



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Geociências – IG
Programa de Pós-graduação em Geologia Regional

**Coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga
(Membro Serra da Galga, Formação Marília) da região de
Uberaba, Minas Gerais, Brasil**

Fábio Antônio de Oliveira

Dissertação de mestrado n. 362

Brasília, maio de 2016



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Geociências – IG
Programa de Pós-graduação em Geologia Regional

**Coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga
(Membro Serra da Galga, Formação Marília) da região de
Uberaba, Minas Gerais, Brasil**

Fábio Antônio de Oliveira

Dissertação de mestrado n. 362

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia, na área de concentração em Geologia Regional.

Brasília, maio de 2016

Banca examinadora

Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci (UnB)

Profa. Dra. Fresia Soledad Ricardi Torres Branco (UNICAMP)

Prof. Dr. Ricardo Lourenço Pinto (UnB)

Dissertação apresentada na forma de artigo conforme Art. 35 do Regimento da Pós-graduação do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação só foi concebida graças ao apoio de diversas pessoas e instituições. Foram dois anos de trabalho onde pude contar com o apoio de profissionais e amigos de distintas áreas. Acredito que podemos crescer muito como profissionais quando caminhamos por outras áreas e o conhecimento dos outros é transmitido. Acredito também que crescemos como pessoas quando nosso conhecimento é compartilhado. Este trabalho é de vocês, por vocês e para vocês:

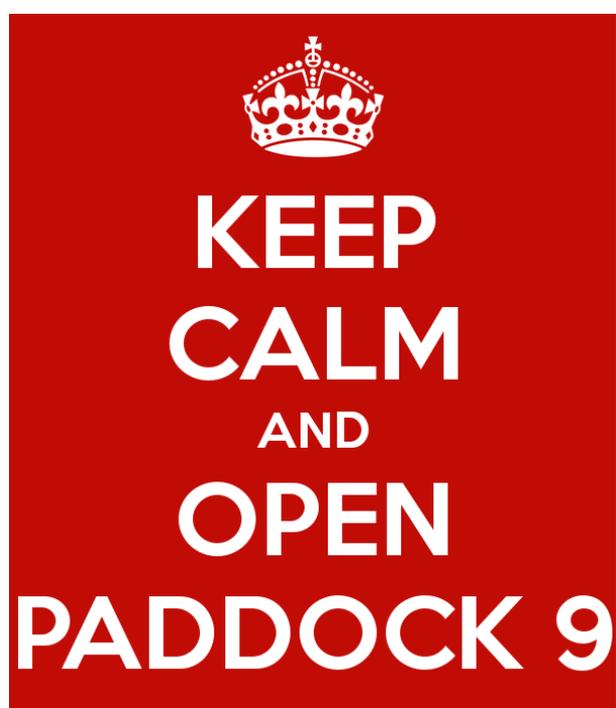
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível desenvolver este trabalho;
- Ao Laboratório de Difração de Raios-X do Instituto de Geociências (IG) da Universidade de Brasília (UnB), pela análise de difração das amostras;
- Ao Dr. Luiz Carlos Borges Ribeiro e funcionários do Museu dos Dinossauros e Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price por todo apoio durante o desenvolvimento do trabalho, especialmente durante a etapa de campo.
- À Profa. Dra. Maira Barberi do Laboratório de Paleoecologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), por ceder local e material para preparação e análise palinológica das amostras e por dividir comigo a alegria de encontrar um pólen de *Podocarpus* dentro de um cocô;
- Aos amigos da empresa Biota Projetos e Consultoria Ambiental, local onde foi disponibilizada estrutura e material para triagem das amostras. Agradeço ao apoio dos proprietários Claudio Veloso Mendonça e Pablo Vinícius Clemente Mathias, da gerente técnica e administrativa Joyce Costa de Carvalho e do Dr. Ronaldo Leal Carneiro;
- A toda comunidade de *software* livre, da qual também faço parte, sempre prestativa e pronta para ajudar nas dúvidas e solução de problemas;
- Agradeço aos estagiários (agora biólogos) Brenda Camara Cardoso, Henrique Aires da Silva e Nayara Lima Batista pela ajuda na triagem das amostras;
- Aos meus amigos Giovanna de Carvalho Quinta, Bruno Cezarotti Padilha e Gabriel de Avila Batista pelos momentos de discussões, sugestões e auxílio técnico no trabalho;
- À minha amiga Alice Francener Nogueira Gonzaga pelo apoio, momentos de discussões e conselhos ainda antes mesmo de ingressar no mestrado;

- Ao Prof. Dr. Jalles Teixeira Chaves Filho pelas discussões sobre os resíduos vegetais encontrados nas amostras;
- Um agradecimento especial à minha esposa Luana Cristina da Silva pelo apoio nos momentos de dificuldade e por auxiliar em diversos momentos: triagem de amostras e preparação de materiais. Obrigado por caminhar essa estrada ao meu lado, jamais conseguiria sem você;
- Aos meus pais, Antônio e Maria e irmãos, Fernando e Ana Cristina que sempre me incentivaram na busca dos meus objetivos e com quem sempre pude contar;
- Aos colegas/amigos de pós-graduação Henrique Zimmermann Tomassi, Joyce Celerino de Carvalho, Lucila Monteiro de Souza, Adriano Santos Mineiro, Roberto de Souza Dias Ricart, Felipe Mendes dos Santos Cardia, Marcos Vitor Dumont Júnior e Glauber Oliveira Cunha, companheiros da paleontologia que dividem o mesmo orientador;
- Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci pela oportunidade de desenvolver este trabalho. Obrigado pela orientação, pelas excelentes aulas de Paleontologia, pela paciência, pelo apoio nos momentos de dificuldade e por acreditar na minha capacidade.

“...O pão de ló, brevidade da vovó
O fondue e o mocotó
Pavarotti e Xororó
Minha éguinha pocotó
Ninguém vai escapar do pó
Sua boca e seu loló
Tudo vira bosta...”
Rita Lee (Tudo Vira Bosta)

“A mais simples porcaria talvez seja mais
significativa que a nossa maior crítica”
Anton Ego (*in* Ratatouille)

“Uma vez cocô para sempre cocô”
Alice Francener



SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE APÊNDICES.....	xii
LISTA DE ANEXOS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
Capítulo 1.....	1
Introdução.....	1
Capítulo 2.....	2
1. Introdução.....	2
2. Geologia e Paleontologia.....	4
3. Materiais e Métodos.....	12
4. Resultados e Discussão.....	14
4.1 Sobre a natureza orgânica das amostras.....	14
4.2 Descrição dos morfotipos.....	17
4.3 Tafonomia.....	21
5. Conclusão.....	28
6. Referências.....	29
Capítulo 3.....	35
1. Introdução.....	35
2. Geologia e Paleontologia.....	37
3. Materiais e Métodos.....	40
4. Resultados e Discussões.....	42
4.1. Natureza e morfologia das amostras.....	42
4.2. Resultados palinológicos.....	45
4.3. Avaliação paleoecológica e paleoambiental.....	55
5. Conclusão.....	58
6. Referências.....	59
Capítulo 4.....	70
Conclusões.....	70
Apêndices.....	72
Anexos.....	100

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3

- Tabela 1.** Parâmetros físicos das amostras dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga utilizadas na preparação palinológica..... 45
- Tabela 2.** Palinomorfos encontrados em coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil..... 46

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

- Figura 1.** Mapa de localização do Grupo Bauru e dos depósitos da Formação Marília na região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Modificado de Fernandes and Coimbra (1996) e Fernandes (1998)..... 5
- Figura 2.** Seção cronoestratigráfica das unidades cretáceas da Bacia do Paraná. Modificado de Milani *et al.* (2007).... 5
- Figura 3.** Mapa de localização da área de estudo em território brasileiro. A) Localização do afloramento denominado Ponto 1 do Price ou Caieira, no Sítio Paleontológico Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. B) Localização do afloramento no km 153 da BR-050 (B), no Sítio Paleontológico Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais.....6
- Figura 4.** Afloramentos localizados no Ponto 1 do Price ou Caieira (A), Sítio Peirópolis e km 153 da BR-050 (B), Sítio Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A1) Afloramento do Ponto 1 do Price (Caieira); A2) Setas indicando seixos dispostos caoticamente; A3) Coprólito *in situ* no nível dos seixos; B1) Afloramento do km 153 da BR-050; B2) Setas indicando seixos orientados horizontalmente; B3) Coprólito fragmentado *in situ* no nível dos seixos. Escalas = 1 m A1 e B1 e 1 cm em A2-3 e B2-3..... 7
- Figura 5.** Coluna estratigráfica dos afloramentos do Membro Serra da Galga, localizados no Ponto 1 do Price, no Sítio Paleontológico Peirópolis (A) e no km 153 da BR-050, no Sítio Paleontológico Serra da Galga (B), Uberaba, Minas Gerais, Brasil..... 8
- Figura 6.** Esquematisação da amostra FUP-000125, evidenciando os seis estágios de abrasão dos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. O coprólito em questão é do Estágio 0, e os demais desenhos são meramente ilustrativos. Sem escala. Desenho por Bruno Cezarotti Padilha..... 14
- Figura 7.** Boxplot da variação de densidade de coprólitos e pseudocoprólitos encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. No eixo x estão representados os dois grupos de amostras (Coprólitos, n = 199; Pseudocoprólitos, n = 141). As linhas centrais indicam a mediana e divide a metade inferior e superior das amostragens, os retângulos indicam o quartil, as linhas verticais representam os valores mínimo e máximo (*whisker*) e, por fim, os asteriscos indicam os valores extremos (*outliers*)..... 15
- Figura 8.** Comparação entre a porção superior (A) e inferior (B) da amostra FUP-000206 com a porção superior (C) e inferior (D) de fezes recente de bovino (*Bos taurus*). As fezes de bovino ficaram por 20 dias expostas ao meio. A porção superior das amostras (A e C) apresenta maior quantidade de rachaduras de ressecamento. Por outro lado, a porção inferior, (B e D) que fez contato com o solo, apresenta menos rachaduras e exhibe marcas de adesão do substrato, indicado pelas setas. Escala = 1 cm..... 16
- Figura 9.** Conteúdo micropaleontológico encontrado nos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A) Esporo de fungo no centro e acima o marcador exótico *Kochia scoparia* na amostra FUP-000145; B-C) Possíveis fragmentos vegetais nas amostras FUP-000145 (B) e FUP-000156 (C); D) Possível cutícula vegetal com estômatos e acima grãos de pólen do marcador exótico *Kochia scoparia* na amostra FUP-000195. Escala = 20 μ m..... 17

Figura 10. Registro fotográfico dos morfotipos encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A) Morfotipo 1 – cilíndrico, FUP-000154; B) Morfotipo 2 – ovoide, FUP-000135; C) Morfotipo 3 – cônico, FUP-000047; D) Morfotipo 4 – dômico, FUP-000145; E-F) Indeterminados – coprólitos em avançado estado de desgaste como FUP-000309 (E), provocando arredondamento das porções polares, e fragmentação como FUP-000134 (F) impossibilitam a correta identificação do morfotipo; G-H) Pseudocoprólitos – nódulos carbonáticos inorgânicos como as amostras FUP-000007 (G) e FUP-000167 (H). Escala = 1 cm..... 18

Figura 11. Características gerais dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios Peirópolis (A) e Serra da Galga (B), Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Na figura são apresentados os valores mínimo e máximo para cada morfotipo. Em dimensões são apresentados comprimento e largura, respectivamente..... 18

Figura 12. Padrão de rachaduras encontradas nos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Rachaduras de ressecamento ou dessecação na amostra FUP-000125 (A) e do tipo sinerese na amostra FUP-000103 (B). Escala = 1 cm..... 22

Figura 13. Variação dos valores de abundância (A) e porcentagem (B) por estágio de abrasão dos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Notar que o maior número de coprólitos do Sítio Peirópolis pertence ao Estágio 2, enquanto que no Sítio Serra da Galga pertencem ao Estágio 3..... 23

Figura 14. Principais características observadas nos coprólitos dos Sítios Peirópolis e Serra da Galga, Membro Serra da Galga, Formação Marília, Minas Gerais. A-B) coprólitos inteiros, aparentemente sem quebras e com rachaduras profundas, evidenciado que não houve desgaste nas amostras FUP-000125 (A) e FUP-000135 (B); C) coprólito desgastado com seixos de quartzo incrustados e molde de seixo (setas), onde observa-se que o seixo também está desgastado na amostra FUP-000227; D) coprólito arredondado sem rachaduras superficiais, provavelmente em função do desgaste na amostra FUP-000126. Escala = 1 cm..... 24

Figura 15. Fezes recentes de mamíferos depositadas em diferentes tipos de substratos. Note como as partículas presentes no substrato podem ficar aderidas ou deixar moldes nas fezes. A-B) Fezes de *Chrysocyon brachyurus* (loboguará) depositadas em local cascalhoso (A) e arenoso (B); C) Fezes de *Puma concolor* (suçuarana) depositada em local arenoso; D) Fezes de *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) depositada em local cascalhoso, com seta indicando seixo aderido às fezes; E) Fezes de *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco) com seta indicando fragmento de solo aderido; F) Fezes de *Sybilagus brasiliensis* (tapiti) depositadas entre restos de milho; G) Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) envoltas por grãos de areia. As imagens são do acervo da Biota Projetos e Consultoria Ambiental. Fotos A, B, D, E e G por Fábio Antônio de Oliveira e fotos C e F por Camila Castro de Araújo. Escala = 1 cm..... 25

Figura 16. Esquema de transporte de coprólitos até os afloramentos dos sítios Serra da Galga e Peirópolis, Membro Serra da Galga, Formação Marília. Podendo haver produção de fezes em substrato de seixos seguido de ressecamento por longo tempo de exposição, onde o material se acumula em ambiente subaéreo e é transportado por leques aluviais (Sítio Peirópolis); ou produção e acumulação de fezes também em ambiente subaéreo e transporte por fluxo aquoso, com preservação em depósitos de canais fluviais (Sítio Serra da Galga)..... 27

Capítulo 3

Figura 1. Mapa de localização do Grupo Bauru e dos depósitos da Formação Marília na região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Modificado de Fernandes and Coimbra (1996) e Fernandes (1998)..... 38

Figura 2. Mapa de localização e afloramentos localizados no Ponto 1 do Price ou Caieira (A), Sítio Peirópolis e km 153 da BR-050 (B), Sítio Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A1) Afloramento do Ponto 1 do Price (Caieira); A2) Coprólito *in situ*; B1) Afloramento do km 153 da BR-050; B2) Coprólito fragmentado *in situ*. Escalas = 1 m A1 e B1 e 1 cm em A2 e B2..... 39

Figura 3. Boxplot da variação de densidade de coprólitos e pseudocoprólitos encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. No eixo x estão representados os dois grupos de amostras (Coprólitos, n = 17; Pseudocoprólitos, n = 13). As linhas centrais indicam a mediana e divide a metade inferior e superior das amostragens, os retângulos indicam o quartil, as linhas verticais representam os valores mínimo e máximo (*whisker*) e, por fim, os asteriscos indicam os valores extremos (*outliers*)..... 43

Figura 4. Coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Morfotipo cilíndrico: A) FUP-000154; Morfotipo cônico: B) FUP-000144, C) FUP-000195 e D) FUP-000280; Morfotipo dômico: E) FUP-000156 e F) FUP-000145; Indeterminados: G) FUP-000128, H) FUP-000130, I) FUP-

000134, J) FUP-000159, K) FUP-000204, L) FUP-000209, M) FUP-000217, N) FUP-000242, O) FUP-000282, P) FUP-000325 e Q) FUP-000328. Escala = 1 cm..... 44

Figura 5. Pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A) FUP-000002, B) FUP-000005, C) FUP-000119, D) FUP-000137, E) FUP-000155, F) FUP-000263, G) FUP-000160, H) FUP-000175, I) FUP-000178, J) FUP-000185, K) FUP-000197, L) FUP-000322 e M) FUP-000333. Escala = 1 cm..... 44

Figura 6. Palinomorfos encontrados em coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Grãos de pólen: A1-2) *Podocarpidites* sp., amostra FUP-000144 – lâmina C144/1; B) *Equisetosporites* sp.1, amostra FUP-000195 – lâmina C195/1; C) *Equisetosporites* sp.2, amostra FUP-000159 – lâmina C159/2; D) *Equisetosporites* sp.3, amostra FUP-000144 – lâmina C144/2; E) *Gnetaceapollenites* sp., amostra FUP-000209 – lâmina C209/1; F) *Cycadopites* sp., amostra FUP-000195 – lâmina C195/1; G) *Classopollis* sp.1, amostra FUP-000145 – lâmina C145/1; H) *Classopollis* sp.2, amostra FUP-000130 – lâmina C130/1; I) *Classopollis* sp.3, amostra FUP-000328 – lâmina C328/2; J) Palinomorfo 1 – *Afropollis*?, amostra FUP-000145 – lâmina C145/1; K) Palinomorfo 2 – *Arecaceae*?, amostra FUP-000282 – lâmina C282/1. Fungos: L) *Pluricellaesporites* sp., amostra FUP-000145 – lâmina C145/1; M) *Multicellites* sp., amostra FUP-000325 – lâmina C325/1; N) *Quilonia* sp., amostra FUP-000325 – lâmina C325/2; O) Fungo 1, amostra FUP-000130 – lâmina C130/1; P) Fungo 2, amostra FUP-000144 – lâmina C144/1; Q) Fungo 3, amostra FUP-000144 – lâmina C144/2; R) Fungo 4, amostra FUP-000282 – lâmina C282/2. Escala = 10 µm..... 54

Figura 7. Prováveis fragmentos vegetais encontrados em coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A-F) Matéria vegetal não digerida nas amostras FUP-000134 – lâmina C134/2 (A), FUP-000144 – lâmina C144/1 (B), FUP-000145 – lâmina C145/2 (C), FUP-000156 – lâmina C156/2 (D), FUP-000217 – lâmina C217/1 (E) e FUP-000242 – lâmina C242/1 (F); G) Provável cutícula vegetal com estômatos da amostra FUP-000195 – lâmina C195/1. Escala = 100 µm..... 55

Figura 8. Concentração estimada de palinomorfos presentes em um centímetro cúbico de amostra..... 56

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1. Tabela de dados físicos dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil..... 73

Apêndice 2. Registro fotográfico dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil..... 80

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000002..... 100

Anexo 2. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000005..... 101

Anexo 3. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000128..... 101

Anexo 4. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000144..... 102

Anexo 5. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000145..... 102

Anexo 6. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000154..... 103

Anexo 7. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000156.....	103
Anexo 8. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000159.....	104
Anexo 9. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000175.....	104
Anexo 10. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000204.....	105
Anexo 11. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000282.....	105
Anexo 12. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000325.....	106
Anexo 13. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000328.....	106
Anexo 14. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000333.....	107

RESUMO

Coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga (Membro Serra da Galga, Formação Marília) da região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil

Autor: Fábio Antônio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci

A região de Uberaba, em Minas Gerais, contém rica fauna de vertebrados em rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru, de idade maastrichtiana. Entretanto, em meio à grande diversidade faunística, os elementos vegetais que compõem a paleobiota são praticamente ausentes no registro fóssil. Associados aos fósseis de vertebrados também foram encontrados grande quantidade de coprólitos em duas localidades, aqui chamadas de Sítio Peirópolis e Sítio Serra da Galga. Até o momento, estes coprólitos foram pouco estudados. Em campo, foram coletadas 340 amostras e, posteriormente, preparadas e analisadas em laboratório. Com a determinação de parâmetros como: peso, densidade, composição química e conteúdo, foi possível separar 199 coprólitos verdadeiros e 141 nódulos inorgânicos (pseudocoprólitos). Algumas amostras de coprólitos foram selecionadas e submetidas a uma preparação palinológica com HCl 10% e HF 40%. Os coprólitos foram divididos em quatro morfotipos, comumente associados a organismos de formas e tamanhos variados. O estudo tafonômico com base em caracteres morfológicos tais como desgaste, presença ou marcas de seixos e rachaduras de ressecamento revelaram a ocorrência de mistura temporal e espacial desse material para os dois sítios estudados. Neste trabalho também apresentamos os primeiros registros de parte da vegetação que existiu onde hoje se encontram os sítios Peirópolis e Serra da Galga. Foram encontrados tipos polínicos como *Classopollis*, *Equisetosporites*, *Gnetaceapollenites*, *Cycadopites* e *Podocarpidites*. O conjunto polínico demonstra que parte da vegetação era representada por elementos arbustivos (gnetófitas), arbóreos (coníferas) e cicadáceas que viviam em um ambiente de clima árido. Aparentemente, os coprólitos depositados em local com presença de seixos passaram por longo período de seca, como indicam os palinomorfos encontrados, e foram posteriormente transportados em períodos

de maior umidade. O mesmo padrão tafonômico pode ter ocorrido para os demais fósseis dessas localidades, que ocorrem em elevada abundância na região. Dessa forma, esse aspecto tafonômico se torna um importante parâmetro a ser levado em conta em futuros estudos sobre a paleobiota da região.

Palavras-chave: coprólitos, mistura temporal e espacial, palinomorfos, Formação Marília, Cretáceo

ABSTRACT

Coprolites from the paleontological sites Peirópolis and Serra da Galga (Serra da Galga Member, Marília Formation) of Uberaba, Minas Gerais, Brazil

Author: Fábio Antônio de Oliveira

Advisor: Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci

The region of Uberaba, Minas Gerais state, contains a rich maastrichtian vertebrate fauna collected from rocks of the Serra da Galga Member, Marília Formation, Bauru Group. Despite the great faunal diversity, the fossil record of plants, except for a few exceptions, is completely unknown. Together with vertebrate fossils, a large amount of coprolites has been also found in two locations, here called Peirópolis Site and Serra da Galga Site. There are few studies about these coprolites until now. In this study, 340 samples has been collected, prepared, and analyzed in the laboratory. Parameters such as weight, density, chemical composition, and content were determined. From this samples, 199 true coprolites have been identified whereas 141 samples have been assigned as to inorganic nodules (pseudocoprolites). Some coprolite samples were selected and subjected to a palynological preparation by using HCl 10% and HF 40%. The coprolites were divided into four morphotypes, commonly associated with varied shapes and sizes organisms. The taphonomic study based on morphological characters such as wear, presence or casts of pebbles, and dissection cracks revealed the occurrence of time averaging and spatial mixing for the samples of both sites. Moreover, we also present the first clues on how the vegetation, at the time of deposition of the rocks of the Peirópolis and Serra da Galga sites, looked like. The following palynological types were found: *Classopollis*, *Equisetosporites*, *Gnetaceapollenites*, *Cycadopites*, and *Podocarpidites*. This palynomorph set shows that the vegetation was represented by shrubby elements (gnetophytes), arboreal (conifers), and cycads living in an arid climate environment. Apparently, the coprolites deposited in a place with the presence of pebbles underwent long exposure periods, as indicated by the palynomorphs found inside them. Afterwards, they were transported during periods of higher humid. The same taphonomic

pattern may have occurred to other fossil in these sites, which occur in high abundance on the region. Thus, this taphonomic aspect becomes an important parameter to be taken into account in future studies about the biota found in these deposits.

