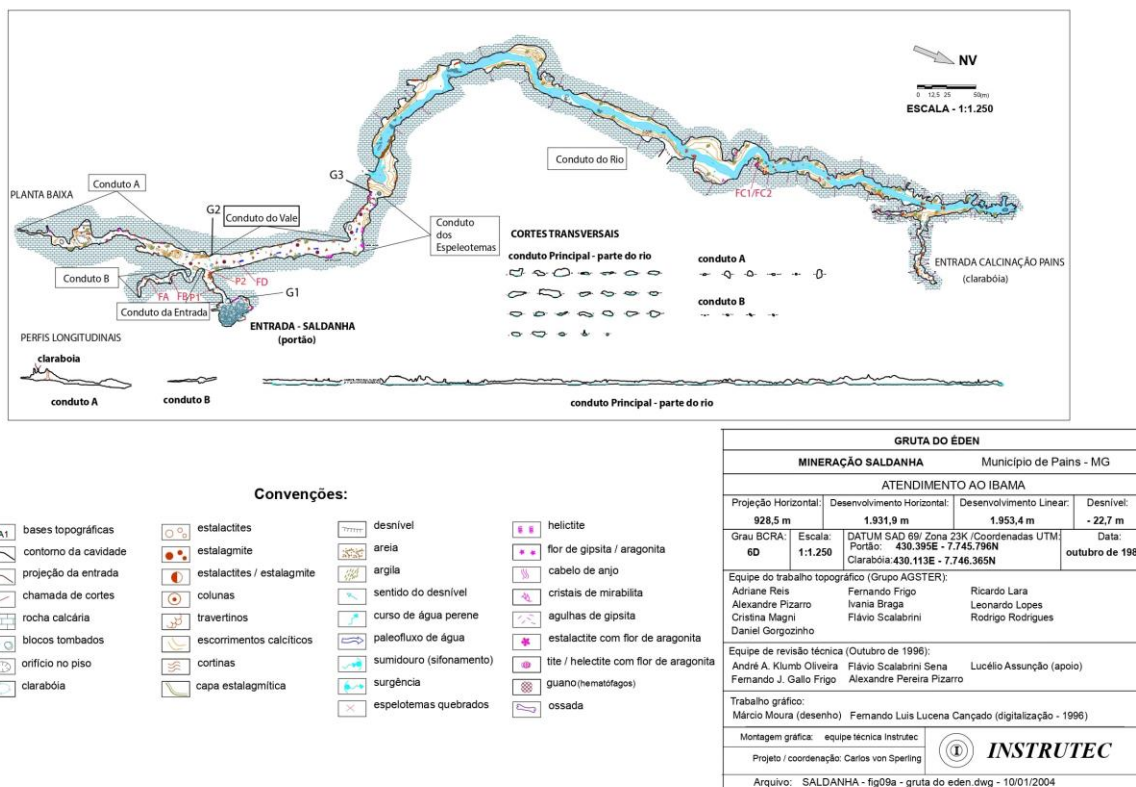


Figura 2: Mapa espeleológico da Gruta do Éden (Mapa modificado de Sperling et al, 2004).

3. RESULTADOS

A Gruta do Éden é uma caverna encaixada em três zonas hidrológicas: freática, oscilação e vadosa. A caverna apresenta fluxo perene, cuja drenagem é um importante componente do ciclo hidrológico da Bacia do Rio São Miguel. O desenvolvimento da caverna apresenta direção Norte/Sul condicionado por falhas normais e fraturas. Em seu interior, encontram-se predominantemente feições de origem freática, evidenciando uma fase submersa da caverna. Como depósitos sedimentares, encontram-se depósitos clásticos e químicos, estes últimos na forma de espeleotemas desde os mais comuns como estalactites, estalagmites, colunas, escorrimentos, travertinos, a mais raros, helictites, agulhas de calcita com cerca de 5 centímetros, flores de aragonita, de calcita e de gipsita, cabelos de anjo e jangada de calcita no rio.

O estudo de fácies sedimentares desenvolvido na Gruta do Éden identificou quatro associações de fácies distintas, respectivamente da base para o topo: FA, FB, FC, FD, as quais foram determinadas a partir do conjunto de 9 fácies (Tabela 1). A partir da distinção e caracterização dessas associações de fácies, foi levantado um perfil estratigráfico (Figura 3), seguindo a metodologia descrita.