Keywords: coprolites, time averaging, palinomorphs, Marília Formation, Cretaceous.

Capítulo 1

Introdução

O formato dessa dissertação segue o Regulamento do Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade de Brasília, conforme o Art. 35 do Regimento. São discutidos os aspectos tafonômicos e o conteúdo de um conjunto de coprólitos encontrados em rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru, Cretáceo Superior, da região de Uberaba-MG. Tal discussão está dividida em dois manuscritos escritos em Português que compõem os dois capítulos principais desse texto. O Capítulo 2 discute essencialmente a descrição dos morfotipos e os aspectos tafonômicos desses coprólitos e o Capítulo 3 discute o conteúdo palinológico encontrado em alguns coprólitos. Nos dois manuscritos é discutida a natureza orgânica das amostras.

Cada um desses capítulos (em forma de manuscrito) apresenta um resumo, introdução com justificativa e objetivo, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusões e referências bibliográficas específicos. Os textos (ainda em português) foram elaborados seguindo o modelo para submissão do periódico *Palaeontology*. As figuras, tabelas e citações bibliográficas estão em inglês e já apresentam o formato padrão do periódico. Por fim, no Capítulo 4 é apresentado um tópico final de conclusão integrando os dois manuscritos e indicando perspectivas de estudos futuros. Adicionalmente, é apresentada uma tabela com os parâmetros físicos das 340 amostras (**Apêndice 1**), um registro fotográfico completo das amostras estudadas (**Apêndice 2**) e, finalmente, os resultados da difração de raios-X (**Anexo 1 a 14**).

Capítulo 2

Tafonomia de coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga (Membro Serra da Galga, Formação Marília) em Uberaba, Minas Gerais, Brasil

Resumo – A região de Uberaba, em Minas Gerais, contém rica fauna de vertebrados em rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru, de idade maastrichtiana. Associados a esses fósseis também foram encontrados grande quantidade de coprólitos em duas localidades, aqui chamadas de Sítio Peirópolis e Sítio Serra da Galga. Em campo, foram coletadas 340 amostras e, posteriormente, preparadas e analisadas em laboratório. Com a determinação de parâmetros como: peso, densidade, composição química e conteúdo, foi possível separar 199 coprólitos verdadeiros e 141 nódulos inorgânicos (pseudocoprólitos). Os coprólitos foram divididos em quatro morfotipos, comumente associados a organismos de formas e tamanhos variados. O estudo tafonômico com base em algumas características tais como desgaste, presença ou marcas de seixos e rachaduras de ressecamento revelaram a ocorrência de mistura temporal e espacial desse material para os dois sítios estudados. O mesmo padrão tafonômico pode ter ocorrido para os demais fósseis dessas localidades, que ocorrem em elevada abundância na região. Dessa forma, esse aspecto tafonômico se torna um importante parâmetro a ser levado em conta em futuros estudos sobre a biota da região.

Palavras-chave: coprólitos, Formação Marília, Cretáceo, mistura temporal e espacial.

1. Introdução

Os sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga se encontram em uma grande unidade geológica do Grupo Bauru (Milani *et al.* 1994, 2007; Milani 1997) que ocupa a porção centro-sul da Plataforma Sul-americana. A principal unidade fossilífera na região dos sítios é o Membro Serra da Galga, da Formação Marília. Essas localidades já revelaram diversas espécies de microfósseis e macrofósseis e apresentam uma das mais ricas faunas de vertebrados e invertebrados do Cretáceo brasileiro (Ribeiro and Carvalho 2009).

O extenso registro fóssil inclui algas carófitas e invertebrados (Mezzalira 1974; Campanha *et al.* 1993; Magalhães-Ribeiro and Ribeiro 1999; Senra and Silva-e-Silva 1999; Gobbo-Rodrigues 2002; Ghilardi *et al.* 2011), peixes (Gayet and Brito 1989; Bertini *et al.* 1993; Martinelli *et al.* 2013),

anfíbios (Báez and Peri 1989; Báez *et al.* 2012), lagartos (Estes and Price 1973), quelônios (França and Langer 2005; Gaffney *et al.* 2011), crocodilomorfos (Price 1955; Carvalho *et al.* 2004; Kellner *et al.* 2011) dinossauros (Santucci and Bertini 2001; Campos *et al.* 2005; Kellner *et al.* 2005; Novas *et al.* 2005, 2008; Candeiro *et al.* 2006; Salgado and Carvalho 2008; Martinelli *et al.* 2011, 2015) e aves (Candeiro *et al.* 2012). Adicionalmente, também são conhecidos ovos de dinossauros (Magalhães-Ribeiro 2002; Grellet-Tinner and Zaher 2007).

Nos sítios Peirópolis e Serra da Galga também ocorrem coprólitos em abundância significativa que foram pouco estudados até o momento. Em alguns casos, tais coprólitos aparecem apenas citados no estudo de outros materiais fósseis (Carvalho *et al.* 2004; Salgado and Carvalho 2008; Ribeiro *et al.* 2012, 2015; Ribeiro 2014). Souto (2003) analisou cerca de 200 coprólitos das bacias cretáceas brasileiras. Porém, apenas 31 amostras pertenciam ao Grupo Bauru e apenas sete eram de Uberaba. Segundo o mesmo autor, o quartzo foi o mineral com maior presença nas amostras da Formação Marília, mas também foram encontradas concentrações elevadas de fósforo e cálcio, associadas à substituição por hidroxiapatita e calcita, além de coprólitos ricos em silício e cálcio, onde a silicificação foi relacionada com uma dieta rica em celulose. Mais recentemente, Francischini *et al.* (2014) relataram preliminarmente a presença de icnofósseis de invertebrados em coprólitos de Peirópolis, relacionadas com algum tipo de inseto em fase de pupação. Contudo, no trabalho final publicado (Francischini *et al.* 2016) consideraram as 16 amostras analisadas como pseudocoprólitos e descreveram os vestígios superficiais de nove amostras como uma nova icnoespécie, *Asthenopodichnium fallax*, que seria produzida por invertebrados em ambiente de água doce. Segundo os autores, o material não apresenta indícios diagnósticos característicos de coprólitos e seriam clastos de calcete retrabalhados. Por fim, uma compilação também recente (Souto and Fernandes 2015) apresentou um registro atualizado das principais ocorrências de coprólitos no Brasil. Duas amostras são de Peirópolis e análises de difração e fluorescência revelaram cálcio e sílica, com pequenas quantidades de alumínio e ferro, sugerindo, junto com outras características, que foram produzidos por herbívoros.

Do ponto de vista tafonômico, os trabalhos no Grupo Bauru são relativamente raros (Souto 2003; Azevedo 2012). Alguns estudos relatam preservação de fósseis relacionada a etologia, como no caso de *Uberabasuchus terrificus*, que teria hábito escavador e por isso se preservou articulado (Vasconcellos and Carvalho 2006). Porém, sabe-se que fósseis de vertebrados fragmentados são predominantes em relação a ossos isolados e esqueletos articulados ou parcialmente articulados na região (Azevedo 2012). Neste contexto, os mesmos processos que ocorreram com os coprólitos devem ter ocorrido com os demais fósseis. As fezes, quando

expostas por longo período ao ambiente, podem apresentar rachaduras de ressecamento (Vogeltanz 1965). Além disso, quando as fezes são expelidas podem sofrer a adesão de partículas presentes no substrato, indicando o tipo de ambiente em que foram depositadas (Northwood 2005). Todas essas assinaturas presentes nos coprólitos podem ser importantes na obtenção de dados sobre o paleoambiente e sobre seus aspectos tafonômicos. Ademais, na região de Uberaba já foi observado que coprólitos apresentam evidências de rolamento (Souto 2003). Desta forma, devido à grande ocorrência, variedade de formas, particularidades bioestratinômicas e estado de preservação, os coprólitos se tornam uma ferramenta útil para estudos de tafonomia nesses depósitos. Este trabalho apresenta o estudo tafonômico de 340 amostras, das quais 300 são provenientes do chamado Ponto 1 do Price (Caieira), no Sítio paleontológico de Peirópolis e 40 são do Sítio Serra da Galga, no km 153 da BR-050. Além disso, diferentemente da interpretação de Francischini *et al.* (2016), a natureza orgânica dos materiais, como resultado da atividade de excreção de vertebrados, também é discutida e reforçada. Em termos tafonômicos, a análise destes coprólitos pode fornecer pistas mais concretas para a interpretação da grande quantidade de outros fósseis encontrados na região.

2. Geologia e Paleontologia

As unidades geológicas que compõem o Grupo Bauru (Milani *et al.* 1994, 2007; Milani 1997) representam uma das mais extensas sequências sedimentares continentais de idade cretácea da América do Sul (**Fig. 1**). O Grupo Bauru abrange a maior parte do Planalto Ocidental Paulista, aflorando também no Triângulo Mineiro, sul de Goiás, norte do Paraná e sudeste do Mato Grosso (Carvalho 2001; Ghilardi *et al.* 2011). Os depósitos do Grupo Bauru são representados principalmente por rochas siliciclásticas (Carvalho, 2001) e assentam-se predominantemente sobre basaltos da Formação Serra Geral (Fernandes 2004; Milani *et al.* 2007). Os depósitos sedimentares do Grupo Bauru (**Fig. 2**) correspondem essencialmente a arenitos, siltitos e argilitos/folhelhos, depositados por diversos sistemas deposicionais, como eólico, aluvial, fluvial e lacustre raso (Dias-Brito *et al.* 2001). O Grupo Bauru é constituído pelas formações Araçatuba, Adamantina, Uberaba e Marília, onde praticamente todos os registros fossilíferos conhecidos situam-se na parte oriental, abrangendo uma área de aproximadamente 180.000 km² (Fernandes 2004).

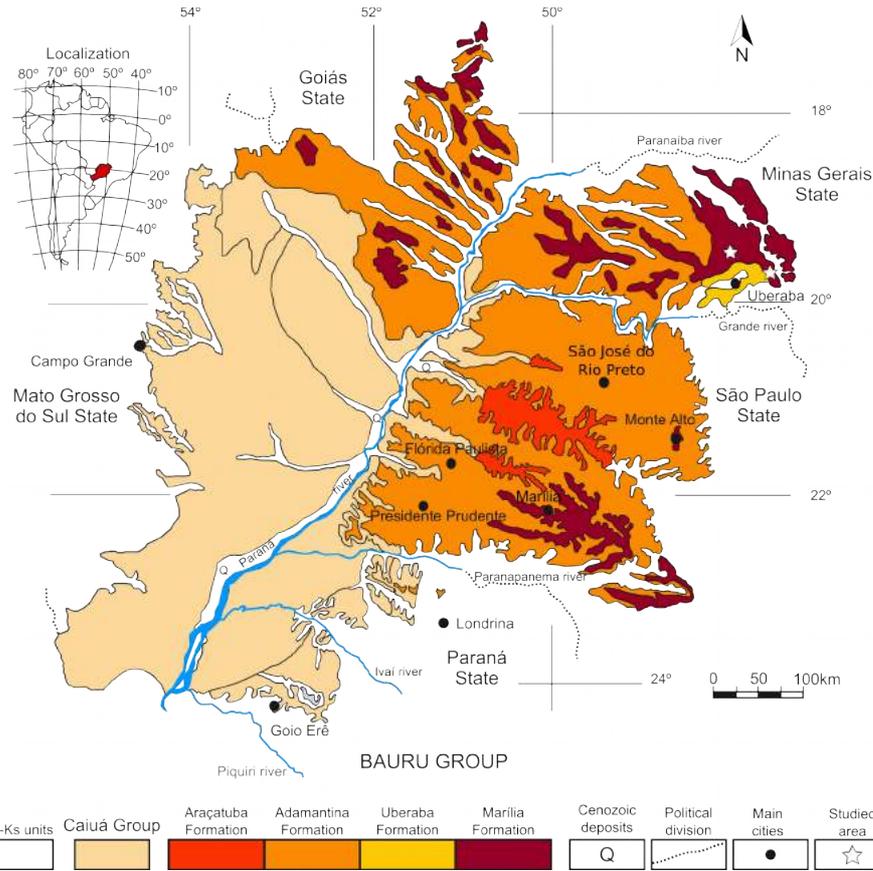


Figura 1. Mapa de localização do Grupo Bauru e dos depósitos da Formação Marília na região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Modificado de Fernandes and Coimbra (1996) e Fernandes (1998).

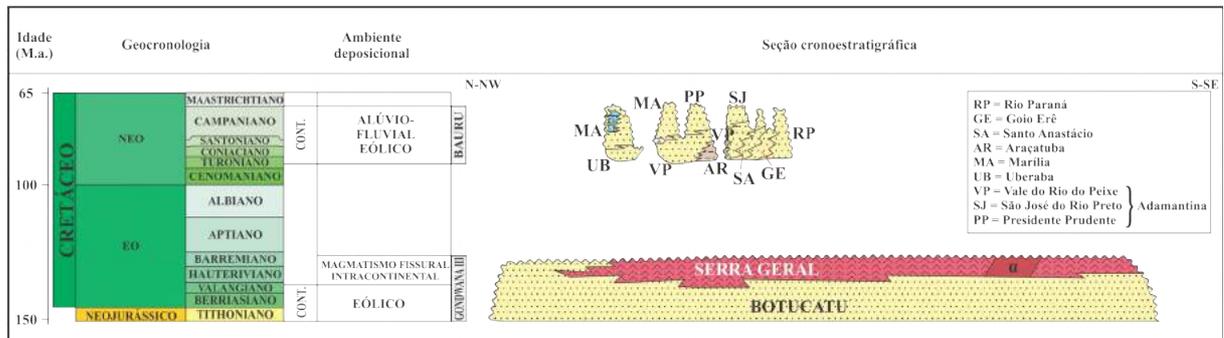


Figura 2. Seção cronoestratigráfica das unidades cretáceas da Bacia do Paraná. Modificado de Milani *et al.* (2007).

A Formação Marília é composta por três membros: Serra da Galga, Ponte Alta e Echaporã (Milani *et al.* 2007), representando depósitos essencialmente fluviais e aluviais (Fernandes 2010). Na região de Uberaba afloram rochas dos membros Serra da Galga e Ponte Alta nos sítios de Peirópolis e Serra da Galga, que já forneceram um vasto registro fóssil, incluindo carófitas, invertebrados e vertebrados, entre eles quelônios, crocodilomorfos e dinossauros (Santucci and Bertini 2001; Gobbo-Rodrigues 2002; Vasconcellos and Carvalho 2006; Milani *et al.* 2007), se destacando como uma das unidades mais importantes do Grupo Bauru. Os coprólitos analisados neste trabalho foram coletados em Peirópolis, no Ponto 1 do

Price e no km 153 da BR-050 (**Fig. 3**). As descrições dos dois afloramentos estudados são apresentadas na sequência (**Fig. 4 e 5**).

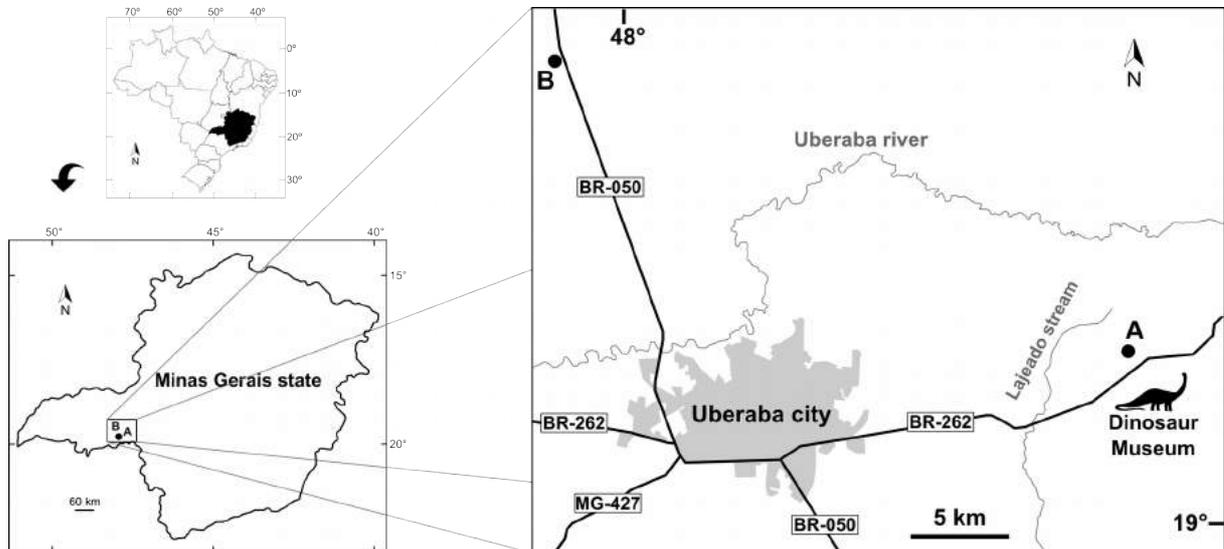


Figura 3. Mapa de localização da área de estudo em território brasileiro. A) Localização do afloramento denominado Ponto 1 do Price ou Caieira, no Sítio Paleontológico Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. B) Localização do afloramento no km 153 da BR-050 (B), no Sítio Paleontológico Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais.

- **Sítio Peirópolis (Fig. 4A e 5A).** O afloramento está localizado nas proximidades de Peirópolis e já recebeu várias denominações na literatura como Ponto 1 do Price ou Caieira (**Fig. 4A-1**). Consiste de uma grande exposição vertical de rochas do Membro Serra da Galga sobrepostas a uma base, essencialmente de calcrete, atribuída ao Membro Ponte Alta.

A) Acima do contato erosivo com o calcrete do Membro Ponte Alta ocorre um corpo de conglomerado arenítico do Membro Serra da Galga. Não foi possível determinar a geometria do pacote e nem observar seu contato com a camada sobrejacente. A parte visível tem aproximadamente 50 cm de espessura e lateralmente se estende por, pelo menos, dez metros. A base é composta por um conglomerado suportado por seixos que são, geralmente, bem arredondados com formato esférico, alongados ou tabulares e polimíticos (mas predominantemente quartzosos). Existem também seixos de rochas metamórficas (gnaisses) e do próprio calcrete Ponte Alta. O tamanho varia de subcentimétrico a centimétrico, mas os seixos de calcrete são, geralmente, maiores podendo chegar a 20 cm, principalmente nos primeiros centímetros na base do pacote. Os seixos estão, aparentemente, caoticamente dispersos. A porção arenosa é constituída por, essencialmente, grãos de quartzo mal selecionados (areia fina até muito grossa). Os grãos variam de bem arredondados a angulosos. Para o topo desse pacote de 50 cm a quantidade de seixos diminui gradualmente, e se torna um conglomerado suportado pela matriz.

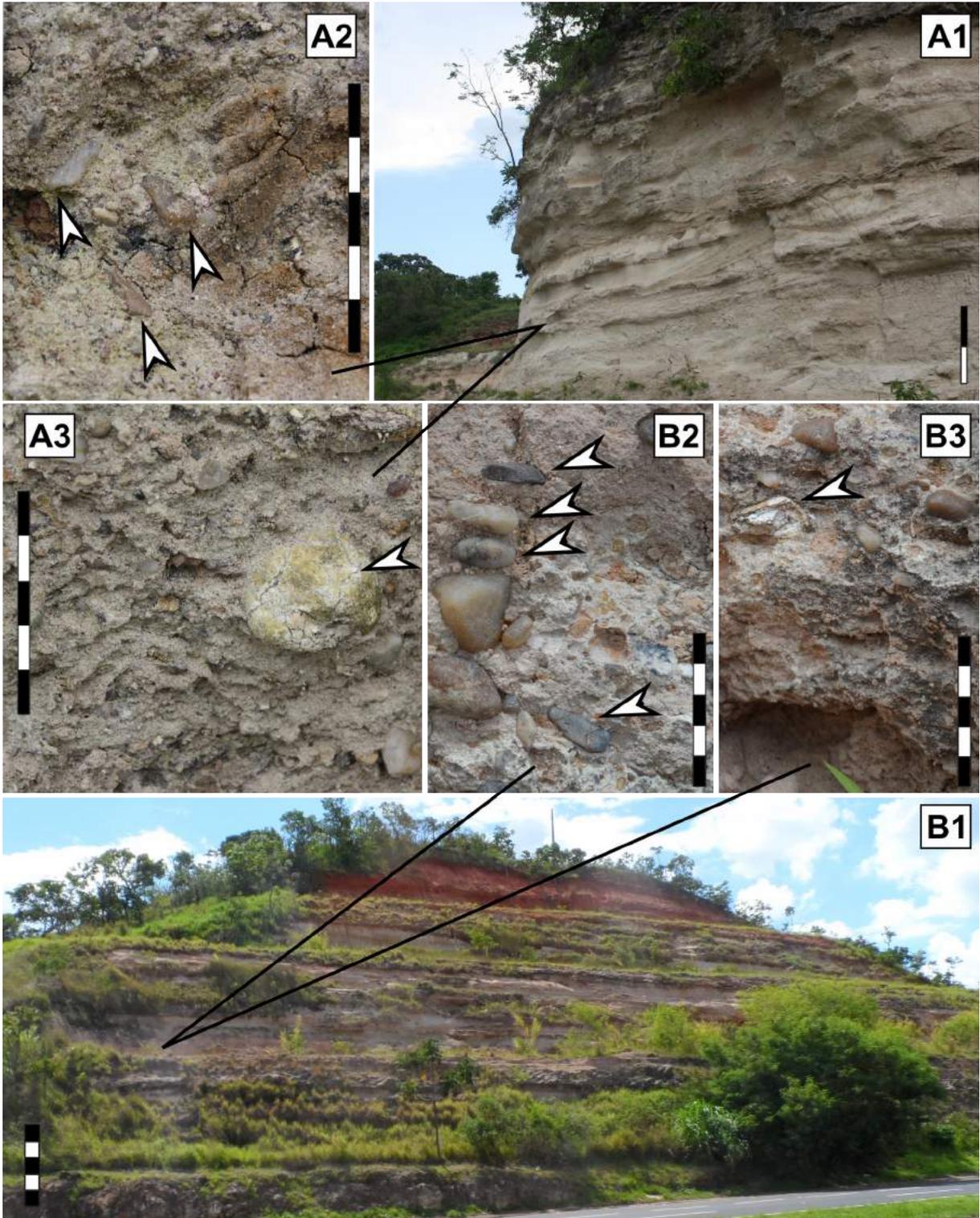


Figura 4. Afloramentos localizados no Ponto 1 do Price ou Caieira (A), Sítio Peirópolis e km 153 da BR-050 (B), Sítio Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A1) Afloramento do Ponto 1 do Price (Caieira); A2) Setas indicando seixos dispostos caoticamente; A3) Coprólito *in situ* no nível dos seixos; B1) Afloramento do km 153 da BR-050; B2) Setas indicando seixos orientados horizontalmente; B3) Coprólito fragmentado *in situ* no nível dos seixos. Escalas = 1 m A1 e B1 e 1 cm em A2-3 e B2-3.