- Associação de Fácies FA – Plataforma de mar aberto

A associação FA corresponde à porção basal do perfil, que consiste em uma sucessão de *grainstone* intraclástico de coloração cinza escura e branca quando intemperizada, intercalado por dois níveis de microbialitos distintos, com espessura total de 5,8 metros. A sucessão da associação de fácies FA é marcada por um contato erosivo com a associação de fácies FB.

A associação de fácies FA é dividida em quatro fácies sedimentares que incluem da base para o topo: *grainstone* intraclástico (FA1), *framestone* bioerma dômico (FA2), *grainstone* com estratificação cruzada *swaley* (FA3) e *bindstone* bioerma ondulado bulboso (FA4) (Figura 4).

A fácies FA1 com laminação plano-paralela e truncamentos de baixo ângulo (Figura 4 a) está diretamente recoberta pelos microbialitos da FA2 (Figura 4 b), cujo modo de ocorrência é bioerma dômico cumulado na forma de lentes LLH, segundo a classificação de Logan et al (1964).

A fácies FA3 é definida por *grainstone* com laminação cruzada *swaley*, associada a laminações truncadas de baixo ângulo que evoluem lateralmente para laminações plana (Figura 4 c).

Tabela 1: Fácies e associação de fácies da Formação Sete Lagoas – Gruta do Éden.

Associação de fácies	Fácies	Descrição
FA	FA1	<i>Grainstone</i> intraclástico com laminação plano paralela e truncamentos de baixo ângulo
	FA2	<i>Framestone</i> : bioerma dômico LLH
	FA3	<i>Grainstone</i> intraclástico com laminação tipo <i>swaley</i>
	FA4	<i>Bindstone</i> : bioerma lenticular ondulado LLH bulboso
FB	FB	<i>Rudstone</i>
FC	FC1	<i>Framestone</i> : estromatólitos colunares
	FC2	<i>Framestone</i> : biostroma composto, consiste em estromatólito estratiforme que grada a pseudo-colunar
FD	FD1	<i>Bindstone</i> estratiforme
	FD2	<i>Packstone</i> com laminação plano paralela