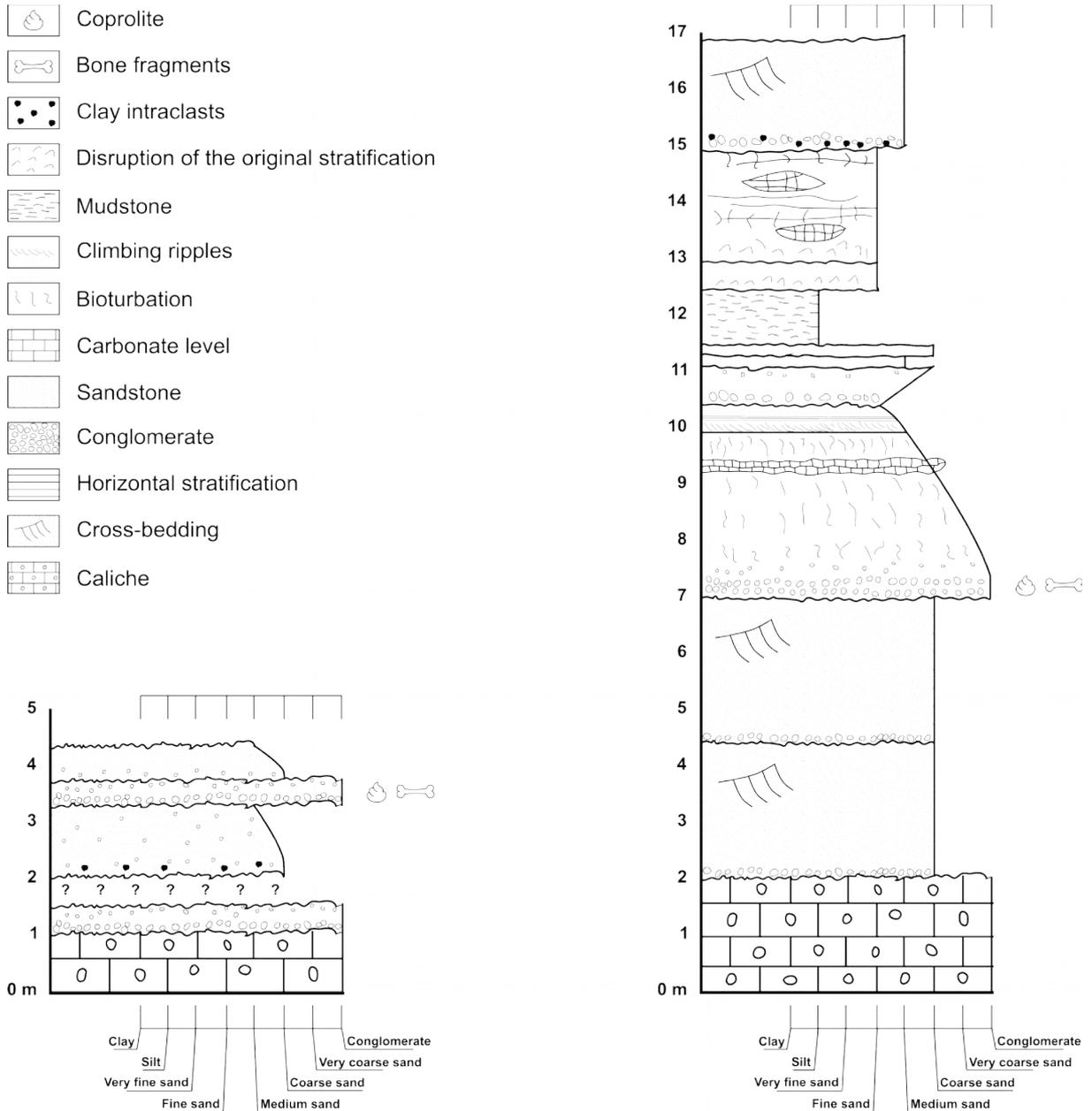


Figura 5. Coluna estratigráfica dos afloramentos do Membro Serra da Galga, localizados no Ponto 1 do Price, no Sítio Paleontológico Peirópolis (A) e no km 153 da BR-050, no Sítio Paleontológico Serra da Galga (B), Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

B) Esta camada representa um pacote de 1,3 m de espessura e, lateralmente, se estende por aproximadamente dez metros. Apresenta contato erosivo com a camada abaixo (provavelmente o topo da camada A). A base é um arenito conglomerático. Nos primeiros centímetros apresenta uma linha de seixos subcentimétricos, polimíticos e arredondados. Há também nesse contato seixos (fragmentos) de intraclastos de argila, podendo alcançar 20 cm de tamanho. Os seixos não apresentam orientação preferencial (**Fig. 4A-2**). A fração areia é mal selecionada (fina a grossa) com grãos angulosos e arredondados, predominantemente de quartzo. No meio do pacote os

seixos praticamente desaparecem e a areia varia de média a fina. No topo da sequência a areia muda para média a muito fina. Não se observa nenhum tipo de estrutura sedimentar e a rocha é essencialmente maciça.

C) Ocorre por contato erosivo com a camada inferior. Trata-se de um pacote com 40 cm de espessura e 3,2 m de largura. Possui uma forma aproximadamente triangular formada, provavelmente, pela erosão das suas porções laterais. Consiste em conglomerado suportado pela matriz, com seixos geralmente de quartzo, geralmente subcentimétricos e polimíticos, que podem ser arredondados, esféricos, alongados e tabulares. Neste nível ocorrem coprólitos (**Fig. 4A-3**) e fragmentos ósseos. Apresenta estratificação cruzada, possivelmente acanalada. Matriz de arenito mal selecionado, com os grãos grossos arredondados e grãos médios e finos angulosos, sugerindo tratar-se de depósito de fluxo de detritos.

D) Muito semelhante à camada B, porém sem os intraclastos de argila. Apresenta contato erosivo com a camada C e possui, aproximadamente, 60 cm de espessura no ponto do perfil e cerca de dez metros de largura. Aparentemente, possui estratificação cruzada acanalada na linha dos seixos, que são tabulares e estão orientados de acordo com a estratificação. Neste nível também ocorrem coprólitos, porém de pequenas dimensões. Direção da paleocorrente N 221°.

A partir desse ponto não foi possível acessar a rocha devido à altura da exposição. Entretanto, os depósitos parecem ser mais semelhantes aos da camada D, descrita anteriormente, essencialmente formados por arenitos com estratificação cruzada e maior extensão lateral.

- **Sítio Serra da Galga (Fig. 4B e 5B)**. O afloramento está localizado no km 153 da BR-050 (**Fig. 4B-1**) e também representa uma ampla área de exposição de rochas do Membro Serra da Galga que, essencialmente, difere do Sítio Peirópolis por apresentar rochas arenosas com menor quantidade de seixos e maior continuidade lateral. Nessa localidade foram coletados os materiais do titanossauro descrito como *Uberabatitan ribeiroi* (Salgado and Carvalho 2008). Na beira da rodovia ocorre um nível de calcrete do Membro Ponte Alta com cerca de 2 m de espessura. Contato não visível com Membro Serra da Galga, mas possivelmente é erosivo.

A) Conjuntos de arenito conglomerático com estratificação cruzada, possivelmente tabular, de baixo ângulo. Arenito mal selecionado (areia fina a grossa), maior parte dos grãos angulosos com seixos polimíticos, geralmente de quartzo e bem arredondados, de formato esférico, alongado e

tabular, de tamanho subcentimétrico a centimétrico. Seixos tabulares orientados de acordo com a estratificação. A quantidade de seixos diminui para o topo dos conjuntos. Observa-se pouquíssimos seixos de calcrete e nenhum coprólito. Em alguns conjuntos, a base apresenta bolsões de argila, parecida com algumas camadas do Sítio Peirópolis.

B) Semelhante ao pacote A, porém sem a grande quantidade de seixos, que quando aparecem também são semelhantes aos do pacote A. Os seixos se concentram na base de cada conjunto de arenito com estratificação cruzada, formando uma linha de poucos centímetros de espessura. No restante do conjunto predominam arenitos mal selecionados com estratificação cruzada de baixo ângulo.

C) Após a sequência de conjuntos de estratificações cruzadas mais arenosas, aparece um pacote mais espesso. Na base ocorre um conglomerado com aproximadamente 40% de seixos. Os seixos são polimíticos, essencialmente de quartzo, subcentimétricos a centimétricos, de formato arredondado, alongado e tabulares. Os seixos tabulares estão, predominantemente, na horizontal (**Fig. 4B-2**). Ocorrência de coprólitos, geralmente mais arredondados ou fragmentados (**Fig. 4B-3**) e fragmentos ósseos. Após 50 cm o conglomerado começa a gradar para arenito. Até onde se pode observar, o conglomerado possui, aproximadamente, 10 a 15 m de largura. Todo pacote de arenito acima da parte conglomerática possui cimentação carbonática. Após a gradação de conglomerado para arenito, este representa um pacote de, aproximadamente, 2 m de espessura sem estratificação aparente, mas intensamente bioturbado. O arenito é mal selecionado, com grãos finos a grossos, mas estes últimos são mais raros. Na parte superior os grãos variam de muito finos a grossos. Nos dois casos são, essencialmente, angulosos. Após essa sequência, ocorre uma camada de, aproximadamente, 20 a 30 cm de arenito intensamente cimentado por carbonato, formando um nível extremamente duro. Após o nível de arenito calcretizado, ocorre um novo nível de, aproximadamente, 50 cm de arenito mal selecionado, com grãos finos a grossos e angulosos. Apresenta estrutura maciça e com bioturbação semelhante ao anterior, mas em menor quantidade.

D) Ocorre por contato erosivo acima do nível de calcrete de 2 a 3 cm de espessura. Possui 50 cm de espessura e é composto por arenito muito fino a médio, anguloso, apresentando na base ondulações cavalgantes (*climbing ripples*) truncadas no topo por estratificação plano-paralela. Grada para o topo para arenito fino a muito fino. Presença de intensa bioturbação (perfurações

centimétricas), muitas vezes obliterando a estratificação plano-paralela. Mais para o topo a estrutura fica maciça, com redução dos icnofósseis.

E) Inicia-se por contato erosivo com a camada D. O pacote apresenta 70 cm de espessura. A base consiste de arenito conglomerático. Seixos aparentemente sem orientação preferencial, com alguns seixos tabulares na posição vertical. O arenito varia de muito fino a grosso, com grãos predominantemente muito finos. Para o topo a quantidade de seixos diminui em número e em tamanho. Apresenta estrutura maciça e sem icnofósseis.

F) Contato erosivo com a camada E. Este pacote apresenta duas camadas de 20 cm cada. A primeira é de arenito maciço fino a médio. A segunda de arenito fino a grosso com forte cimentação carbonática.

G) Corpo aparentemente lenticular com espessura máxima de 1 m e largura de, pelo menos, 20 m. Possui contato erosivo com a camada inferior, às vezes, preenchendo depressões acentuadas, parecendo paleocanais. Trata-se de lamito arenoso de estrutura maciça, de cor marrom e ocorrência de, pelo menos, um icnofóssil que apresenta menisco de cabeça para baixo (convexidade para cima).

H) Pacote de arenito fino siltoso com aproximadamente 50 cm de espessura. Contato erosivo com a camada inferior. Na base, observa-se a estratificação original rompida, provavelmente por carga. Presença de icnofósseis, onde se observam perfurações preenchidas por argila, *Skolithos* preenchidos por calcita e perfurações com menisco assimétrico.

I) Pacote com aproximadamente 2 m de espessura, composto por camadas de espessura decimétrica de arenito fino, ora com laminação plano-paralela, ora com estrutura maciça. A transição de arenito com estratificação plano-paralela para o arenito maciço parece ser gradacional. A passagem do arenito maciço para o arenito com estratificação plano-paralela parece ser abrupta. Nos níveis de arenito maciço ocorrem icnofósseis, semelhantes à icnofábrica anterior. No topo da sequência aparece uma perfuração com um único menisco, aparentemente invertido. Na base é cortado por outro icnofóssil. Também ocorrem lentes de espessuras decimétricas e com alguns metros de largura de arenito fino com forte cimentação carbonática.

J) Inicia-se por contato erosivo, apresentando na base um conglomerado polimítico semelhante aos anteriores. Passa para uma sequência de arenito grosso, mal selecionado com grãos angulosos, apresentando conjuntos de estratificações cruzadas de grande porte. Na base de cada conjunto, que tem espessura de aproximadamente 50 cm, aparecem níveis de seixos centimétricos, polimíticos e arredondados. Há seixos maiores que correspondem a intraclastos de argila (argilito). Ocorrem possíveis coprólitos no nível conglomerático de um dos primeiros conjuntos de estratificações cruzadas. Também foram encontrados rolados alguns fragmentos ósseos e de casco de tartaruga. Acima desse pacote ocorre solo.

3. Materiais e Métodos

As amostras avaliadas neste estudo provêm de duas localidades do Município de Uberaba (Fig. 3, 4 e 5). Em campo, a coleta das amostras foi realizada em duas etapas entre os anos de 2010 e 2011, no Ponto 1 do Sítio Paleontológico de Peirópolis (Caieira: 19°43'44"S e 47°45'10"W) e no km 153 da BR-050 (19°35'33"S e 48°01'42"W), que faz parte do Sítio Serra da Galga. Foram obtidas 300 amostras do Ponto 1, em Peirópolis. Os espécimes encontravam-se, na maioria das vezes, *ex situ* na base do afloramento. Na BR-050, 40 espécimes foram coletados *in situ* em três pontos, depositados em rochas conglomeráticas, aparentemente representando paleocanais.

O estado de conservação dos coprólitos varia desde fragmentos quebrados a massas fecais aparentemente inteiras. Devido à fragilidade e raridade do material, foram necessários procedimentos de preparação que possibilitaram o máximo de preservação (Amstutz 1958; Häntzschel *et al.* 1968). Desta forma, a preparação consistiu principalmente da retirada da matriz de arenito que envolvia os fósseis. Logo após tratadas, as amostras foram tombados na coleção científica com número de registro FUP-000001 a FUP-000340.

A técnica de difratometria de raios-X foi aplicada em 14 amostras (FUP-000002, FUP-000005, FUP-000128, FUP-000144, FUP-000145, FUP-000154, FUP-000156, FUP-000159, FUP-000175, FUP-000204, FUP-000282, FUP-000325, FUP-000328 e FUP-000333), selecionadas especificamente para representar toda a gama de tamanhos, forma, densidade e estado de preservação, e enviadas para o Laboratório de Difração de Raios-X da Universidade de Brasília. A descrição dos coprólitos consistiu na determinação dos caracteres morfológicos e morfométricos seguindo os trabalhos de Thulborn (1991) e Hunt *et al.* (1994). Durante essa etapa, a análise dos aspectos macroscópicos e tafonômicos foi realizada sob microscópio

estereoscópico (*Opton*). As medidas de comprimento e largura foram tomadas com um paquímetro (*Mitutoyo*) e o peso aferido com uma balança digital de precisão (*Diamond*). Adicionalmente, também foram mensurados espessura, volume e densidade de cada amostra (Jepsen 1963). Por fim, diversas características presentes, tais como fraturas, perfurações, rachaduras, desgaste, presença ou marcas de seixos foram anotadas.

Com base nos caracteres morfológicos, os coprólitos foram agrupados em diferentes morfotipos (Chin 2002; Souto 2003; Eriksson *et al.* 2011; Owocki *et al.* 2012). Todas as informações coletadas foram compiladas numa base de dados no *software Calc* do pacote *LibreOffice* (*The Document Foundation*). Para cada parâmetro morfométrico foram calculados a média e desvio padrão. Adicionalmente, todos os gráficos foram plotados no *software QtiPlot* (Vasilief 2011), e os desenhos criados no *Inkscape* e *Gimp*. Todos os *softwares* citados foram utilizados no sistema operacional Debian GNU/Linux.

A tafonomia possui natureza interdisciplinar, envolvendo processos geológicos, biológicos, ecológicos e paleontológicos (Azevedo 2012), onde processos de preservação afetam a informação no registro fóssilífero (Behrensmeyer and Kidwell 1985). Avaliando os coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, observamos que muitos apresentavam diferentes estágios de desgaste (**Fig. 6**) e muitos continham seixos ou marcas de seixos. Com base nas observações, os coprólitos foram agrupados em seis estágios, de acordo com a abrasão: **Estágio 0**, amostra sem nenhum indício de abrasão com rachaduras profundas e ausência ou presença de seixos; **Estágio 1**, indício de abrasão com rachaduras ainda profundas, ausência ou presença de seixos ou marcas de seixos; **Estágio 2**, indícios de abrasão com rachaduras mais rasas, ausência ou presença de seixos ou marcas de seixos; **Estágio 3**, indícios de abrasão com rachaduras muito suaves ou ausentes, mas ainda mantendo a forma básica do morfotipo, ausência ou presença de seixos ou marcas de seixos; **Estágio 4**, abrasão em estágio avançado, com amostra quase arredondada ou facetada, ausência ou presença de seixos bem polidos ou marcas de seixos; **Estágio 5**, amostra totalmente arredondada ou facetada e ausência total de seixos ou marcas de seixos.

Em alguns casos foi possível observar uma diferença na quantidade e profundidade de rachaduras de ressecamento, em cada lado do coprólito. Aventada a possibilidade de ter relação com um efeito tafonômico, foi realizado um experimento em campo com fezes recentes de bovino (*Bos taurus*). Durante o mês de agosto de 2014, período de seca no bioma Cerrado onde se registram altas temperaturas, fezes que acabaram de ser expelidas pelo gado no pasto foram monitoradas por 20 dias. Os principais objetivos foram observar a formação de rachaduras e a influência do substrato nas fezes. Após este período as fezes foram recolhidas para comparação com os coprólitos e fotografadas. Adicionalmente, também foram obtidos registros fotográficos

de fezes de algumas espécies de mamíferos do Cerrado, depositadas em diferentes tipos de substratos.

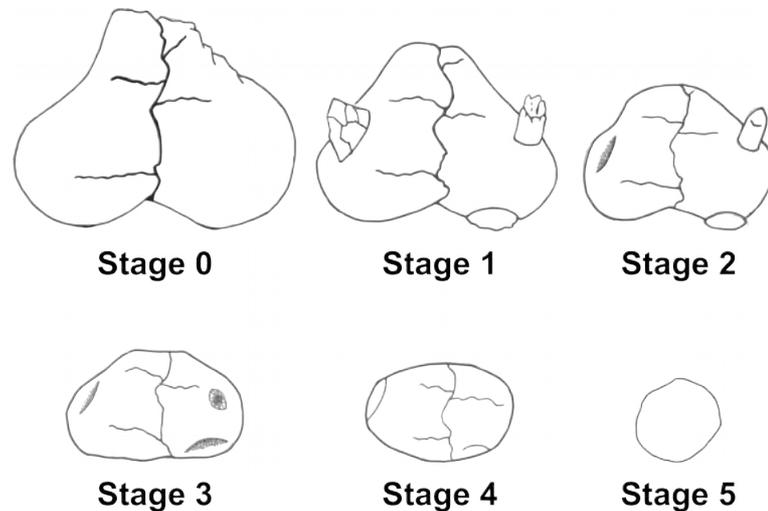


Figura 6. Esquemática da amostra FUP-000125, evidenciando os seis estágios de abrasão dos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. O coprólito em questão é do Estágio 0, e os demais desenhos são meramente ilustrativos. Sem escala. Desenho por Bruno Cezarotti Padilha.

Por fim, foram obtidos 2 cm³ do interior de três amostras (FUP-000145, FUP-000156 e FUP-000195) que foram submetidas a uma preparação palinológica com as seguintes etapas: HCl 10%; HF 40%; tamisação; e coloração. Após secagem na estufa foram montadas duas lâminas de cada amostra e observadas em microscópio óptico.

4. Resultados e Discussão

4.1 Sobre a natureza orgânica das amostras

Francischini *et al.* (2016) avaliaram 16 amostras do Ponto 1 em Peirópolis. Os espécimes foram descritos macroscopicamente, mas apenas duas amostras (CPPLIP-0101 e CPPLIP-0443) foram selecionadas para petrografia e difração de raios-X e uma (CPPLIP-1083) foi submetida à tomografia computadorizada. Estes autores não consideraram o material como coprólitos verdadeiros por apresentar morfologia irregular, ausência de marcas de adesão, sulcos ou evidência de coprofagia. Além disso, também consideraram a presença de grãos minerais, ausência de fosfato na composição química dos exemplares analisados e ausência de sinais de conteúdo não digerido ou aberturas internas como indicativo da origem inorgânica das amostras analisadas.