Perfil Estratigráfico da Gruta do Éden

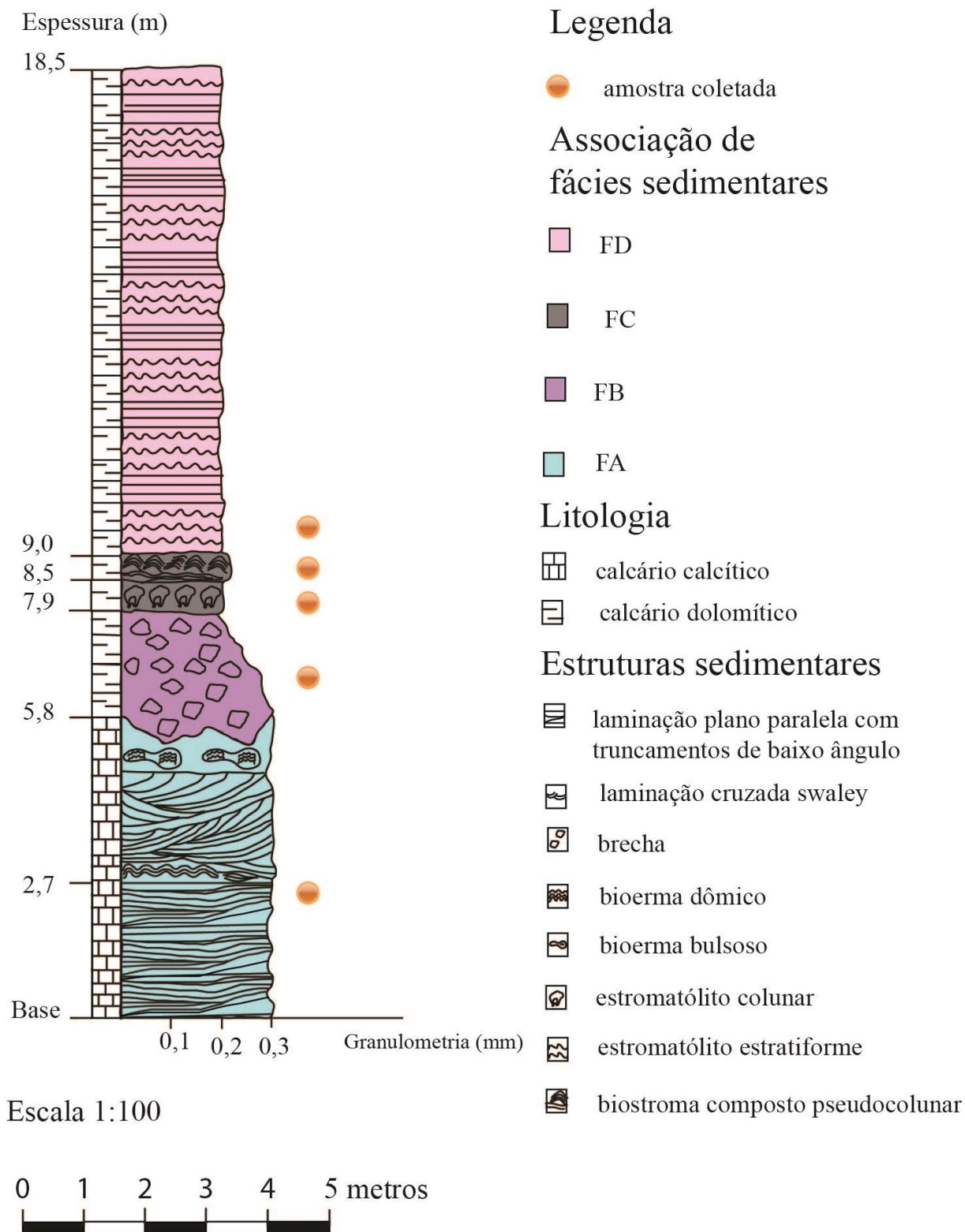


Figura 3: Perfil estratigráfico da seção carbonática da Gruta do Éden.

Também ocorrem intraclastos tabulares alongados de dimensões variáveis (tamanho de seixo a bloco) aparentemente dispostos concordantes ao acamamento, e delimitados por superfícies de estilólitos destacadas por concentração de óxido e hidróxido de Fe. A FA4 apresenta estrutura de bioestratificação na forma de estromatólitos centimétricos ondulados lateralmente contínuos (Figura 4 d), cujo modo de ocorrência é bioerma, com geomotéria bulbosa, em contato irregular na base com a fácies FA3.

- Associação de Fácies FB – Plataforma intermediário: delta de maré

A associação de fácies FB é classificada como um *rudstone* dolomitizado com arcabouço sustentado por clastos angulosos de dimensão seixo a bloco, com coloração cinza escura, e quando alterada coloração roxa, com aproximadamente 2,1 metros de espessura. O contato superior da associação FB é caracterizado por uma superfície plana, lateralmente contínua que marca a passagem brusca com a associação FC (Figura 6).

- Associação de fácies FC -Plataforma interna: Laguna /Inframaré

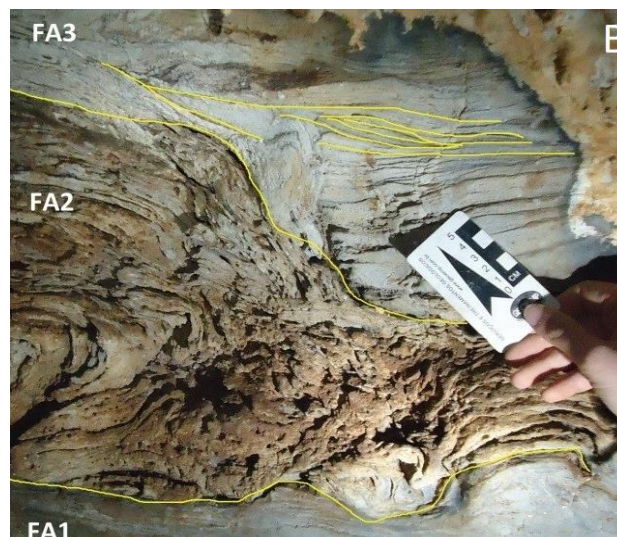
A associação de fácies FC corresponde a uma sucessão de calcário microbial de coloração cinza a preta, com porções recristalizadas com aproximadamente 1,1 metro de espessura. Nesta associação são definidos dois tipos de biostromas, colunares simples e o composto (estratiforme / pseudocolunar), que respectivamente individualizam as fácies FC1 e FC2 (Figura 5 a). A fácies FC1 trata-se de um *framestone* e apresenta cerca de 0,6 metros de espessura. Esta fácies é caracterizada por um pacote de microbialito constituído por estromatólitos colunares de tamanho centimétrico,

corpos esféricos, isolados, ligados lateralmente na base, porém cabeças isoladas, forma turbinata com bordas arredondadas (Figuras 5 c). A porosidade é definida por dissolução e associado à laminação microbiana (poros fenestrais), que por suas vezes são obliterados por cimento de calcita espática. A fácies FC2 ocorre com 0,5 metros de espessura e classificada como *framestone* constituído por biostroma composto. O biostroma consiste na base por microbialito estratiforme tabular ondulado lateralmente contínuo, com pequenos domos desenvolvidos de dimensão milimétrica, que grada progressivamente para estromatólitos pseudo-colunares (Figura 5 b). As colunas de até 10 cm de altura são pontualmente ligadas lateralmente por pontes. A relação de contato entre as associações de fácies FC e FD é um contato plano, contínuo e abrupto (Figura 6).

- Associação de Fácies FD – Plataforma interna: Inframaré/Intermaré

A associação FD apresenta 9,5 metros de espessura de calcário dolomítico cinza claro (rosado quando alterado), que consiste em duas fácies sedimentares: *bindstone* estratiforme (FD1) e *packstone* com laminação plana paralela (FD2). Os microbialitos são caracterizados como biostroma tabular, com estromatólitos estratiformes com ondulações irregulares. Uma superfície plana delimita o contato entre as fácies FD1 e FD2 (Figura 6)

A figura 6 apresenta a relação de contato entre as associações de fácies, sendo o contato entre FA e FB abrupto e erosivo, e as relações de contato entre FB e FC; e FC e FD são planos e abruptos.



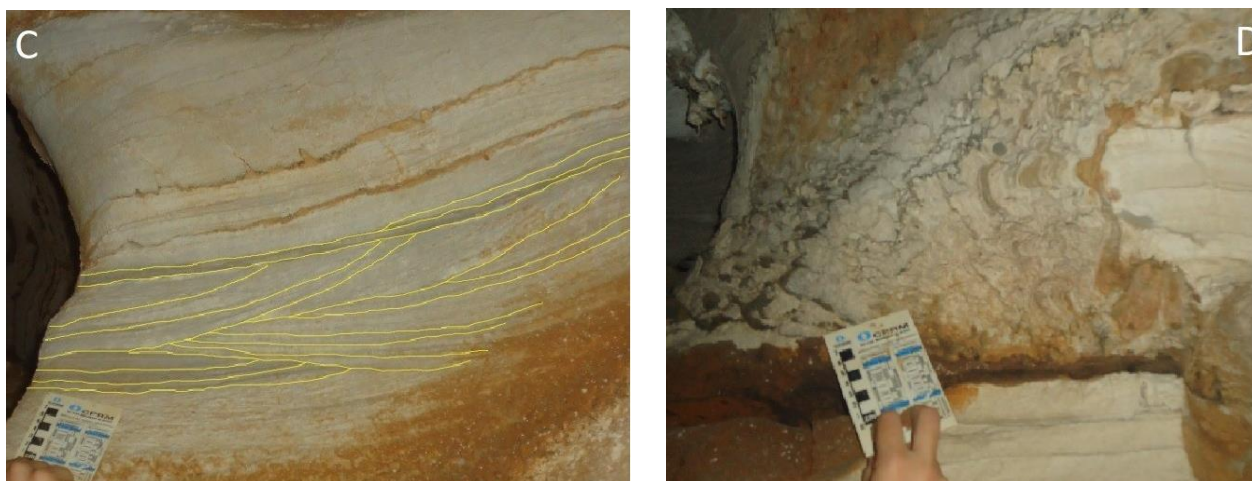


Figura 4: Fácies: (4 a) Fácies FA1; (4 b) Fácies FA2; (4 c) Fácies FA3; (4 d) Fácies FA4. (Fotografias: Ian Dutra).