De fato, das 340 amostras aqui analisadas 141 apresentam caracteres incomuns para coprólitos como formato irregular, com projeções e reentrâncias mais pronunciadas e grande quantidade de grãos minerais. Também foi observado que essas amostras reagem em contato com ácido clorídrico e, principalmente, possuem densidade consideravelmente mais elevada, acima de $1,8 \text{ g/cm}^3$ (**Fig. 7**). Além disso, também não apresentam marcas de ressecamento e nem os icnofósseis reportados por Francischini *et al.* (2016). A difração de raios-X de algumas amostras com essas características citadas (FUP-000002, FUP-000005, FUP-000175 e FUP-000333) revelaram composição carbonática. Estes resultados sugerem que, de fato, essas amostras não são coprólitos. Desta forma, foram estabelecidos alguns critérios para identificar, com certa segurança, um pseudocoprólito: forma irregular (presença de projeções e reentrâncias muito irregulares), composição carbonática e densidade maior que $1,8 \text{ g/cm}^3$. Neste caso, a origem desse material pode estar relacionada com os calcretes do Membro Ponte Alta ou a processos de maior cimentação carbonática de sedimentos erodidos do próprio Membro Serra da Galga.

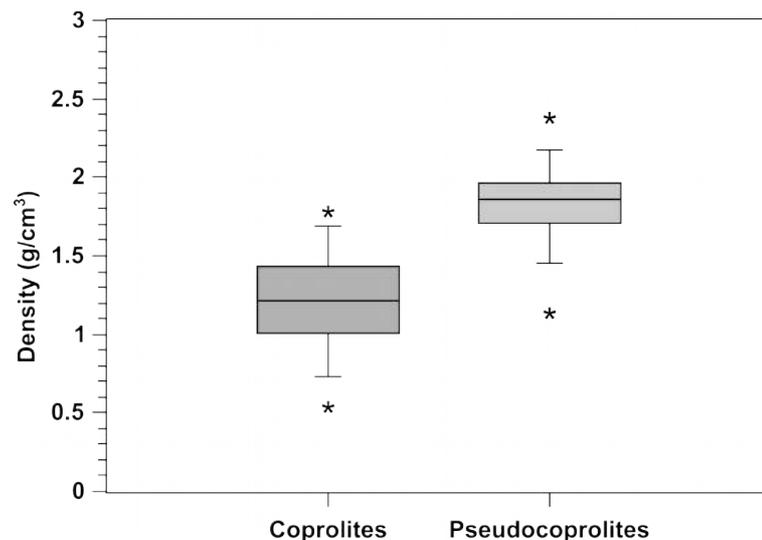


Figura 7. Boxplot da variação de densidade de coprólitos e pseudocoprólitos encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. No eixo x estão representados os dois grupos de amostras (Coprólitos, $n = 199$; Pseudocoprólitos, $n = 141$). As linhas centrais indicam a mediana e divide a metade inferior e superior das amostragens, os retângulos indicam o quartil, as linhas verticais representam os valores mínimo e máximo (*whisker*) e, por fim, os asteriscos indicam os valores extremos (*outliers*).

As demais 199 amostras são consideradas coprólitos por apresentarem: 1) rachaduras de ressecamento; 2) uma massa homogênea no interior; 3) densidade baixa, algumas vezes menor que a da água (**Fig. 7**); 4) marcas de adesão, variando de grãos de areia a seixos ou moldes de seixos; 5) restos vegetais não digeridos. Especificamente, com relação às marcas de ressecamento, observa-se em alguns coprólitos que estas são mais desenvolvidas na porção superior (em contato direto com o ar) do que na base (em contato com o substrato). Isso ocorre devido à diferença na velocidade de ressecamento das duas superfícies. Nós encontramos um padrão semelhante

observando fezes recentes de bovinos (*Bos taurus*), espécie que se alimenta de gramíneas. Após um período de 20 dias em exposição ao ambiente seco, houve diferença entre as marcas da porção superior e da base, em contato com o substrato (**Fig. 8**). Também observamos que essas fezes quando secas, reduziram de tamanho e apresentam densidade semelhante aos coprólitos. Ademais, a difração de raios-X mostrou que na composição mineralógica dessas amostras predominam minerais do grupo dos silicatos (como, FUP-000128, FUP-000144, FUP-000145, FUP-000154, FUP-000156, FUP-000159, FUP-000204, FUP-000282, FUP-000325 e FUP-000328), resultados semelhantes aos encontrados em outros trabalhos (Souto 2003; Souto and Fernandes 2015).

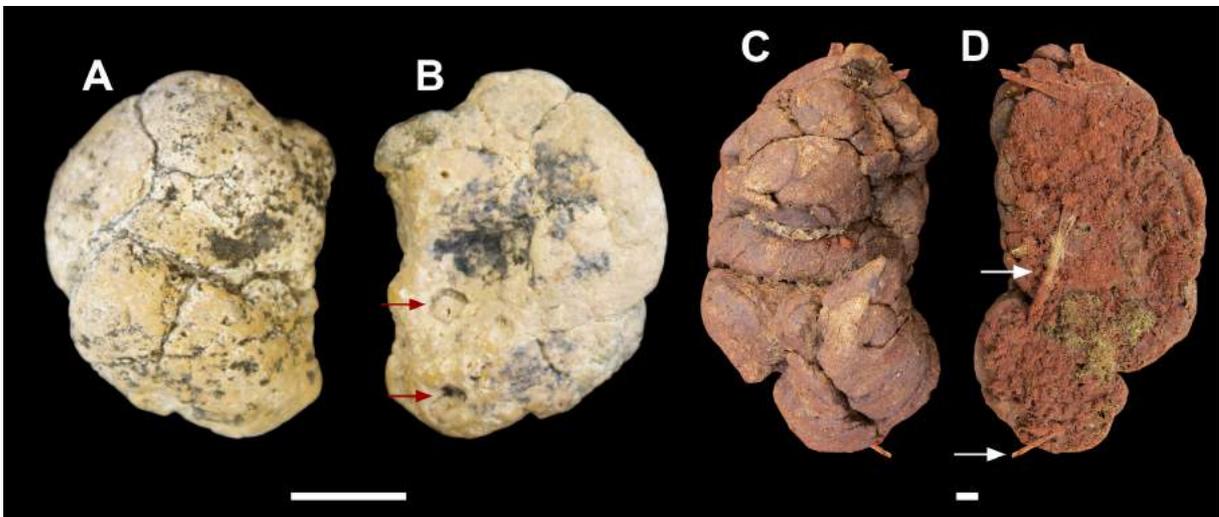


Figura 8. Comparação entre a porção superior (A) e inferior (B) da amostra FUP-000206 com a porção superior (C) e inferior (D) de fezes recente de bovino (*Bos taurus*). As fezes de bovino ficaram por 20 dias expostas ao meio. A porção superior das amostras (A e C) apresenta maior quantidade de rachaduras de ressecamento. Por outro lado, a porção inferior, (B e D) que fez contato com o solo, apresenta menos rachaduras e exibe marcas de adesão do substrato, indicado pelas setas. Escala = 1 cm.

Adicionalmente, as três amostras processadas para palinologia (FUP-000145, FUP-000156 e FUP-000195) revelaram a presença de matéria vegetal amorfa (cutículas ou fibras vegetais) e palinomorfos (**Fig. 9**). Por fim, grande parte dos coprólitos apresenta na superfície uma espécie de “brilho gorduroso” (internamente um pó mais aveludado), muitas vezes com superfície bem lisa e suave. A diferença na textura entre coprólitos e a rocha sedimentar pode ser usada na distinção de nódulos inorgânicos e concreções (Thulborn 1991). Este tipo de “brilho gorduroso” encontrado em coprólitos de vertebrados também já foi citado por outros autores (e.g. Friedman 2012). Assim, é possível ter certo grau de certeza com relação à natureza orgânica dessas amostras utilizando algumas características de fácil constatação em campo, como: presença de fraturas de ressecamento, superfície lisa, presença de massa interior homogênea, marcas de seixos e baixa densidade. Ainda, um grau maior de certeza pode ser alcançado, pelo menos em relação

aos coprólitos produzidos por animais herbívoros, com a análise de seu conteúdo, geralmente apresentando cutículas ou fibras vegetais parcialmente digeridas.

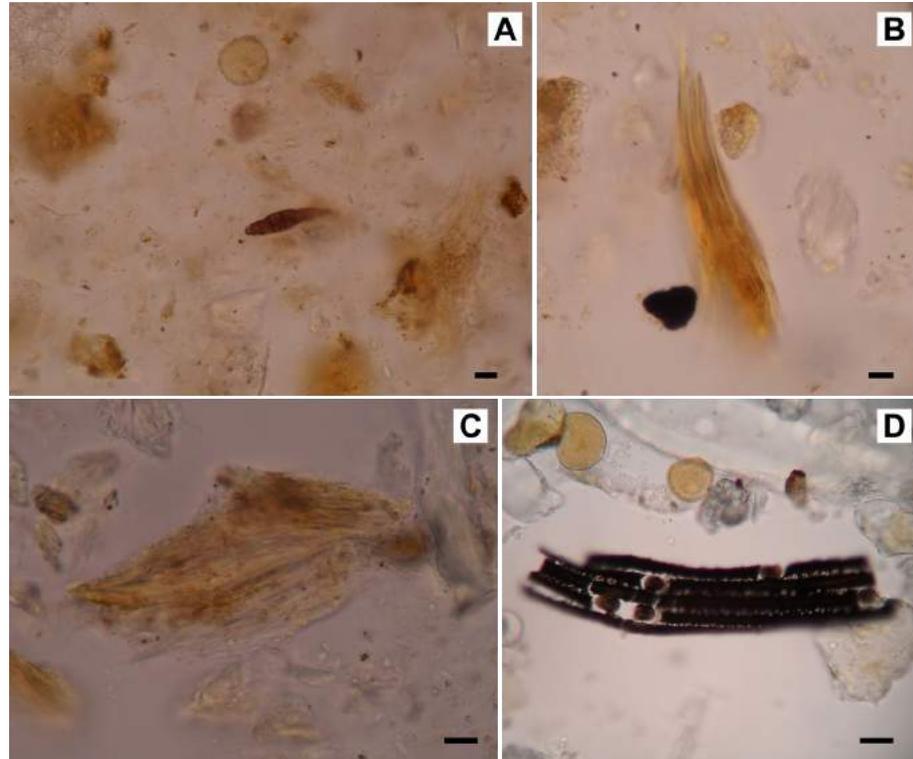


Figura 9. Conteúdo micropaleontológico encontrado nos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A) Esporo de fungo no centro e acima o marcador exótico *Kochia scoparia* na amostra FUP-000145; B-C) Possíveis fragmentos vegetais nas amostras FUP-000145 (B) e FUP-000156 (C); D) Possível cutícula vegetal com estômatos e acima grãos de pólen do marcador exótico *Kochia scoparia* na amostra FUP-000195. Escala = 20 μ m.

4.2 Descrição dos morfotipos

Após a avaliação da natureza orgânica das amostras, foi determinado que das 340 amostras coletadas, 141 são pseudocoprólitos e 199 são coprólitos verdadeiros (168 do sítio de Peirópolis e 31 do sítio Serra da Galga), compreendendo um número de diferentes tipos morfológicos, com amostras variando de 8,5 mm a 9,23 cm de comprimento. Com base nos caracteres morfológicos, os coprólitos foram subdivididos em quatro morfotipos: cilíndrico, ovoide, cônico e dômico (**Fig. 10**). Porém, 126 coprólitos foram agrupados na categoria indeterminado por estarem muito fragmentados ou em avançado estado de desgaste, impossibilitando a correta identificação morfológica. As características gerais dos diferentes morfotipos, incluindo os pseudocoprólitos, estão resumidas na **Fig. 11**.

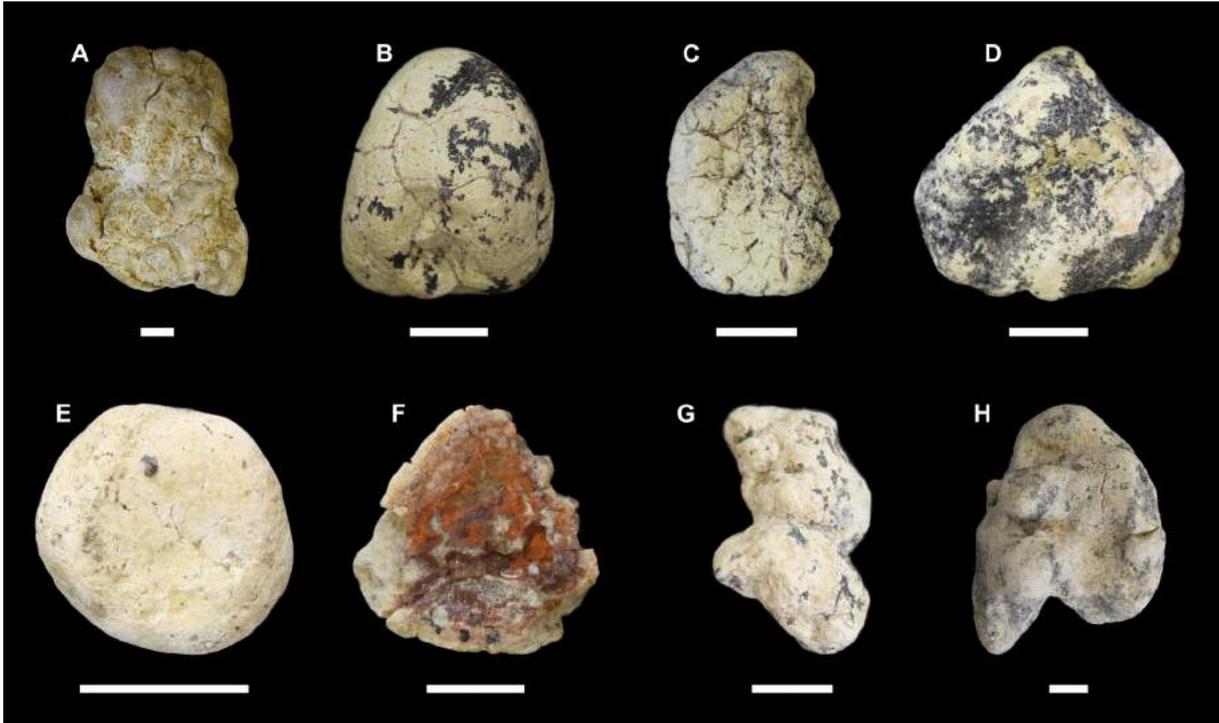


Figura 10. Registro fotográfico dos morfotipos encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A) Morfotipo 1 – cilíndrico, FUP-000154; B) Morfotipo 2 – ovoide, FUP-000135; C) Morfotipo 3 – cônico, FUP-000047; D) Morfotipo 4 – dômico, FUP-000145; E-F) Indeterminados – coprólitos em avançado estado de desgaste como FUP-000309 (E), provocando arredondamento das porções polares, e fragmentação como FUP-000134 (F) impossibilitam a correta identificação do morfotipo; G-H) Pseudocoprólitos – nódulos carbonáticos inorgânicos como as amostras FUP-000007 (G) e FUP-000167 (H). Escala = 1 cm.

Morphotype	Morphology	Number of specimens		Size range (cm)	Thickness (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)
		A	B					
Morphotype 1	Cylindrical	14	2	1.45-8.08 0.92-5.24	2.88-16.45	0.69-107.19	0.5-78	0.81-1.77
Morphotype 2	Ovoid	32	-	1.16-5.81 0.93-5.35	2.92-16.79	0.48-86.93	0.5-50	0.57-1.78
Morphotype 3	Conical	20	1	1.28-6.5 1.08-4.44	3.39-13.94	0.63-82.2	0.8-55	0.78-1.78
Morphotype 4	Domical	4	-	1.46-9.23 1.23-7.39	3.86-23.20	1.27-201	1.1-140	0.63-1.47
Indeterminates	-	98	28	0.85-6.06 0.66-4.35	2.07-13.65	0.11-28.73	0.15-27	0.55-1.79
Pseudocoprolites	-	132	9	1.08-15.5 0.79-12.07	2.48-37.89	0.47-1295	0.3-751.5	1.14-2.39

Figura 11. Características gerais dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios Peirópolis (A) e Serra da Galga (B), Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Na figura são apresentados os valores mínimo e máximo para cada morfotipo. Em dimensões são apresentados comprimento e largura, respectivamente.

Morfotipo 1 – Incluem 16 amostras de forma cilíndrica (Fig. 10A e 11), das quais apenas duas são do sítio Serra da Galga, e são caracterizados por estruturas alongadas que apresentam diâmetro constante em todo seu comprimento. Apresentam extremidades isopolar ou anisopolar,

com comprimento médio de 3,19 cm \pm 1,57 e largura de 2,15 cm \pm 1,06. Quase todos os coprólitos cilíndricos apresentam coloração esbranquiçada ou um pouco amarelada. Apenas as amostras FUP-000161, FUP-000323 e FUP-000327 apresentam uma tonalidade mais bege. Uma amostra cilíndrica (FUP-000154) apresenta calcita na composição.

Morfotipo 2 – Foram encontrados 32 coprólitos ovóides (**Fig. 10B e 11**) apenas no sítio de Peirópolis. Estas amostras variam de subformas esféricas a oblongas, apresentando as laterais mais convexas. Algumas amostras apresentaram extremidades isopolares, mas a maioria é anisopolar. A superfície das amostras é lisa, algumas são levemente ásperas e, diferentemente do morfotipo anterior, a grande maioria das amostras é de tonalidade amarelada. Adicionalmente, mais de 80% das amostras apresentaram um “brilho gorduroso”. O comprimento médio foi de 2,44 cm \pm 1,08 e a largura de 1,93 cm \pm 0,94.

Morfotipo 3 – Foram encontrados 21 coprólitos de forma cônica (**Fig. 10C e 11**), que apresentam um afinamento excessivo em uma das extremidades, com razoável estreitamento na porção mediana em alguns casos. Apenas uma amostra é do Sítio Serra da Galga. Todas as amostras deste morfotipo apresentam extremidades anisopolares, com comprimento médio de 2,97 cm \pm 1,19 e largura de 2,32 cm \pm 0,87. Para a coloração também foi encontrado o mesmo padrão que nas amostras anteriores, onde a maioria é amarelada, de superfície lisa ou levemente áspera, em alguns casos. O “brilho gorduroso” está presente na maioria das amostras deste morfotipo. Adicionalmente, a composição de uma amostra cônica (FUP-000144) é basicamente de minerais silicáticos.

Morfotipo 4 – Este morfotipo foi descrito pela primeira vez na Bacia Bauru por Souto (2003), denominado de “esborrado”. Neste trabalho utilizaremos o termo dômico (**Fig. 10D e 11**). Os coprólitos dômicos são resultantes da ingestão de alimento junto com sedimento e água (Souto 2003). Deste morfotipo foram encontradas apenas quatro coprólitos do sítio Peirópolis. Coprólitos dômicos apresentam extremidade anisopolar, comprimento médio de 4,09 cm \pm 3,53 e largura de 3,44 \pm 2,76. Comparado aos demais morfotipos, o elevado desvio padrão ocorreu porque a amostra FUP-000156 apresenta dimensão bem superior às demais. Quanto à coloração, este morfotipo apresenta padrão semelhante aos demais, com tonalidade amarelada, textura lisa e presença de “brilho gorduroso”. A composição das amostras FUP-000145 e FUP-000156 revelam a presença de minerais silicáticos, incluindo quartzo.

Indeterminados – nesta categoria foram anotadas 126 amostras, representando quase 65% dos coprólitos. Esta categoria abrange as amostras muito fragmentadas ou em avançado estado de abrasão (**Fig. 10E-F e 11**), impossibilitando uma avaliação morfológica precisa. As extremidades também não puderam ser determinadas. O comprimento médio foi $2,31 \text{ cm} \pm 0,86$ e largura de $1,79 \pm 0,69$. A textura dos coprólitos também foi muito semelhante aos demais, a grande maioria de superfície lisa e algumas levemente ásperas. Entretanto, o “brilho gorduroso” está presente em 54 amostras. Normalmente, amostras em desgaste avançado não apresentam o “brilho gorduroso”.

Pseudocoprólitos – Estas amostras geralmente apresentam forma bastante irregular. Entretanto, algumas podem ser mais semelhantes aos morfotipos descritos anteriormente (**Fig. 10G-H e 11**), mas uma análise mais apurada revela características não observadas nos coprólitos, especialmente pela composição carbonática. O total encontrado foi de 141 amostras de comprimento médio $3,53 \text{ cm} \pm 1,76$ e largura de $2,78 \pm 1,4$. Diferentemente dos coprólitos verdadeiros, muitos pseudocoprólitos apresentam superfície com textura áspera. Algumas amostras são amareladas, mas a maioria é esbranquiçada ou bege. Os pseudocoprólitos apresentam composição rica em carbonato de cálcio, reagindo fortemente ao HCl 10% e geralmente apresentam uma densidade mais alta que os coprólitos verdadeiros.

Os coprólitos do Morfotipo 2 foram os mais frequentes e representaram, aproximadamente, 45% das amostras, considerando apenas os quatro morfotipos. Normalmente, no registro fóssil de coprólitos, ocorre dominância dos produzidos por carnívoros. Entretanto, na região do Triângulo Mineiro ocorre dominância de coprólitos ovóides, que podem ter sido produzidos por animais de dieta herbívora (Souto 2003) e podem pertencer a diferentes grupos como anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Murie 1974; Halfpenny and Biesiot 1986). Segundo Souto (2003) o Morfotipo 3 é associado a animais de dieta onívora, enquanto o Morfotipo 4 está relacionado a dinossauros saurópodes de menor porte e quelônios.

Em diversos casos, os coprólitos do Morfotipo 1 podem ser associados a organismos de origem marinha (Souto 2003; Eriksson *et al.* 2011). Entretanto, os sedimentos siliciclásticos da Formação Marília foram depositados por sistemas de rios entrelaçados e de leques aluviais (Fernandes 2004; Ribeiro and Carvalho 2009), onde ocorreu uma fauna de inúmeros táxons continentais (Candeiro *et al.* 2004). No Grupo Bauru os coprólitos do Morfotipo 1 têm sido associados a animais de dieta carnívora, como os crocodilomorfos (Souto 2003). Somente na região de Uberaba foram encontrados os crocodilomorfos *Itasuchus jesuinoi* (Price 1955),

Peirosaurus tormini (Price 1955) e *Uberabasuchus terrificus* (Carvalho *et al.* 2004). Adicionalmente, fósseis de diversos grupos foram encontrados em sedimentos da Formação Marília, no Triângulo Mineiro. Dentre eles encontram-se os anfíbios *Baurubatrachus pricei* (Báez and Peri 1989) e *Uberabatrachus carvalhoi* (Báez *et al.* 2012), o iguanídeo *Pristiguana brasiliensis* (Estes and Price 1973), a tartaruga *Cambaremys langertoni* (França and Langer 2005), dinossauros terópodes Abelisauridae e Carcharodontosauridae e os saurópodes *Baurutitan britoi*, *Trigonosaurus pricei* e *Uberabatitan ribeiroi* (Campos *et al.* 2005; Candeiro 2005a; Kellner *et al.* 2005; Salgado and Carvalho 2008). Desta forma, é provável que os coprólitos encontrados pertençam a diferentes grupos de vertebrados, justificando a elevada abundância e variação morfométrica. O Morfotipo 4 é associado a animais de grande e pequeno porte (Souto 2003), o que justifica o valor mais discrepante observado no desvio padrão (veja na descrição do Morfotipo 4), que deve representar uma variabilidade inerente dos elementos da paleofauna que habitou a região.

4.3 Tafonomia

Uma vez depositado, dois fatores essenciais para a preservação de coprólitos são o soterramento e litificação rápida (Eriksson *et al.* 2011). Estes icnofósseis podem ser facilmente transportados por agentes naturais, como a água (Thulborn 1991). Alguns detalhes observados na superfície dos coprólitos auxiliaram no entendimento dos processos tafonômicos que atuaram na deposição desses fósseis. Grande parte dos coprólitos apresentou fragmentação, em maior ou menor escala. Entretanto, matéria fecal completa raramente é preservada no registro fóssil (Hunt *et al.* 1994). A maioria dos coprólitos apresentou na superfície uma espécie de “brilho gorduroso”, conforme já relatado anteriormente. Dos 199 coprólitos, 110 apresentam rachaduras na sua superfície, geradas por ressecamento. Observa-se, em diversos casos, que as rachaduras de ressecamento se desenvolvem mais na superfície que ficou inicialmente voltada para cima do que aquela que esteve em contato com o substrato, mais plana (**Fig. 8A-B**). Este mesmo processo pode ser observado em fezes de animais recentes (**Fig. 8C-D**), sugerindo que os coprólitos foram primeiramente depositados em terra firme, onde posteriormente se formaram rachaduras do tipo dessecação. Isso deve ter ocorrido pela diferença na taxa de ressecamento entre a parte que estava em contato com o solo e sua superfície exterior, a qual perde muito mais umidade. Por outro lado, 15 coprólitos apresentam avançado estado de desgaste (Estágios 4 e 5), o que pode ter eliminado possíveis rachaduras que estiveram presentes. A preservação das fezes depende de

vários fatores como a composição e consistência da matéria fecal, o tipo de ambiente deposicional e o grau de alteração diagenética (Hunt *et al.* 1994; Chin *et al.* 2003).

Experimentos com fezes atuais indicam que as rachaduras surgem após longo período de exposição (Vogeltanz 1965). Aparentemente, fezes desidratadas podem ser friáveis e facilmente destruídas pelo vento, chuva ou organismos coprófagos. Entretanto, em alguns casos, as fezes podem durar anos expostas (Thulborn 1991). Desta forma, a presença de rachaduras na superfície sugere que parte dos coprólitos aqui avaliados passaram por certo período de exposição subaérea. Em estado fresco é pouco provável que o material resistiria ao processo de transporte. Após desidratadas as fezes podem ter endurecido e se comportado como seixos, sendo transportadas e soterradas (Thulborn 1991). Adicionalmente, quase todas as rachaduras encontradas eram do tipo dessecação e apenas três do tipo sinerese (**Fig. 12**). Diferente das rachaduras de dessecação, o tipo sinerese se caracteriza por fendas distribuídas ao redor do coprólito e indica deposição em condições subaquosas, reforçando a ideia que o paleoambiente apresentava certa umidade ou presença de corpos d'água por, pelo menos, certos períodos de tempo (Souto 2003).

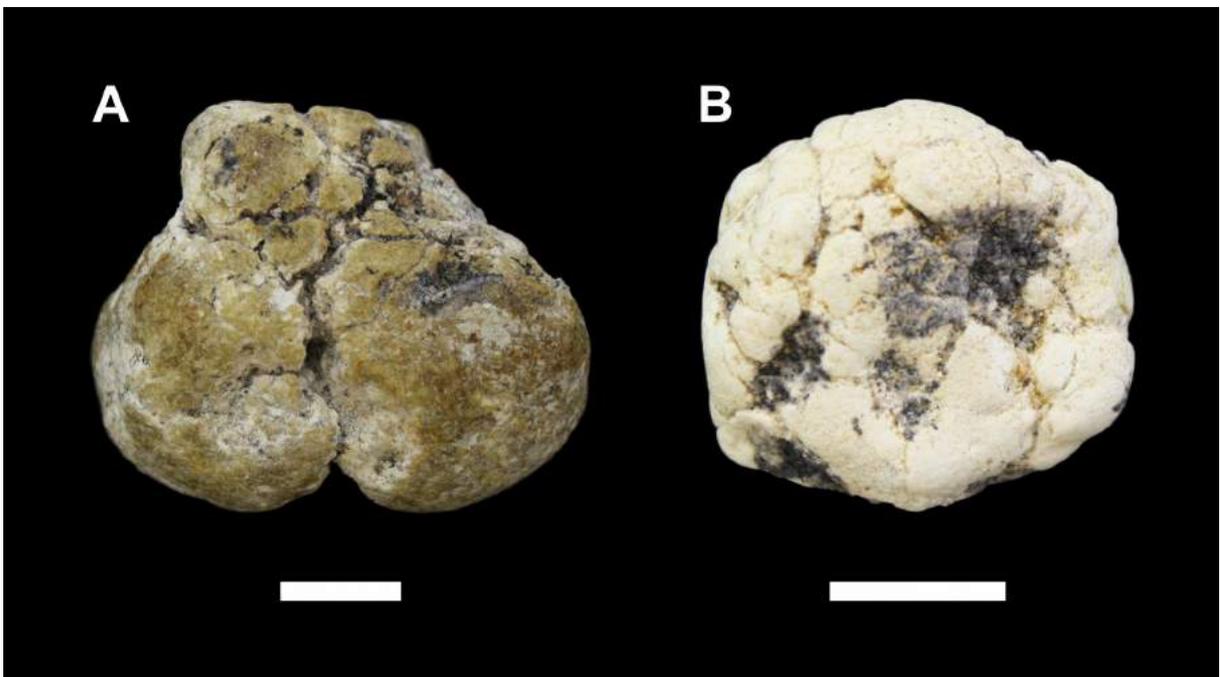


Figura 12. Padrão de rachaduras encontradas nos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Rachaduras de ressecamento ou dessecação na amostra FUP-000125 (A) e do tipo sinerese na amostra FUP-000103 (B). Escala = 1 cm.

Considerando agora os estágios de abrasão, dos 168 coprólitos encontrados no Sítio Peirópolis apenas 17 parecem não ter sofrido desgaste, evidenciando material inteiro (Estágio 0). Os demais 151 coprólitos apresentam algum grau de desgaste, sobretudo pelo arredondamento

das porções polares. No mesmo nível dos coprólitos foram encontrados fragmentos de ossos e seixos tabulares dispersos caoticamente em meio a matriz arenosa (**Fig. 4A-2**), indicando deposição aluvial para algumas das camadas do afloramento. Por outro lado, no Sítio Serra da Galga não foram encontrados coprólitos do Estágio 0. Neste caso, os 31 coprólitos possuem diferentes graus de desgaste que, diferente do Sítio Peirópolis, apresentam facetas de desgaste. Nos níveis onde ocorrem os coprólitos também foram encontrados fragmentos ósseos e de carapaças de quelônios. Os seixos tabulares e os coprólitos estavam dispostos horizontalmente (**Fig. 4B-2**), indicando deposição fluvial.

Os coprólitos desgastados apresentaram diferentes estágios de abrasão. Existe relação entre o desgaste e grau de preservação. Expressando graficamente a abundância de coprólitos por estágio de abrasão, observa-se que os coprólitos inteiros foram encontrados em menor quantidade (**Fig. 13A**). Em seguida, há um significativo aumento dos coprólitos dos estágios 2 e 3. Logo após, os valores reduzem significativamente nos estágios seguintes, ilustrando que os coprólitos que sofreram maior transporte tiveram menor probabilidade de chegar ao local do afloramento. O gráfico de porcentagem, em relação ao quantitativo de amostras em cada sítio, demonstra que os coprólitos do Sítio Serra da Galga parecem ter sofrido mais transporte que os coprólitos do Sítio Peirópolis (**Fig. 13B**).

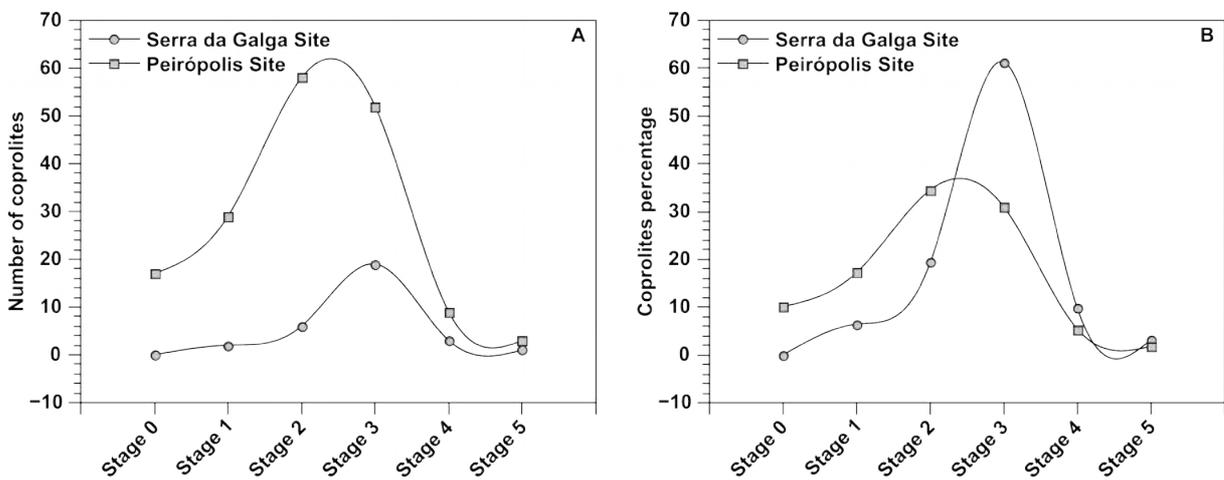


Figura 13. Variação dos valores de abundância (A) e porcentagem (B) por estágio de abrasão dos coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Notar que o maior número de coprólitos do Sítio Peirópolis pertence ao Estágio 2, enquanto que no Sítio Serra da Galga pertencem ao Estágio 3.

Quanto às assinaturas tafonômicas, as 17 amostras do Sítio Peirópolis do Estágio 0 apresentam rachaduras de ressecamento profundas e nove delas, aparentemente, não exibem fragmentação (**Fig. 14A-B**), indicando que são amostras preservadas inteiras. Estes resultados sugerem pouco ou nenhum transporte destes coprólitos até a área fonte, onde se localiza o afloramento. Por outro lado, uma característica a ser ressaltada é a presença de seixos de quartzo

de coloração escura (ou moldes destes), aderidos em 86 coprólitos (**Fig. 14C**). Entretanto, todos os coprólitos que continham seixos também apresentavam algum estágio de desgaste. Em diversos casos, coprólitos e seixos estavam desgastados (**Fig. 14C**). Os resultados indicam dois cenários distintos onde, em princípio, as fezes foram depositadas.

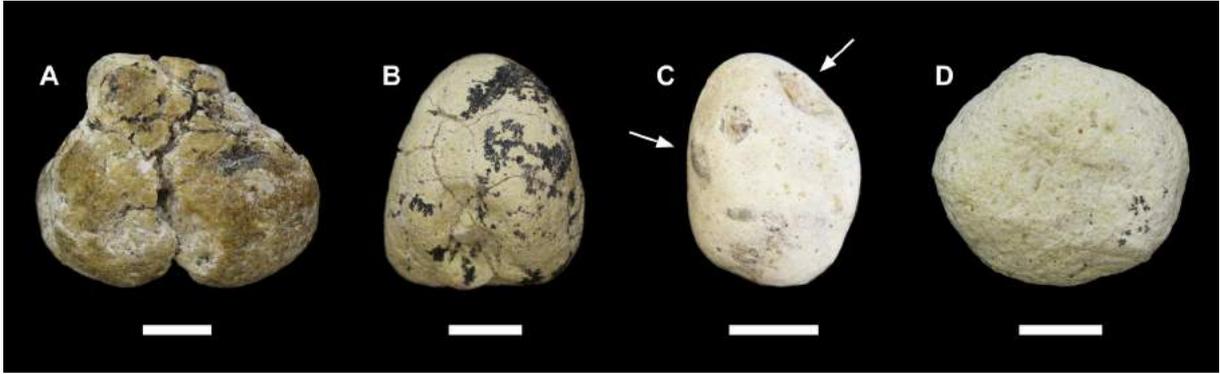


Figura 14. Principais características observadas nos coprólitos dos Sítios Peirópolis e Serra da Galga, Membro Serra da Galga, Formação Marília, Minas Gerais. A-B) coprólitos inteiros, aparentemente sem quebras e com rachaduras profundas, evidenciado que não houve desgaste nas amostras FUP-000125 (A) e FUP-000135 (B); C) coprólito desgastado com seixos de quartzo incrustados e molde de seixo (setas), onde observa-se que o seixo também está desgastado na amostra FUP-000227; D) coprólito arredondado sem rachaduras superficiais, provavelmente em função do desgaste na amostra FUP-000126. Escala = 1 cm.

Quando as fezes são expelidas, assim que entram em contato com o substrato, podem ficar com a marca do local onde tocaram o substrato. Observamos que fezes recentes de mamíferos podem apresentar marcas de adesão ou partículas (grãos de areia, seixos ou restos vegetais) encravadas, de acordo com as características do local em que são expelidas (**Fig. 15**). Desta forma, os seixos, ou moldes destes, presentes nos coprólitos indicam um ambiente terrestre de deposição (Northwood 2005), neste caso com maior quantidade de seixos e diferente do local onde foram encontrados (arenito com estratificação cruzada). Ademais, oito coprólitos apresentam apenas marcas de seixos na superfície. Estas amostras apresentam avançado estágio de desgaste, sugerindo que os seixos podem ter se desprendido dos coprólitos durante o transporte, ou que as marcas sejam do substrato em que as fezes foram excretadas. Diversos coprólitos exibem quebras ou desgaste mais avançado, provavelmente devido ao transporte, que pode ter eliminado completamente o indício de seixos (**Fig. 14D**).

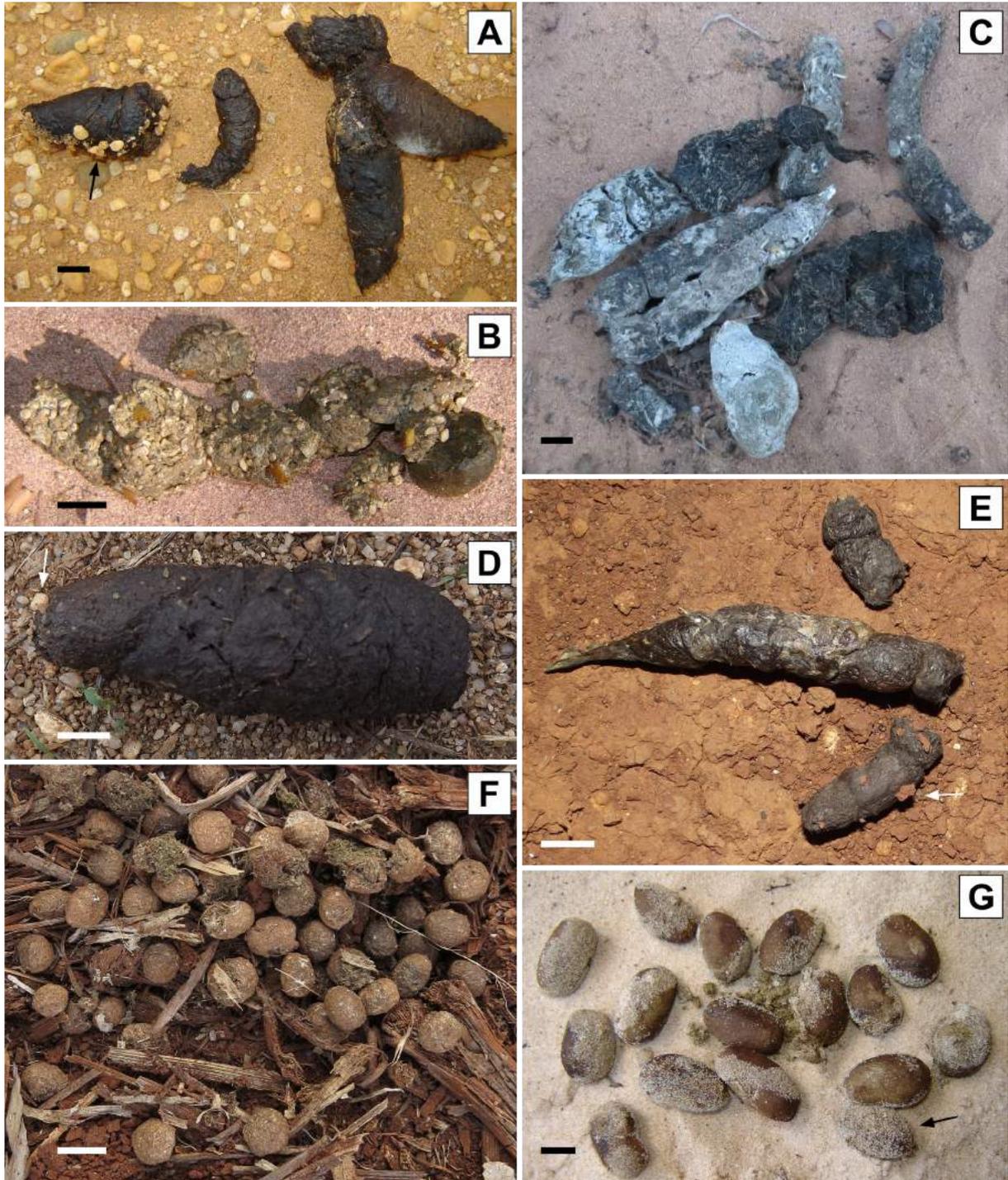


Figura 15. Fezes recentes de mamíferos depositadas em diferentes tipos de substratos. Note como as partículas presentes no substrato podem ficar aderidas ou deixar moldes nas fezes. A-B) Fezes de *Chrysocyon brachyurus* (loboguará) depositadas em local cascalhoso (A) e arenoso (B); C) Fezes de *Puma concolor* (suçuarana) depositada em local arenoso; D) Fezes de *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) depositada em local cascalhoso, com seta indicando seixo aderido às fezes; E) Fezes de *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco) com seta indicando fragmento de solo aderido; F) Fezes de *Sybilagus brasiliensis* (tapiti) depositadas entre restos de milho; G) Fezes de *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara) envoltas por grãos de areia. As imagens são do acervo da Biota Projetos e Consultoria Ambiental. Fotos A, B, D, E e G por Fábio Antônio de Oliveira e fotos C e F por Camila Castro de Araújo. Escala = 1 cm.

Avaliando todos os resultados de forma integrada, do total de 199 coprólitos analisados apenas 17 não apresentam evidências de abrasão. Destes, nove estavam, aparentemente, inteiros e

oito apresentam algum grau de fragmentação. Coprólitos da Formação Adamantina também podem exibir quebras parciais ou estarem totalmente fragmentadas (Brandt-Neto *et al.* 1992; Souto 2003). Todos estes coprólitos sem evidência de abrasão são do Sítio de Peirópolis, que é representado por arenito fino a grosso esbranquiçado, com baixa presença de seixos de quartzo (Azevedo 2012). Coprólitos com estas características não foram observados no Sítio Serra da Galga. É interessante observar que os coprólitos do afloramento em Peirópolis parecem ter sofrido menos transporte do que aqueles do sítio Serra da Galga (vide **Fig. 13B**), que estavam em canal fluvial. Desta forma, a presença de rachaduras muito profundas, a completa ausência de desgaste e ausência de seixos ou marcas de seixos encravados nestes coprólitos sugere pouco transporte para parte desse material. Assim, este contexto sedimentar não explica a presença ou marcas de seixos encontradas em 86 coprólitos.

As rachaduras muito profundas nos coprólitos, provavelmente, foram produzidas em condições de ambiente com elevada temperatura e baixa umidade (Souto 2003), caracterizando certa aridez. Por outro lado, a presença de alguns coprólitos com rachaduras do tipo sinerese sugerem maior umidade. Abaixo do nível dos coprólitos ocorrem icnofósseis tubulares sugerindo a presença de um meio aquoso onde os coprólitos podem ter sido depositados em momentos climáticos distintos, relacionado com os tipos de rachaduras observadas. De fato, o contexto deposicional onde os fósseis ocorrem é citado como arenitos depositados em inundações após longos períodos de seca (Ribeiro and Carvalho 2009).

Nossa análise sedimentológica do afloramento mostra que esses coprólitos estão contidos essencialmente em arenitos conglomeráticos suportados por matriz arenosa mal selecionada, com estratificação cruzada tabular a acanalada e com seixos dispostos de forma caótica na matriz, indicando que se trata, entre outros, de depósitos de leques aluviais. Diversos coprólitos apresentam evidências de rolamento, produzindo o arredondamento das porções polares. O mesmo padrão foi observado por Souto (2003) em coprólitos da mesma formação. Os dados sugerem que esses coprólitos foram produzidos em local onde o substrato era constituído de seixos, ao contrário do local onde os mesmos foram coletados. Além disso, grande parte dos coprólitos apresenta desgaste, alguns em avançado estágio de arredondamento ou facetamento. Esses resultados demonstram que houve transporte de coprólitos a partir da área fonte até o local onde hoje se encontra o afloramento, representando deposição alóctone (**Fig. 16**).