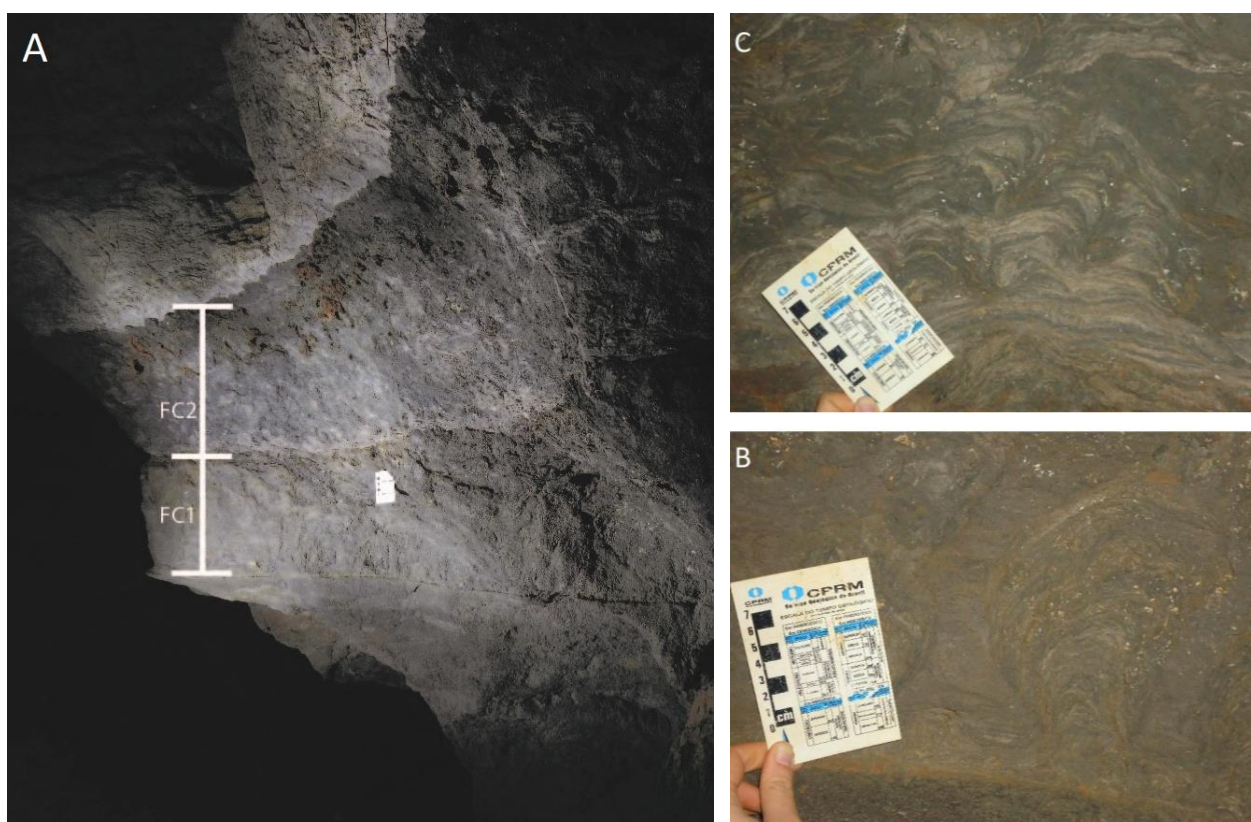


Figura 5: Associação de fácies FC. (5 a) Composta por duas fácies definidas por um contato plano e abrupto. (5 b) Estromatólito colunar de dimensão centimétrica. (5 c) Biostroma composto da fácies FC2 que consiste na base por microbialito tabular ondulado estratiforme lateralmente contínuo, que grada progressivamente para estromatólitos pseudo-colunares. (Fotografia: Ian Dutra)



Figura 6: Relações de contato entre as associações de fácies descritas: FA, FB, FC, FD. (Fotografia: Ian Dutra).

5. DISCUSSÃO

A partir da análise faciológica e estratigráfica elaborou-se uma proposta de modelo do ambiente deposicional. Vale ressaltar que se trata de uma interpretação paleoambiental preliminar, já que esta primeira interpretação foi feita a partir de um único perfil estratigráfico, e dados mais consistentes relacionados à correlação estratigráfica não foram obtidos neste trabalho.

O perfil estudado foi interpretado como um registro de quatro ciclos deposicionais: os ciclos S1 e S2, constituído pelas associações de fácies FA, Ciclo D1 constituído pelas associações de fácies FB e FC, e o Ciclo S3 constituído pela associação de fácies FD.