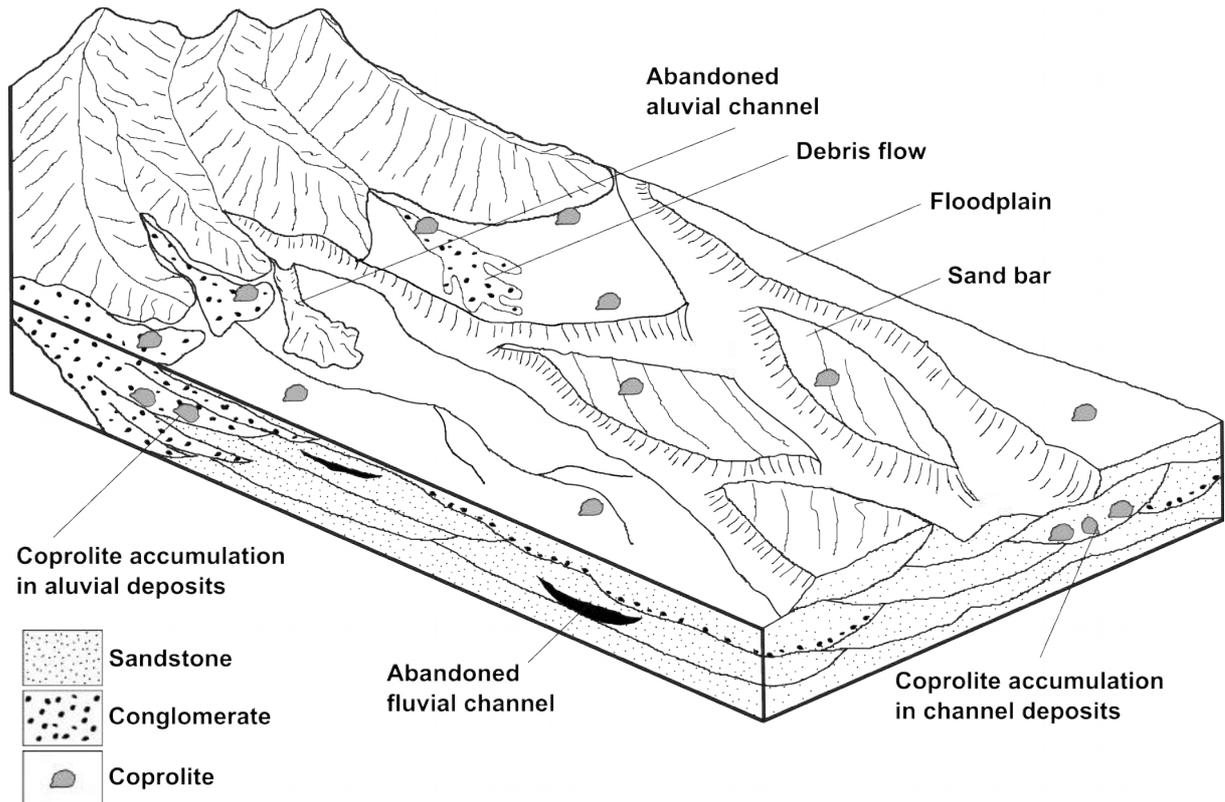


Figura 16. Esquema de transporte de coprólitos até os afloramentos dos sítios Serra da Galga e Peirópolis, Membro Serra da Galga, Formação Marília. Podendo haver produção de fezes em substrato de seixos seguido de ressecamento por longo tempo de exposição, onde o material se acumula em ambiente subaéreo e é transportado por leques aluviais (Sítio Peirópolis); ou produção e acumulação de fezes também em ambiente subaéreo e transporte por fluxo aquoso, com preservação em depósitos de canais fluviais (Sítio Serra da Galga).

Conforme já citado, os sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga apresentam uma das mais ricas faunas de vertebrados e invertebrados do Cretáceo brasileiro (Ribeiro and Carvalho 2009), com grande destaque para crocodilomorfos e dinossauros. Vasconcellos and Carvalho (2006) demonstraram que o holótipo de *Uberabasuchus terrificus* seria autóctone com notável preservação, evitando a desarticulação. Porém, outros autores atentam que exemplares bem preservados e articulados são mais raros, e a maioria dos registros é de material fragmentado (Souto and Magalhães-Ribeiro 1999; Azevedo 2012). Todos os fósseis dos sítios foram depositados junto com os coprólitos analisados neste estudo. Contudo, se a maioria dos coprólitos encontrados representa um evento de deposição alóctone, apresentando tanto mistura temporal como espacial, como apontam as evidências, é de se esperar que os demais fósseis encontrados nesses afloramentos também tenham histórias tafonômicas semelhantes, o que explicaria a maioria dos registros de vertebrados ser de materiais fragmentados. Os mesmos princípios tafonômicos que afetaram os coprólitos podem ter afetado os demais fósseis, mesmo com pequenas ou significativas diferenças. Paleontólogos e paleoartistas retratam a assembleia fóssil encontrada na região convivendo no mesmo ambiente e intervalo temporal (Candeiro

2005b; Ribeiro and Carvalho 2009). Porém, essas interpretações podem não ser verdadeiras, pois muitas dessas espécies podem não ter convivido no mesmo espaço ao mesmo tempo.

5. Conclusão

Nos sítios Peirópolis e Serra da Galga ocorrem coprólitos e pseudocoprólitos nos mesmos níveis estratigráficos. Algumas técnicas simples podem ser adotadas para diferenciar os dois tipos. O método é eficiente quando se considera amostras com baixa e alta densidade. A ocorrência de diferentes morfotipos e quantidade de material presente na área de estudo são indicadores da variedade de organismos que habitaram os paleoambientes em questão. Os morfotipos estão em concordância com outras ocorrências na literatura paleontológica, e podem ser associados a animais com diversas formas e tamanhos, de dieta carnívora, herbívora e onívora. Porém, a grande quantidade de coprólitos encontrada nos afloramentos sugere relação com um efeito tafonômico. A análise dos coprólitos indica que houve mistura temporal e espacial. Poucos exemplares foram considerados parautóctones. A maioria das amostras foi considerada como alóctone, devido à presença de desgaste e de seixos aderidos ao material ou marcas dos mesmos. Aparentemente, pela presença de seixos ou marcas de seixos observados, esses coprólitos foram produzidos em local com substrato mais cascalhento e menos arenoso, bem diferente da matriz arenosa onde foram encontrados. O padrão tafonômico que gerou a acumulação dos coprólitos sugere que os demais fósseis encontrados na região podem ter sofrido o mesmo efeito. Tal fato fica mais relevante com a grande quantidade de material fragmentado citado na literatura, tão abundantes na região, somado a um local de condições mais severas de um ambiente árido. A possibilidade de mistura temporal e espacial fornece novas informações para a reconstituição paleoambiental da região, comumente retratada com todos os indivíduos dividindo o mesmo ambiente.

Agradecimentos: os autores agradecem a Luiz Carlos Borges Ribeiro (Museu dos Dinossauros/CPP L. I. Price) por todo apoio durante o desenvolvimento do trabalho. Agradecemos também ao Laboratório de Difração de Raios-X do Instituto de Geociências da UnB, pela análise das amostras, ao Laboratório de Paleoecologia da PUC-GO, onde foram preparadas amostras palinológicas e a empresa Biota Projetos e Consultoria Ambiental, que disponibilizou estrutura e material para triagem das amostras e fotos de fezes de mamíferos.

6. Referências

- AMSTUTZ, G. C. 1958. Coprolites: a review of the literature and a study of specimens from Southern Washington. *Journal of Sedimentary Petrology*, **28**, 498-508.
- AZEVEDO, K. L. 2012. Aspectos tafonômicos de vertebrados da parte oriental do Grupo Bauru, Cretáceo Superior. MS Dissertation, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 122 pp.
- BÁEZ, A. M. and PERI, S. 1989. *Baurubatrachus pricei*, nov. gen. et sp., un anuro del Cretacico Superior de Minas Gerais, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **61**, 447-458.
- BÁEZ, A. M., GÓMEZ, R. O., RIBEIRO, L. C. B., MARTINELLI, A. G., TEIXEIRA, V. P. A. and FERRAZ, M. L. F. 2012. The diverse Cretaceous neobatrachian fauna of South America: *Uberabatrachus carvalhoi*, a new frog from the Maastrichtian Marília Formation, Minas Gerais, Brazil. *Gondwana Research*, **22**, 1141-1150.
- BEHRENSMEYER, A. K. and KIDWELL, S. M.. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, **11**,105-119.
- BERTINI, R. J., MARSHALL, L. G., GAYET, M. and BRITO, P. 1993. The vertebrate fauna of the Adamantina and Marília Formations, Upper Cretaceous of the Paraná Basin, southeast Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, **188**, 71-101.
- BRANDT-NETO, M., MANZINI, F. F. and BERTINI, R. J. 1992. Ocorrência de coprólitos em sedimentos da Formação Adamantina (K) na região de Ibirá (SP). *2nd Simpósio sobre Bacias Cretácicas Brasileiras, Rio Claro*, pp. 165-166.
- CAMPANHA, V. A., ETCHEBEHERE, M. L. C., SAAD, A. R. and FULFARO, V. J. 1993. Novas ocorrências fossilíferas no Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro, MG. *Geociências*, **12**, 353-372.
- CAMPOS, D. A., KELLNER, A. W. A., BERTINI, R. J. and SANTUCCI, R. M. 2005. On a titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) vertebral column from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, **63**, 565-593.
- CANDEIRO, C. R. A. 2005a. Bauru Group (Late Cretaceous) vertebrates from Triângulo Mineiro region and western São Paulo State, Brazil: an introduction. *Sociedade & Natureza*, **17**, 27-35.
- CANDEIRO, C. R. A. 2005b. Geologia e paleontologia de vertebrados da Formação Marília (Neomaastrichtiano) no Sítio Paleontológico de Peirópolis. *Caminhos de Geografia*, **11**, 117-124.

- CANDEIRO, C. R. A., AGNOLIN, F., MARTINELLI, A. G. and BUCKUP, P. A. 2012. First bird remains from the Upper Cretaceous of the Peirópolis site, Minas Gerais State, Brazil. *Geodiversitas*, **34**, 617-624.
- CANDEIRO, C. R. A., MARINHO, T. S. and OLIVEIRA, E. C. 2004. Distribuição geográfica dos dinossauros da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Sociedade & Natureza*, **16**, 33-55.
- CANDEIRO, C. R. A., SANTOS, A. R., RICH, T. H., MARINHO, T. S. and OLIVEIRA, E. C. 2006. Vertebrate fossils from the Adamantina Formation (Late Cretaceous), Prata paleontological district, Minas Gerais State, Brazil. *Geobios*, **39**, 319-327.
- CARVALHO, I. S. 2001. A bacia Bauru. 167-177. In BRITO I. M. (ed). *Geologia histórica*. Edufu, Uberlândia, 413 pp.
- CARVALHO, I. S., RIBEIRO, L. C. B. and AVILLA, L. S. 2004. *Uberabasuchus terrificus* sp. nov., a new Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. *Gondwana Research*, **7**, 975-1002.
- CHIN, K. 2002. Analyses of coprolites produced by carnivorous vertebrates. *Paleontological Society Press*, **8**, 43-50.
- CHIN, K., EBERTH, D. A., SCHWEITZER, M. H., RANDO, T. A., SLOBODA, W. J. and HORNER, J. R. 2003. Remarkable preservation of undigested muscle tissue within a Late Cretaceous tyrannosaurid coprolite from Alberta, Canada. *Palaios*, **18**, 286-294.
- DIAS-BRITO, D., MUSACCHIO, E. A., CASTRO, J. C., MARANHÃO, M. S. A. S., SUÁREZ, J. M. and RODRIGUES, R. 2001. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue de Paléobiologie*, **20**, 245-304.
- ERIKSSON, M. E., LINDGREN, J., CHIN, K. and MÅNSBY, U. 2011. Coprolite morphotypes from the Upper Cretaceous of Sweden: novel views on an ancient ecosystem and implications for coprolite taphonomy. *Lethaia*, **44**, 455-468.
- ESTES, R. and PRICE, L. I. 1973. Iguanid lizard from the Late Cretaceous of Brazil. *Science*, **180**, 748-751.
- FERNANDES, L. A. 1998. Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 216 pp.
- FERNANDES, L. A. 2004. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências*, **55**, 53-66.
- FERNANDES, L. A. 2010. Calcretes e registros de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). *Revista Brasileira de Geociências*, **40**, 19-35.

- FERNANDES, L. A. and COIMBRA, A. M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **68**, 195-205.
- FRANÇA, M. A. G. and LANGER, M. C. 2005. A new freshwater turtle (Reptilia, Pleurodira, Podocnemidae) from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Minas Gerais, Brazil. *Geodiversitas*, **27**, 391-411.
- FRANCISCHINI, H., PAES-NETO, V. D., MARTINELLI, A. G., PEREIRA, V. P., MARINHO, T. S., TEIXEIRA, V. P. A., FERRAZ, M. L. F., SOARES, M. B. and SCHULTZ, C. L. 2016. Invertebrate traces in pseudo-coprolites from the Upper Cretaceous Marília Formation (Bauru Group), Minas Gerais State, Brazil. *Cretaceous Research*, **57**, 29-39.
- FRANCISCHINI, H., PAES-NETO, V. D., MARTINELLI, A. G., SOARES, M. B., SCHULTZ, C. L., MARINHO, T. S., FERRAZ, M. L. F. and TEIXEIRA, V. P. A. 2014. Invertebrate trace fossils on vertebrate coprolites from the Upper Cretaceous Marília Formation (Bauru Group) of Uberaba (Minas Gerais State, Brazil). *4th International Palaeontological Congress, Mendoza*, pp. 239.
- FRIEDMAN, V. 2012. Vertebrate coprolites from the lower Eagle Ford Group of north central Texas and their paleoecological significance. *New Mexico Museum of Natural History*, **57**, 221-228.
- GAFFNEY, E. S., MEYLAN, P. A., WOOD, R. C., SIMONS, E. and CAMPOS, D. A. 2011. Evolution of the side-necked turtles: the family Podocnemididae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **350**, 1-237.
- GAYET, M. and BRITO, P. M. 1989. Ichtyofaune Nouvelle du Crétacé Supérieur du Groupe Bauru (États de São Paulo et Minas Gerais, Brésil). *Geobios*, **22**, 841-847.
- GHILARDI, R. P., D'ÁGOSTA, F. C. P., ALVES, K. and CAMPOS, A. C. A. 2011. Tafonomia de moluscos fósseis do Grupo Bauru (Cretáceo Superior, Bacia Bauru), na região do município de Monte Alto, São Paulo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **6**, 197-206.
- GOBBO-RODRIGUES, S. R. 2002. Caulóides de Charophyta maastrichtianos na Formação Marília (Grupo Bauru) na região de Uberaba (MG), Brasil. *6th Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil / 2nd Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, São Pedro*, pp. 395-399.
- GRELLET-TINNER, G. and ZAHER, H. 2007. Taxonomic identification of the Megaloolithid egg and eggshells from the Cretaceous Bauru Basin (Minas Gerais, Brazil): comparison with the Auca Mahuevo (Argentina) titanosaurid eggs. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **47**, 105-112.
- HALFPENNY, J. C. and BIESIOT, E. A. 1986. *A field guide to mammal tracking in North America*. 2nd edn. Johnson Books, Boulder, 161 pp.

- HÄNTZSCHEL, W., EL-BAZ, F. and AMSTUTZ, G. C. 1968. Coprolites: an annotated bibliography. *Memoir Geological Society of America*, **108**, 1-132.
- HUNT, A. P., CHIN, K. and LOCKLEY, M. G. 1994. The palaeobiology of vertebrate coprolites. 221-240. In DONOVAN, S. K. (ed). *The palaeobiology of trace fossils*. John Hopkins University Press, Baltimore, 308 pp.
- JEPSEN, G. L. 1963. Eocene vertebrates coprolites and plants in the Golden Valley Formation of Western North Dakota. *Bulletin of Geological Society America*, **74**, 673-684.
- KELLNER, A. W. A., CAMPOS, D. A. and TROTTA, M. N. F. 2005. Description of a titanosaurid caudal series from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, **63**, 529-564.
- KELLNER, A. W. A., CAMPOS, D. A., RIFF, D. and ANDRADE, M. B. 2011. A new crocodylomorph (Sphagesauridae, Notosuchia) with horn-like tubercles from Brazil. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **163**, 57-65.
- MAGALHÃES-RIBEIRO, C. M. 2002. Ovo e fragmentos de cascas de ovos de dinossauros provenientes da região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. *Arquivos do Museu Nacional*, **60**, 223-228.
- MAGALHÃES-RIBEIRO, C. M. and RIBEIRO, L. C. B. 1999. Um ovo de dinossauro em sucessões fluviais da Formação Marília (Cretáceo Superior), em Peirópolis (Uberaba, Minas Gerais). *6th Simpósio de Geologia do Sudeste, São Pedro*, pp. 76.
- MARTINELLI, A. G., BOGAN, S., AGNOLIN, F. L., RIBEIRO, L. C. B., CAVELLANI, C. L., FERRAZ, M. L. F. and TEIXEIRA, V. P. A. 2013. First fossil record of amiid fishes (Halecomorphi, Amiiformes, Amiidae) from the Late Cretaceous of Uberaba, Minas Gerais State, Brazil. *Alcheringa*, **37**, 105-113.
- MARTINELLI, A. G., MARINHO, T. F., FILIPPI, L. S., RIBEIRO, L. C. B., FERRAZ, M. L. F., CAVELLANI, C. L. and TEIXEIRA, V. P. A. 2015. Cranial bones and atlas of titanosaurs (Dinosauria, Sauropoda) from Late Cretaceous (Bauru Group) of Uberaba, Minas Gerais State, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **61**, 164-170.
- MARTINELLI, A. G., RIFF, D. and LOPES, R. P. 2011. Discussion about the occurrence of the genus *Aeolosaurus* Powell 1987 (Dinosauria, Titanosauria) in the Upper Cretaceous of Brazil. *Gaea – Journal of Geoscience*, **7**, 34-40.
- MEZZALIRA, S. 1974. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, **51**, 1-163.
- MILANI, E. J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. PhD Thesis, Programa de

- Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 255 pp.
- MILANI, E. J., FRANÇA, A. B. and Schneider, R. L. 1994. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **8**, 69-82.
- MILANI, E. J., MELO, J. H. G, SOUZA, P. A., FERNANDES, L. A. and FRANÇA, A. B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**, 265-287.
- MURIE, O. J. 1974. *A field guide to animal tracks*. 2nd edn. Houghton Mifflin, Boston, 374 pp.
- NORTHWOOD, C. 2005. Early Triassic coprolites from Australia and their palaeobiological significance. *Palaeontology*, **48**, 49-68.
- NOVAS, F. E., CARVALHO, I. S., RIBEIRO, L. C. B. and MENDEZ, A. H. 2008. First abelisaurid bone remains from the Maastrichtian Marília formation, Bauru Group, Brazil. *Cretaceous Research*, **29**, 625-635.
- NOVAS, F. E., RIBEIRO, L. C. R. and CARVALHO, I. S. 2005. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **7**, 31-36.
- OWOCKI, K., NIEDŹWIEDZKI, G., SENNIKOV, A. G., GOLUBEV, V. K., JANISZEWSKA, K. and SULEJ, T. 2012. Upper Permian vertebrate coprolites from Vyazniki and Gorokhovets, Vyatkian regional stage, Russian Platform. *Palaios*, **27**, 867-877.
- PRICE, L. I. 1955. Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru, Cretáceo do Estado de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **27**, 487-498.
- RIBEIRO, L. C. B. 2014. Geoparque Uberaba – terra dos dinossauros do Brasil. PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 123 pp.
- RIBEIRO, L. C. B. and CARVALHO, I. S. 2009. Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, MG. 389-402. In WINGE, M., SCHOBENHAUS, C., SOUZA, C. R. G., FERNANDES, A. C. S., QUEIROZ, E. T., BERBERT-BORN, M. and CAMPOS, D. A. (eds). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. CPRM, Brasília, v. 2, 515 pp.
- RIBEIRO, L. C. B., CARVALHO, I. S. and NETO, F. M. 2015. Geopark Uberaba: Relevance of the Geological Heritage. *Geoheritage*, **7**, 261-273.
- RIBEIRO, L. C. B., TREVISOL, A., CARVALHO, I. S., NETO, F. M., MARTINS, L. A. and TEIXEIRA, V. P. A. 2012. Geoparque Uberaba – terra dos dinossauros do Brasil (MG). 583-616. In SCHOBENHAUS, C. and SILVA, C. R. (orgs). *Geoparques do Brasil – propostas*. CPRM, Rio de Janeiro, v. 1, 748 pp.

- SALGADO, L. and CARVALHO, I. S. 2008. *Uberabatitan ribeiroi*, a new titanosaur from the Marília Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brazil. *Palaeontology*, **51**, 881-901.
- SANTUCCI, R. M. and BERTINI, R. J. 2001. Distribuição paleogeográfica e biocronológica dos titanossauros (Saurischia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, **31**, 307-314.
- SENRA, M. C. E. and SILVA-E-SILVA, L. H. 1999. Moluscos dulçaquícolas e microfósseis vegetais associados da Formação Marília, Bacia Bauru (Cretáceo Superior), Minas Gerais, Brasil. *5th Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, Serra Negra*, pp. 497-500.
- SOUTO, P. R. F. 2003. Coprólitos do Cretáceo do Brasil. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 237 pp.
- SOUTO, P. R. F. and FERNANDES, M. A. 2015. Fossilized excreta associated to dinosaurs in Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **57**, 32-38.
- SOUTO, P. R. F. and MAGALHÃES-RIBEIRO, C. M. 1999. Fragmentos de cascas de ovos fósseis e coprólitos da Bacia Bauru (KS): aplicação na interpretação paleoambiental. *5th Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, Serra Negra*, pp. 501-507.
- THULBORN, R. A. 1991. Morphology, preservation and palaeobiological significance of dinosaur coprolites. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **83**, 341-366.
- VASCONCELLOS, F. M. and CARVALHO, I. S. 2006. Condicionante etológico na tafonomia de *Uberabasuchus terrificus* (Crocodyliformes, Peirosauridae) da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Geociências*, **25**, 225-230.
- VASILIEF, I. 2011. QtiPlot - Data Analysis and Scientific Visualisation. Version 0.9.8.9 svn 2288 copyright © 2004-2011. www.qtiplot.com.
- VOGELTANZ, R. 1965. Austrocknungsstrukturen bei koprolithen. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, **3**, 362-371.