A associação de fácies FA foi interpretada como dois ciclos de raseamento ascendente (*shoaling shallowing upward cycles*) – S1 e S2 – delimitados por complexos de recifes estromatolíticos, com sedimentos de águas mais profundas na base e mais rasas no topo. A assembleia de dados dessa associação de fácies permite interpretar a associação de fácies FA como

zona de plataforma marinha rasa composta por *shoreface* dominada por ondas de tempestades associados aos complexos de recifes estromatolíticos nas porções mais rasas, com sedimentos de águas mais profundas na base.

Nesse contexto de ondas de tempestade, foi interpretado que os complexos de recifes estromatolíticos da FA4 formam subambientes de canais de maré (*tidal inlet channel*), onde as brechas correspondentes a associação FB são depositadas na porção do delta de maré (*flood tidal delta*), o que condiz com a relação de contato erosivo com a FA na base. O contato plano e abrupto com a FC no topo está associado à migração lateral de subambiente (Tucker & Wright, 1990).

A associação de fácies FC são *framestones* dolomíticos típicos de sistemas de Laguna/Submaré (Tucker & Wright, 1990). Os estromatólitos da FC1 caracterizados como biostroma colunares com cabeças isolada ligados lateralmente na base, indica uma zona de litoral (Logan et al., 1964), especificamente na laguna rasa de plataforma (Lopes, 1995). Já os estromatólitos da FC2 descritos

como biostroma composto indicam uma zona de inframaré superior (Logan et al., 1964), em um ambiente de águas agitadas na planície de maré (Lopes, 1995). O contato definido plano e abrupto entre FC1 e FC2 indica uma mudança nas condições de sedimentação (Tucker, 2014). A fácies FC2 registra a evolução de formas dos biostromas compostos, definida por estromatólitos estratiformes evoluindo para pseudo-colunares, isso, segundo Logan et al (1964) sugere aumento da lâmina da água.

Logo, a migração lateral do subambiente de delta de maré para laguna e a evolução das formas dos biostromas compostos da fácies FC2 registram ciclos de afogamento ascendente (*deepening upward cycles*), denominado no estudo como D1.

A associação de fácies FD foi interpretada como registro planície de maré. A intercalação entre as fácies de *packstone* laminado (FD2) e *bindstone* estratiforme (FD1) demarcam diferentes zonas da planície de maré, definidas pela variação relativa do nível do mar em função de correntes de maré. Desta forma, a fácies FD1 sugere colonização de comunidades microbianas na interface de inframaré/intermaré, zona de águas de baixa energia que permite o desenvolvimento de estromatólitos estratiformes lateralmente contínuos (Pratt, 1982). Já a fácies FD2 indica zona de intermaré, caracterizada como um ambiente hidrodinamicamente ativo, onde ocorre maior ação de correntes de maré que geram leitos planos, bem como constantes períodos alternados de inundação pela água do mar e exposição subaérea (Tucker &

Wright 1990), registrando um terceiro ciclo de raseamento ascendente (S3).

4. CONCLUSÕES

A sucessão carbonática da gruta do Éden foi interpretada como ciclos de raseamento e afogamento ascendentes que compõem depósitos de uma plataforma carbonática subdividida em: i) plataforma de mar aberto (FA) com subambientes de *shorface* dominado por onda de tempestade e complexos de recifes estromatolíticos; ii) plataforma interna composta por subambientes de deltas de maré (FB), laguna e planícies de maré (FC e FD).

No contexto geológico de sedimentação da bacia do Bambuí, esses depósitos carbonáticos marcam mudanças climáticas importantes, que podem ter influenciado o aparecimento dos metazoários e a explosão de vida do Cambriano (revisão em Hoffman e Schrag, 2002, in Vieira, 2007). A Formação Sete Lagoas é considerada como o exemplo clássico de sedimentação carbonática pós-glacial Neoproterozóica da Plataforma Sulamericana (cf. Schobbenhaus Filho, 1984; Karfunkel e Hoppe, 1988, in Vieira, 2007). Nesse sentido, a Gruta do Éden se revelou como um importante testemunho estratigráfico, onde as estruturas sedimentares e feições geológicas estão perfeitamente preservadas em relação às intempéries da natureza, favorecendo o estudo e a reconstrução do paleoambiente deposicional da região.

REFERÊNCIAS

- ADAMS A. E., MACKENZIE W.S., GUILFORD C. 1984. **Atlas of sedimentary rocks under the microscope**. Longman, Harlow, 140p.
- ALKMIM F.F & MARTINS – NETO M.A. 2001. A Bacia Intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: Pinto C. P., Martin-Neto M.A. (Ed) **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. SBG (MG), Belo Horizonte, 9-30.
- BURCHETTE T.P. & WRIGHT V.P. 1992. Carbonate ramp depositional systems. **Sedimentary Geology**, 79: 3-57.
- CECAV. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **Base de Dados Geoespacializados das Cavidades Naturais Subterrâneas do Brasil**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecv>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- DUNHAM R. J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E. (Ed.). Tulsa. **American Association of Petroleum Geologists**, 108-122.

- EMBRY A. F., KLOVAN, J.E. A. 1971. A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Islands, Northwest Territories. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, v.19, 730-781.
- FAIRCHILD.T.R.,ROHN. R., DIAS-BRITO D. 2015. **Microbialitos do Brasil do Pré Cambriano ao Recente: um atlas**. 1º ed Rio Claro: UNESP- IGPE- UNESPetro.
- GROTZINGER J.P. 1989. Facies and evolution of Precambrian carbonate depositional systems: Emergence of the modern platform archetype. In: Crevelo P.D., Wilson J.L., Sarg J. F., Read J.F (ed.). Controls on carbonate platforms and basin development, Tulsa: **Special Publication of Society of Economic Paleontologists and Mineralogists**, 44: 79-106.
- GROTZINGER J.P.S. 1986. Evolution of Early Proterozoic passive-margin carbonate platform, Rocknest Formation, Wopmay Orogen, Northwest Territories, Canada. **Journal of Sedimentary Petrology**, 56: 831-847.
- HOFFMAN P.F. 1999. The break-up of Rodinia, birth of Gondwana, true polar wander and the snowball Earth. **Journal of African Earth Science**, 28:17-33.
- HOFFMAN P.F., KAUFMAN A.J., HALVERSON G.P., SCHRAG D.P. 1998a. A Neoproterozoic Snowball Earth. **Science**, 281: 1342-1346.
- HOFFMAN.P.F. AND SCHRAG, D.P. 2002. The Snowball Earth Hypothesis: Testing the Limits of Global Change. **Terra Nova**, 14 (3), p. 129-155.
- HOFFMAN.P.F. AND SCHRAG, D.P. 2002. The Snowball Earth Hypothesis: Testing the Limits of Global Change. **Terra Nova**, 14 (3), p. 129-155.
- KARFUNKEL .J. & HOPPE A. 1988. Late Proterozoic glaciation in central-eastern Brazil: synthesis and model. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, (65), p. 1-21.
- LOGAN B.W., REZAK R. & GINSBURG R.N.1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites, **Journal of Geology**, 72 (1): 68 – 83.
- SALLUN-FILHO, W .1999. **Análise de Estromatólitos do Grupo Itaiacoca (Proterozóico), ao sul de Itapeva, SP**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 155 p.
- SBE. 2019. **Cadastro Nacional de Cavidades. Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)**. Disponível em http://www.sbe.com.br/cnc_form.asp.
- SCHOBHENHAUS FILHO.C. CAMPOS, D.A. 1984. A evolução da Plataforma Sulamericana no Brasil e suas principais concentrações. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. (Org.). **Geologia do Brasil**. (ed) Brasília: DNPM, v. 1, p. 9-53
- SPERLING C.V., OLIVEIRA. A.A.K., FRIGO F.J.G., SENA F. S., PIZARRO. A.P., ASSUNÇÃO. L 2004. **Gruta do Éden**, Mineração Saldanha, Pains, Minas Gerais.
- TUCKER M.E. & WRIGHT V.P. 1990. **Carbonate Sedimentology**. Oxford, Blackwell Science Ltd.482p.
- TUCKER.M.E.2014. **Rochas sedimentares: guia geológico de campo**. Tradução: Rualdo Menegat. 4. Editora Porto Alegre: Bookman, p.1-324.
- VIEIRA L.C .2007. **Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí) e as variações paleoambientais no final do Proterozóico**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de doutorado, 198 p.