Capítulo 3

Análise palinológica de coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga (Membro Serra da Galga, Formação Marília) em Uberaba, Minas Gerais, Brasil

Resumo – A região de Uberaba, em Minas Gerais contém rica fauna de vertebrados em rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru, de idade maastrichtiana. Entretanto, em meio à grande diversidade faunística, os elementos vegetais que compõem a paleobiota são ausentes no registro fóssil, exceto pelo registro de carófitas. No mesmo local, também ocorrem coprólitos em relativa abundância que, até o momento, foram pouco estudados. No caso de espécies herbívoras, é possível que palinomorfos sejam ingeridos junto com as folhas e outras partes, que após passar pelo trato digestivo acabam sendo expelidos junto com as fezes. Neste trabalho apresentamos registros de elementos da vegetação que existiu onde hoje se encontram os sítios Peirópolis e Serra da Galga. Foram selecionados 17 coprólitos e 13 pseudocoprólitos e em seguida submetidos a uma preparação palinológica com HCl 10% e HF 40%. Nos coprólitos foram encontrados tipos polínicos como *Classopollis*, *Equisetosporites*, *Gnetaceapollenites*, *Cycadopites* e *Podocarpidites*. O conjunto polínico demonstra que parte da vegetação era representada por elementos arbustivos (gnetófitas), arbóreos (coníferas) e cicadáceas que habitavam em um ambiente de clima árido.

Palavras-chave: coprólitos, palinomorfos, Formação Marília, Cretáceo.

1. Introdução

Para o Grupo Bauru existem apenas três trabalhos que relatam a ocorrência de palinomorfos, todos se referem a um mesmo depósito sedimentar no Município de São Carlos, no Estado de São Paulo. O primeiro deles relata a descoberta de um rico conteúdo palinológico em uma nova unidade geológica, que se caracteriza por ser o primeiro registro de palinomorfos do Cretáceo do Grupo Bauru (Lima *et al.* 1986). Posteriormente, essa nova unidade geológica foi denominada de Formação São Carlos (Castro *et al.* 2002). No primeiro momento, com base na palinoestratigrafia, a idade da Formação São Carlos foi atribuída ao Coniaciano (Lima *et al.* 1986). Entretanto, de posse de novos dados palinoestratigráficos, foi sugerido que a associação palinológica encontrada tem a idade no intervalo Coniaciano-Santoniano (Castro *et al.* 2002). Já

no trabalho mais recente, Arai *et al.* (2015) determinaram que o conjunto polínico, sobretudo pela presença de *Anacolosidites* sp.A e ausência de *Steevesipollenites nativensis*, apontam para uma idade neossantoniana. Também relacionados ao Grupo Bauru, os sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga são notadamente conhecidos pela grande diversidade de vertebrados, representando uma das mais ricas faunas do Cretáceo brasileiro (Ribeiro and Carvalho 2009). Entretanto, os dados relativos aos elementos vegetais ainda são desconhecidos, exceto pelo registro de algas carófitas (Gobbo-Rodrigues 2002).

Dentre a grande diversidade de fósseis encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, também ocorrem coprólitos que, até o momento, foram pouco estudados. Uma das primeiras referências (Souto 2003) apresentou a descrição de sete coprólitos do Sítio Peirópolis. Posteriormente, os coprólitos de Peirópolis apareceram citados no estudo de outros materiais fósseis (Carvalho *et al.* 2004; Salgado and Carvalho 2008; Ribeiro *et al.* 2012, 2015; Ribeiro 2014). Em seguida foi relatada de forma preliminar a presença de icnofósseis de invertebrados em coprólitos de Peirópolis, relacionados com algum tipo de inseto em fase de pupação (Francischini *et al.* 2014). Em compilação recente, Souto and Fernandes (2015) apresentaram um registro atualizado das principais ocorrências de coprólitos no Brasil. Duas amostras são de Peirópolis e análises de difração e fluorescência revelaram a presença de cálcio e sílica, com pequenas quantidades de alumínio e ferro, sugerindo, junto com outras características, que foram produzidos por herbívoros. Por fim, as amostras relatadas preliminarmente por Francischini *et al.* (2014) foram consideradas como pseudocoprólitos por Francischini *et al.* (2016) e os vestígios superficiais encontrados nesses pseudocoprólitos foram considerados como uma nova icnoespécie, *Asthenopodichnium fallax*, que seria produzida por invertebrados em ambiente de água doce.

Em se tratando de coprólitos, existe uma gama de trabalhos que podem ser aplicados, passando até mesmo por fatos curiosos como relações tróficas entre dinossauros e caracóis (Chin *et al.* 2009), infecção de parasitas intestinais em *Iguanodon* (Poinar and Boucot 2006), marca de mordida de tubarão em coprólito de crocodilomorfo, indicando predação ou coprofagia abortada (Godfrey and Smith 2010) e até mesmo sequenciamento de DNA, como no caso do coprólito da hiena-das-cavernas (Bon *et al.* 2012). Em anos recentes surgiu uma nova aplicação no estudo de coprólitos, a análise do conteúdo palinológico. Entretanto, a maioria dos trabalhos é de cunho arqueológico (coprólitos humanos) ou coprólitos de animais quaternários. Palinomorfos preservados em coprólitos humanos foram utilizados para identificar e descrever plantas medicinais utilizadas por comunidades de, aproximadamente, oito mil anos que ocuparam o local do Sítio de Pedra Furada, no Estado do Piauí, nordeste brasileiro (Chaves and Renault-Miskovsky

1996; Chaves 1996, 2000, 2001). Ademais, a palinologia é importante na obtenção de dados sobre a dieta de comunidades humanas pré-históricas e questões como origem da agricultura (Bryant 2003). Com relação à fauna, para citar alguns exemplos, existem trabalhos que tratam do conteúdo palinológico do coprólito de hienas – *Crocuta crocuta* (Scott 1987; Carrión *et al.* 2001; González-Sampériz *et al.* 2003; Yll *et al.* 2006), texugos – *Meles meles* (Carrión *et al.* 2005) e o kakapo – *Strigops habroptilus* da Nova Zelândia (Wood *et al.* 2012).

Com relação aos períodos anteriores ao Pleistoceno, existem poucos trabalhos relacionados à copropalinologia. Entretanto, alguns já citam esporomorfos em coprólitos antigos do Carbonífero (Cutlip and Raymond 1999) e Devoniano (Habgood 2002). Para o Mesozoico, um trabalho relacionado com a Formação Oldman em Alberta, Canadá revelou em sete coprólitos de répteis uma microflora representada por licopódios, samambaias, coníferas e angiospermas (Waldman and Hopkins 1970). Um caso em paralelo com os Sítios Peirópolis e Serra da Galga ocorreu na Formação Maleri, Triássico Superior na Índia. Não havia registros fósseis de vegetais ou palinomorfos. Entretanto, havia coprólitos cujo conteúdo revelou palinomorfos (esporos, pólen e fungos) e outros resíduos vegetais (Vijaya and Singh 2009). Desta forma, a ocorrência de coprólitos nos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, abre uma oportunidade para estudos de cunho palinológicos. Este trabalho apresenta o estudo palinológico de 30 amostras, das quais 26 são do Ponto 1 do Price (Caieira), no Sítio paleontológico de Peirópolis e quatro são do Sítio Serra da Galga, no km 153 da BR-050. São apresentados os primeiros registros palinológicos e os primeiros indícios de parte da vegetação que, somado aos animais, compunham a paleobiota da região. Tais dados são importantes, pois adicionam informações para melhor suportar os estudos paleoclimáticos e paleoambientais nas rochas da região, bem como podem fornecer pistas sobre a dieta dos animais herbívoros encontrados nessas rochas.

2. Geologia e Paleontologia

As unidades geológicas que compõem o Grupo Bauru (Milani *et al.* 1994, 2007; Milani 1997) representam uma das mais extensas sequências sedimentares continentais de idade cretácea da América do Sul (**Fig. 1**). O Grupo Bauru abrange a maior parte do Planalto Ocidental Paulista, aflorando também no Triângulo Mineiro, sul de Goiás, norte do Paraná e sudeste do Mato Grosso (Carvalho 2001; Ghilardi *et al.* 2011). Os depósitos do Grupo Bauru são representados principalmente por rochas siliciclásticas (Carvalho, 2001) e assentam-se predominantemente

sobre basaltos da Formação Serra Geral (Fernandes 2004; Milani *et al.* 2007). Os depósitos sedimentares do Grupo Bauru correspondem essencialmente a arenitos, siltitos e argilitos/folhelhos, depositados em diversos contextos ambientais, como eólico, aluvial, fluvial e lacustre raso (Dias-Brito *et al.* 2001). O Grupo Bauru é constituído pelas formações Araçatuba, Adamantina, Uberaba e Marília, onde praticamente todos os registros fóssilíferos conhecidos situam-se na parte oriental, abrangendo uma área de aproximadamente 180.000 km² (Fernandes 2004).

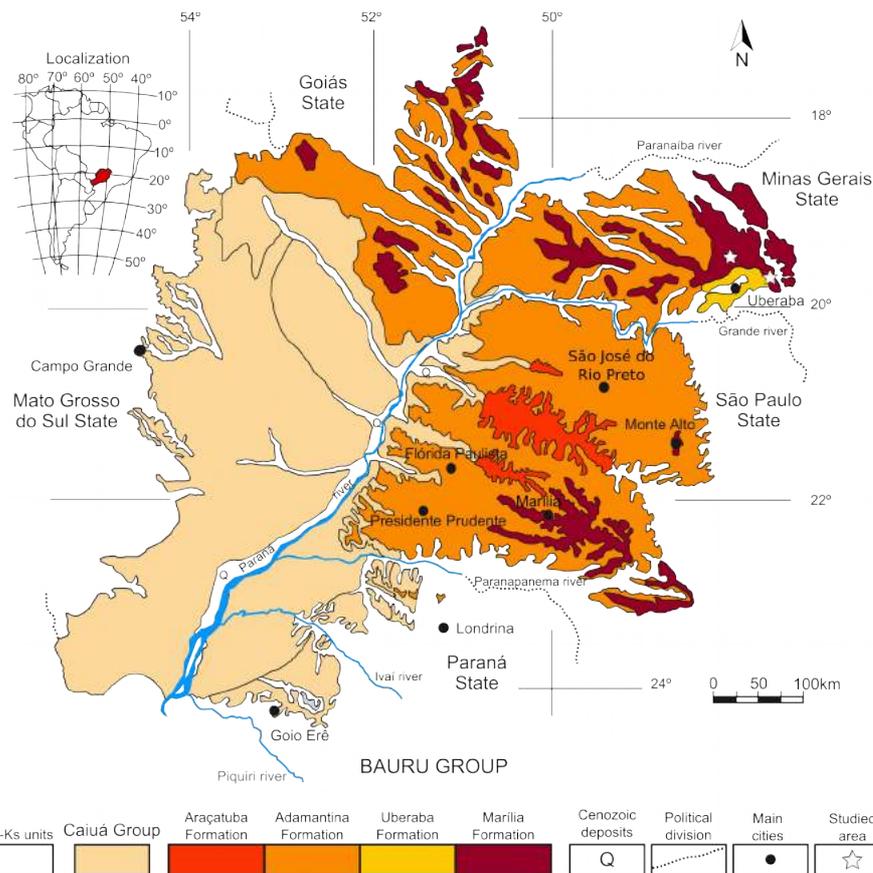


Figura 1. Mapa de localização do Grupo Bauru e dos depósitos da Formação Marília na região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Modificado de Fernandes and Coimbra (1996) e Fernandes (1998).

A Formação Marília é composta por três membros: Serra da Galga, Ponte Alta e Echaporã (Milani *et al.* 2007) e que representam depósitos de rios entrelaçados e leques aluviais associados (Fernandes 2010). Na região de Uberaba afloram rochas dos membros Serra da Galga e Ponte Alta nos sítios de Peirópolis e Serra da Galga, que já forneceram raros exemplares de vegetais, como carófitas (Gobbo-Rodrigues 2002) e um vasto registro de invertebrados e vertebrados, entre eles quelônios, crocodilomorfos e dinossauros (Santucci and Bertini 2001; Vasconcellos and Carvalho 2006; Milani *et al.* 2007), se destacando como uma das unidades mais

importantes do Grupo Bauru. Os coprólitos analisados neste trabalho foram coletados em Peirópolis, no Ponto 1 do Price e no km 153 da BR-050 (Fig.2).

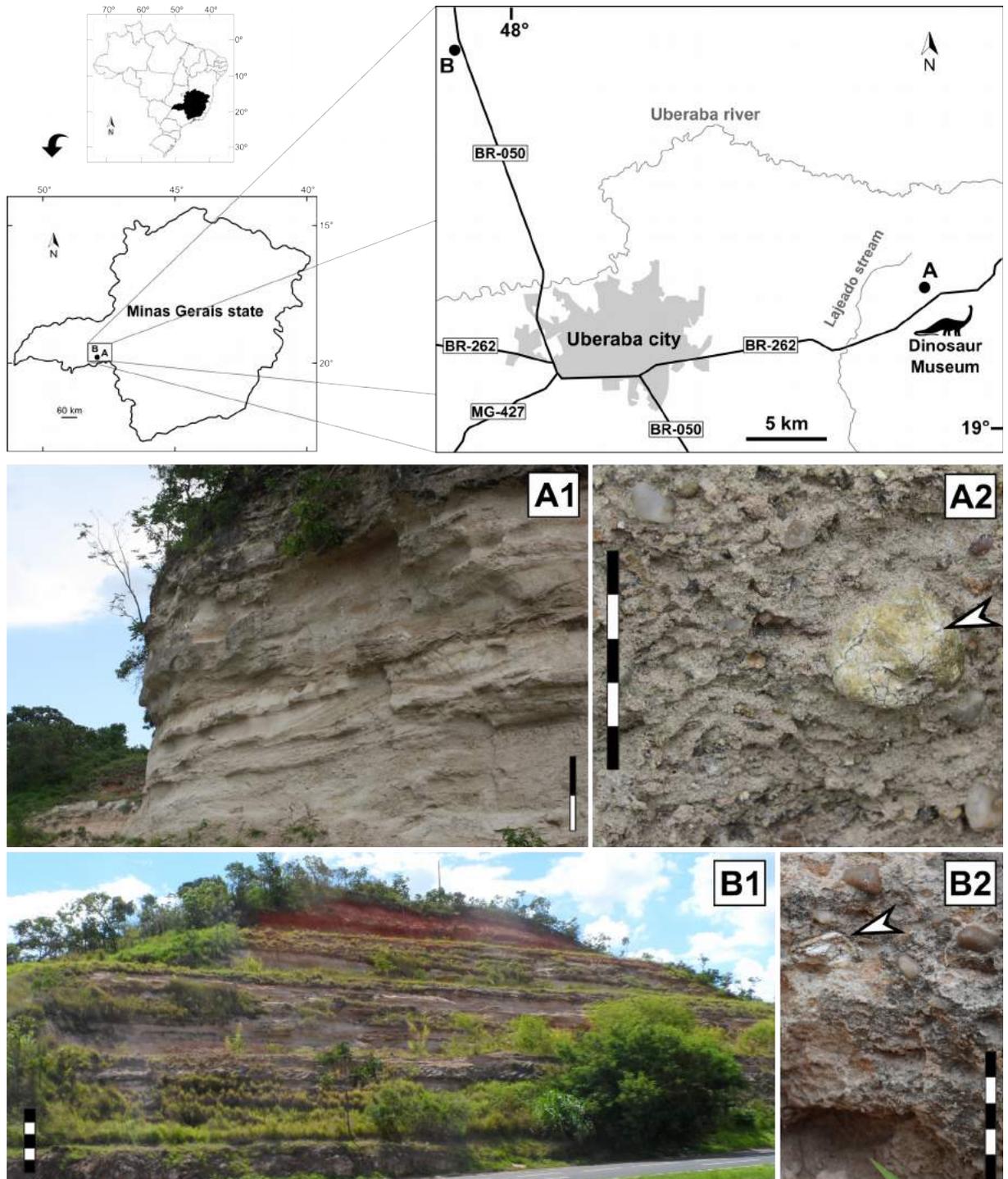


Figura 2. Mapa de localização e afloramentos localizados no Ponto 1 do Price ou Caieira (A), Sítio Peirópolis e km 153 da BR-050 (B), Sítio Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A1) Afloramento do Ponto 1 do Price (Caieira); A2) Coprólito *in situ*; B1) Afloramento do km 153 da BR-050; B2) Coprólito fragmentado *in situ*. Escalas = 1 m A1 e B1 e 1 cm em A2 e B2.

3. Materiais e Métodos

As amostras avaliadas neste estudo foram coletadas em duas etapas de campo entre os anos de 2010 e 2011, em duas localidades do Município de Uberaba (**Fig. 2**). Foram coletadas 300 amostras no Ponto 1 do Sítio Paleontológico Peirópolis (Caieira: 19°43'44"S e 47°45'10"W), onde os espécimes encontravam-se, na maioria das vezes, *ex situ* na base do afloramento. No km 153 da BR-050, Sítio Paleontológico Serra da Galga (19°35'33"S e 48°01'42"W), foram coletadas *in situ* 40 amostras em três pontos, depositados em rochas representando um sistema fluvial.

O estado de conservação das amostras varia desde fragmentos quebrados a massas fecais aparentemente inteiras. Devido à fragilidade e raridade do material, foram necessários procedimentos que mantiveram o máximo de preservação (Amstutz 1958; Häntzschel *et al.* 1968). Desta forma, a preparação consistiu principalmente da retirada da matriz de arenito que envolvia os fósseis. Logo depois de tratados, os coprólitos foram tombados na coleção científica com número de registro FUP-000001 a FUP-000340. As amostras foram descritas quanto à morfologia e morfometria de acordo com referências clássicas (Thulborn 1991; Hunt *et al.* 1994). Durante essa etapa, a análise dos aspectos macroscópicos foi realizada sob microscópio estereoscópico (*Opton*). As medidas de comprimento e largura foram tomadas com um paquímetro (*Mitutoyo*) e o peso aferido com uma balança digital de precisão (*Diamond*). Adicionalmente, também foram mensurados espessura, volume e densidade de cada amostra (Jepsen, 1963). Por fim, diversas características presentes tais como fraturas, perfurações, rachaduras, desgaste, presença ou marcas de seixos foram anotadas. Com base nos caracteres morfológicos, os coprólitos foram agrupados em diferentes morfotipos (Chin 2002; Souto 2003; Eriksson *et al.* 2011; Owocki *et al.* 2012). Do total de 340 amostras, 30 foram selecionadas, representando toda a gama de tamanhos, forma, densidade e estado de preservação, para preparação palinológica (FUP-000002, FUP-000005, FUP-000119, FUP-000128, FUP-000130, FUP-000134, FUP-000137, FUP-000144, FUP-000145, FUP-000154, FUP-000155, FUP-000156, FUP-000159, FUP-000160, FUP-000175, FUP-000178, FUP-000185, FUP-000195, FUP-000197, FUP-000204, FUP-000209, FUP-000217, FUP-000242, FUP-000263, FUP-000280, FUP-000282, FUP-000322, FUP-000325, FUP-000328 e FUP-000333). Todas as informações coletadas foram compiladas numa base de dados no *software Calc* do pacote *LibreOffice* (*The Document Foundation*). Os gráficos foram plotados no *software QtiPlot* (Vasilief 2011) e os desenhos criados no *Inkscape* e *Gimp*. Todos os softwares citados foram utilizados no sistema operacional Debian GNU/Linux. A técnica de difratometria de raios-X foi aplicada em 14 amostras (FUP-000002, FUP-000005, FUP-000128, FUP-000144, FUP-000145, FUP-000154, FUP-000156, FUP-000159, FUP-000175,

FUP-000204, FUP-000282, FUP-000325, FUP-000328 e FUP-000333), enviadas para o Laboratório de Difração de Raios-X da Universidade de Brasília.

A preparação palinológica foi realizada com técnicas convencionais, adaptadas neste estudo para extração e concentração dos palinomorfos. De cada uma das amostras foi obtido um pequeno testemunho cilíndrico entre 3 e 5 cm de comprimento, dependendo do tamanho do coprólito, por 5 mm de largura, sendo considerada na preparação palinológica apenas a fração mais interna. A fração mais externa (aproximadamente 3 mm) foi desconsiderada porque muitas amostras ficaram certo tempo expostas nos afloramentos, prevenindo assim que possíveis palinomorfos recentes e fungos fossem adicionados. Em material sedimentar, o volume a ser amostrado pode variar de acordo com a constituição do sedimento e com o teor de matéria orgânica (Barberi 2001), entre 1 cm³, no caso de turfas (Ybert *et al.* 1992) até 8 cm³, para terraços fluviais (Oliveira *et al.* 2007). No caso das amostras deste estudo, que apresentam variação morfológica e algumas com pequenas dimensões, o testemunho retirado de cada amostra foi transferido para um amostrador até atingir um volume de 2 cm³. Após a separação deste volume, as amostras foram transferidas para cadinhos de porcelana enumeradas, onde também foram introduzidos 1 mg do pólen de *Kochia scoparia*, que contém, aproximadamente, 60.543,88 grãos de pólen (Salgado-Labouriau and Rull 1986). A adição do pólen exótico logo no início da preparação é importante para que todo o processo, pelos quais passam os palinomorfos das amostras, seja avaliado, inclusive possibilitando a estimativa de possíveis perdas (Barberi 2001). As etapas seguintes consistiram na adição de HCl 10% para eliminação de carbonatos e HF 40% para eliminação de silicatos (Faegri and Iversen 1950). Em seguida, cada amostra foi peneirada em tamis com malha de 106 µm, adequada para passagem dos palinomorfos de maiores dimensões (Salgado-Labouriau 1973) e outro com malha de 6 µm, permitindo a passagem de partículas menores que os palinomorfos. Na etapa final as amostras foram lavadas duas vezes com álcool etílico. Em seguida, foi adicionado um pouco de álcool isobutílico e duas gotas da mistura de glicerina e safranina, que confere uma tonalidade avermelhada para os palinomorfos. Por fim as amostras ficaram 24 horas na estufa à 60° C para retirada completa de água.

As lâminas foram montadas com duas gotas de amostra mais uma gota de glicerina pura, cobertas com a lamínula e seladas com base. Por convenção, preparamos duas lâminas de cada amostra que, após a leitura, foram seladas e estão depositadas no Laboratório de Paleoeecologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. A leitura foi realizada em microscópio óptico com câmera fotográfica acoplada (*Leyca*), onde foram contados todos os palinomorfos presentes, incluindo o marcador exótico. Por conta da ausência de referências de palinomorfos do Cretáceo do Grupo Bauru, foram utilizadas, como auxílio nas identificações, diversas bibliografias do

Cretáceo ao Paleoceno de localidades no Brasil (Regali *et al.* 1974; Lima 1982; Coimbra *et al.* 2002; Ferreira *et al.* 2005; Arai and Duarte 2010; Premaor *et al.* 2010; Souza *et al.* 2010; Araújo *et al.* 2011; Ferreira *et al.* 2011, 2013; Oliveira 2011; Duarte *et al.* 2012; Portela *et al.* 2014), outros países da América da Sul (Van der Hammen and Wijmstra 1964; Vajda-Santivanez 1999; Prámparo *et al.* 2007; Ottone 2009; Vallati 2010, 2013; Garzon 2011; Povilauskas 2012, 2013) e do continente africano (McLachlan and Pieterse 1978; Morgan 1978; Kotova, 1978; Masure *et al.* 1998; Atta-Petters and Salami 2006; Eisawi and Schrank 2008; Chiaghanam *et al.* 2012; Eisawi *et al.* 2012; Apaalse and Atta-Peters 2013; Atta-Peters *et al.* 2013; Oloto and Yikarebogha 2013; Oloto *et al.* 2013). A concentração de palinomorfos foi calculada para indicar o número de grãos por centímetro cúbico de amostra (Salgado-Labouriau and Rull 1986). Este cálculo é importante para evitar qualquer tipo de equívoco nas interpretações (Stockmarr 1971).

4. Resultados e Discussões

4.1. Natureza e morfologia das amostras

Recentemente, 16 amostras coletadas em Peirópolis foram consideradas pseudocoprólitos por apresentar morfologia irregular, ausência de marcas de adesão, sulcos e evidência de coprofagia, presença de grãos de minerais, ausência de fosfato na composição dos exemplares analisados e a tomografia não indicou sinais de conteúdo não digerido ou aberturas internas (Francischini *et al.* 2016). Contudo, testes de difração de raios-X e petrografia foram realizados em apenas duas amostras e uma foi submetida à tomografia computadorizada. Os autores extrapolaram os resultados para as demais amostras. Neste estudo observamos que, durante a preparação, 11 amostras reagiram fortemente ao HCl 10%. Além disso, as mesmas amostras retornaram resultado negativo para a palinologia, matéria vegetal ou qualquer outro tipo de vestígio orgânico. Observamos também que, na maioria dos casos, a densidade dessas amostras foi consideravelmente mais elevada que das demais (**Fig. 3**). A difração de raios-X de algumas amostras com essas características citadas (FUP-000002, FUP-000005, FUP-000175 e FUP-000333) revelaram composição carbonática. Estes resultados sugerem que, provavelmente, essas amostras são pseudocoprólitos. A amostra FUP-000195 reforça ainda mais estes critérios estabelecidos para determinar coprólitos e pseudocoprólitos. Esta amostra de formato cônico reagiu ao teste de HCl 10%, indicando presença de carbonatos, mas diferente das demais possui baixa densidade e retornou resultado positivo para palinologia.

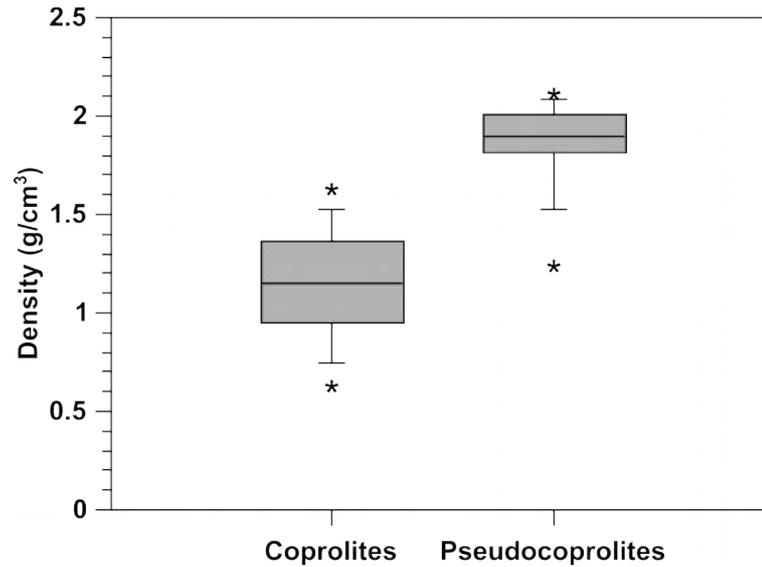


Figura 3. Boxplot da variação de densidade de coprólitos e pseudocoprólitos encontrados nos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. No eixo x estão representados os dois grupos de amostras (Coprólitos, $n = 17$; Pseudocoprólitos, $n = 13$). As linhas centrais indicam a mediana e divide a metade inferior e superior das amostragens, os retângulos indicam o quartil, as linhas verticais representam os valores mínimo e máximo (*whisker*) e, por fim, os asteriscos indicam os valores extremos (*outliers*).

As amostras consideradas aqui como coprólitos verdadeiros são constituídas por uma massa mais homogênea, apresentam rachaduras de ressecamento, marcas de adesão (grãos de areia, seixos ou moldes destes) e possuem baixa densidade, algumas vezes menor que a da água (**Fig. 3**). Na composição das amostras (FUP-000128, FUP-000144, FUP-000145, FUP-000154, FUP-000156, FUP-000159, FUP-000204, FUP-000282, FUP-000325 e FUP-000328) predominam minerais do grupo dos silicatos. Esses resultados são semelhantes aos encontrados em outros trabalhos (Souto 2003; Souto and Fernandes 2015). Ademais, muitas vezes os pseudocoprólitos apresentam uma superfície áspera e a maioria dos coprólitos apresenta superfície com textura bem suave, muitas vezes com uma espécie de “brilho gorduroso”. A diferença na textura entre coprólitos e a rocha sedimentar pode ser usada na distinção de nódulos inorgânicos e concreções (Thulborn 1991). Este tipo de “brilho gorduroso” encontrado em coprólitos de vertebrados foi citado por outros autores (e.g. Friedman 2012). Das amostras referidas como coprólitos, quatro (FUP-000128, FUP-000154, FUP-000204 e FUP-000280) não retornaram resultado positivo para palinologia ou restos vegetais.

Após a avaliação das amostras, foi determinado que das 30 amostras, 17 são coprólitos verdadeiros e 13 são pseudocoprólitos. Dos coprólitos avaliados, um possui morfologia cilíndrica, três são cônicos, dois dômicos e 11 possuem morfologia indeterminada (**Fig. 4**), constituindo amostras em avançado estado de desgaste ou fragmentação. As amostras consideradas aqui como pseudocoprólitos possuem, no geral, morfologia bastante irregular (**Fig. 5**). A descrição dos parâmetros físicos de cada uma das amostras é apresentada na **Tab. 1**.

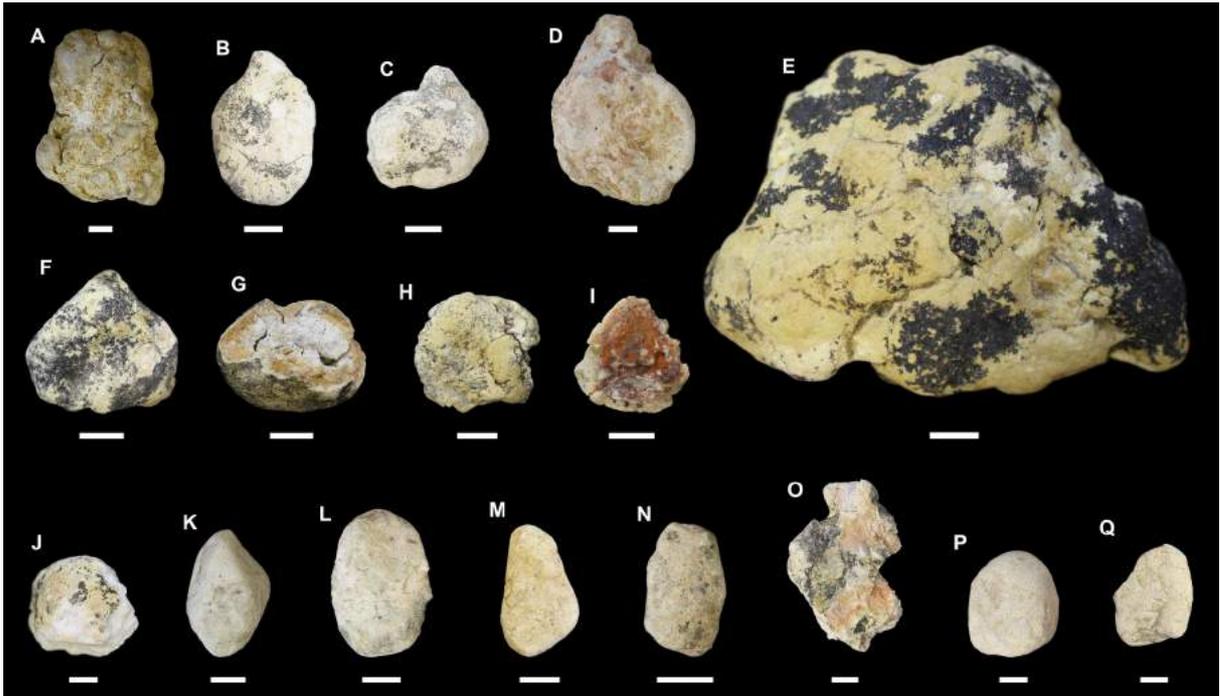


Figura 4. Coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Morfotipo cilíndrico: A) FUP-000154; Morfotipo cônico: B) FUP-000144, C) FUP-000195 e D) FUP-000280; Morfotipo dômico: E) FUP-000156 e F) FUP-000145; Indeterminados: G) FUP-000128, H) FUP-000130, I) FUP-000134, J) FUP-000159, K) FUP-000204, L) FUP-000209, M) FUP-000217, N) FUP-000242, O) FUP-000282, P) FUP-000325 e Q) FUP-000328. Escala = 1 cm.

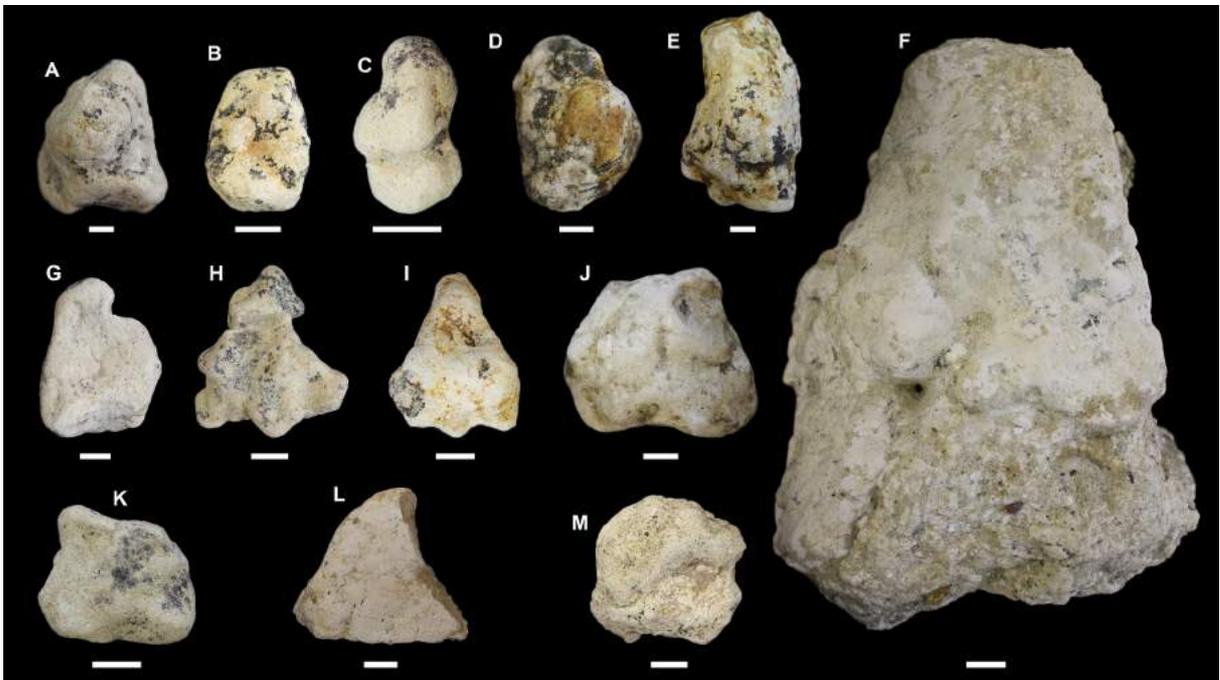


Figura 5. Pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A) FUP-000002, B) FUP-000005, C) FUP-000119, D) FUP-000137, E) FUP-000155, F) FUP-000263, G) FUP-000160, H) FUP-000175, I) FUP-000178, J) FUP-000185, K) FUP-000197, L) FUP-000322 e M) FUP-000333. Escala = 1 cm.

Tabela 1. Parâmetros físicos das amostras dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil utilizadas na preparação palinológica.

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000002	Peirópolis	5.2	4.38	82.2	39	2.1		Pseudocoprolite
FUP-000005	Peirópolis	2.51	1.85	8.06	4	2.01		Pseudocoprolite
FUP-000119	Peirópolis	2.7	1.74	5.41	3	1.8		Pseudocoprolite
FUP-000128	Peirópolis	3.58	2.86	6.28	10	0.62	Indeterminate	Coprolite
FUP-000130	Peirópolis	3.05	3.05	8.64	8	1.08	Indeterminate	Coprolite
FUP-000134	Peirópolis	2.41	2.58	7.99	4.9	1.63	Indeterminate	Coprolite
FUP-000137	Peirópolis	5.43	4.43	67.4	37	1.82		Pseudocoprolite
FUP-000144	Peirópolis	4.27	2.74	12.48	13	0.96	Conical	Coprolite
FUP-000145	Peirópolis	3.57	3.23	7.92	10	0.79	Domical	Coprolite
FUP-000154	Peirópolis	8.08	5.24	107.19	78	1.37	Cylindrical	Coprolite
FUP-000155	Peirópolis	7.89	4.63	169.41	82	2.06		Pseudocoprolite
FUP-000156	Peirópolis	9.23	7.39	201	140	1.43	Domical	Coprolite
FUP-000159	Peirópolis	3.86	3.68	24.19	21	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000160	Peirópolis	5.23	3.87	37.92	20	1.89		Pseudocoprolite
FUP-000175	Peirópolis	4.9	4.15	27.55	15	1.83		Pseudocoprolite
FUP-000178	Peirópolis	4.45	3.48	35.04	18	1.94		Pseudocoprolite
FUP-000185	Peirópolis	5.42	5.42	92.13	48	1.91		Pseudocoprolite
FUP-000195	Peirópolis	3.41	3.14	23.82	17.5	1.36	Conical	Coprolite
FUP-000197	Peirópolis	3.25	2.77	14.61	8	1.82		Pseudocoprolite
FUP-000204	Peirópolis	3.72	2.35	6.78	8.8	0.77	Indeterminate	Coprolite
FUP-000209	Peirópolis	3.98	2.72	11.19	9.5	1.17	Indeterminate	Coprolite
FUP-000217	Peirópolis	3.28	1.72	4.47	4.3	1.03	Indeterminate	Coprolite
FUP-000242	Peirópolis	2.34	1.51	2.61	2.1	1.24	Indeterminate	Coprolite
FUP-000263	Peirópolis	15.5	12.07	1295	751.5	1.72		Pseudocoprolite
FUP-000280	Peirópolis	6.5	4.44	82.2	55	1.49	Conical	Coprolite
FUP-000282	Peirópolis	6.06	4.35	19.6	25	0.78	Indeterminate	Coprolite
FUP-000322	Serra da Galga	4.68	4.56	32.11	26	1.23		Pseudocoprolite
FUP-000325	Serra da Galga	3.61	3.15	16.87	14	1.2	Indeterminate	Coprolite
FUP-000328	Serra da Galga	3.95	2.92	10.8	10	1.08	Indeterminate	Coprolite
FUP-000333	Serra da Galga	4.53	4.23	42.13	21	2		Pseudocoprolite

4.2. Resultados palinológicos

A copropalinologia pode ser uma importante ferramenta para interpretações bioestratigráficas e paleoecológicas (Vijaya and Singh 2009). Entretanto, a associação palinológica nos coprólitos avaliados neste estudo não se mostrou diversificada. Foram encontrados 34 palinomorfos em nove coprólitos (**Tab. 2**). Entre os componentes encontram-se alguns grãos de pólen de gimnospermas, esporos de fungos e matéria vegetal amorfa: cutículas ou fibras vegetais que não foram totalmente digeridas, além de dois tipos que não foram plenamente identificados, aparentemente pólen de angiospermas (**Fig. 6 e 7**). Adicionalmente, não foram encontrados esporos de pteridófitos. A taxonomia dos tipos polínicos e fungos é apresentada na sequência.

Tabela 2. Palinomorfos encontrados em coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

Number	Palynomorph types	FUP-000130	FUP-000144	FUP-000145	FUP-000159	FUP-000195	FUP-000209	FUP-000282	FUP-000325	FUP-000328
5001	<i>Kochia scoparia</i> (exotic pollen)	680	698	749	825	941	823	786	883	912
5002	<i>Equisetosporites</i> sp.1					2				
5003	<i>Cycadopites</i> sp.					1				
5005	<i>Equisetosporites</i> sp.2				1	1				
5006	Palynomorph 1 (<i>Afropollis</i> sp.?)		1	2						
5007	<i>Pluricellaesporites</i> sp.			4						
5008	<i>Classopollis</i> sp.1		2	2						
5010	<i>Podocarpidiites</i> sp.		1							
5011	<i>Equisetosporites</i> sp.3		1							
5012	Palynomorph 2 (Arecaceae?)							1		
5013	<i>Gnetaceapollenites</i> sp.						1			
5014	<i>Classopollis</i> sp.2	2								
5015	<i>Classopollis</i> sp.3	1							1	2
5016	Fungus unidentified	1		1						
5017	Fungus unidentified		1							
5018	Fungus unidentified		1							
5019	<i>Multicellites</i> sp.		1						1	
5020	<i>Quilonia</i> sp.								1	
5021	Fungus unidentified							1		

GRÃOS DE PÓLEN

Divisão POLLENITES Potonié, 1893

Classe VESICULATAE Iversen and Troels-Smith, 1950

Gênero *Podocarpidites* (Cookson, 1947) ex Couper, 1953 *emend.* Potonié, 1958

Espécie-tipo: *Podocarpidites ellipticus* Cookson, 1947

Tipo *Podocarpidites* sp.

Fig. 6A1-2

Número de registro: 5010

Amostra: FUP-000144

Dimensões: vista polar 62,5 µm e vista equatorial 40 µm (medidas incluem os sacos aéreos)

Aberturas: inaperturado

Forma/âmbito: esferoidal bissacado

Ornamentação: psilado no grão e intrarreticulado nos sacos aéreos

Descrição: Grão de pólen bissacado, de corpo ovalado em vista polar e equatorial, com exina espessa. Os sacos aéreos estão inseridos lateralmente, apresentando uma superfície intrarreticulada de forma irregular e malha fina.

Afinidade botânica: Família Podocarpaceae (Povilauskas 2012).

Ambiente: Atualmente são árvores de regiões temperadas (Joly 1993; Colinvaux *et al.* 1999; Lorenzi 2002; Nascimento 2013).

Classe POLYPLICATAE Erdtman, 1952

Gênero *Equisetosporites* Daugherty, 1941 *emend.* Singh, 1964

Espécie-tipo: *Equisetosporites chinleana* Daugherty, 1941

Tipo *Equisetosporites* sp.1

Fig. 6B

Número de registro: 5002

Amostra: FUP-000195

Dimensões: vista polar 25 µm e vista equatorial 37,5 µm

Aberturas: inaperturado

Forma/âmbito: perprolato

Ornamentação: estriado (poliplicado)

Descrição: Grãos de pólen poliplicados de formato elíptico. Exina com duas camadas, uma interna lisa e uma externa ornamentada com “costelas” longitudinais e paralelas, em número de três a quatro por face do grão. As “costelas” não chegam a atingir as extremidades dos grãos de pólen, fundindo-se no final.

Afinidade botânica: Família Ephedraceae (Nascimento 2013).

Ambiente: Tropical (Portela 2008; Nascimento 2013). Os representantes atuais e fósseis do gênero *Ephedra* podem ser pequenas árvores, arbustos ou subarbustos (Yang *et al.* 2005). São plantas de hábito xeromórfico (Portela *et al.* 2014), que faz o gênero *Ephedra* ser comum na forma de arbusto em ambientes desérticos (Simpson 2006).

Tipo *Equisetosporites* sp.2

Fig. 6C

Número de registro: 5005

Amostras: FUP-000159 e FUP-000195

Dimensões: vista polar 25 µm e vista equatorial 47,5 µm

Aberturas: inaperturado

Forma/âmbito: subprolato

Ornamentação: estriado (poliplicado)

Descrição: Grãos de pólen poliplicados de formato ovalado. Exina com duas camadas, uma interna lisa e uma externa ornamentada com “costelas” longitudinais e paralelas, separadas por

depressões finas, em número de 15 a 18 por face do grão. As “costelas” não chegam a atingir as extremidades dos grãos de pólen, fundindo-se no final.

Afinidade botânica: Família Ephedraceae (Nascimento 2013).

Ambiente: Tropical (Portela 2008; Nascimento 2013). Os representantes atuais e fósseis do gênero *Ephedra* podem ser pequenas árvores, arbustos ou subarbustos (Yang *et al.* 2005). São plantas de hábito xeromórfico (Portela *et al.* 2014), que faz o gênero *Ephedra* ser comum na forma de arbusto em ambientes desérticos (Simpson 2006).

Tipo *Equisetosporites* sp.3

Fig. 6D

Número de registro: 5011

Amostra: FUP-000144

Dimensões: vista polar 10 µm e vista equatorial 35 µm

Aberturas: inaperturado

Forma/âmbito: perprolato

Ornamentação: estriado (poliplicado)

Descrição: Grãos de pólen poliplicados de formato elipsoidal. Exina com duas camadas, uma interna lisa e uma externa ornamentada com “costelas” longitudinais e paralelas, separadas por depressões finas, com aproximadamente 10 por face do grão. As “costelas” não chegam a atingir as extremidades dos grãos de pólen, fundindo-se no final.

Afinidade botânica: Família Ephedraceae (Nascimento 2013).

Ambiente: Tropical (Portela 2008; Nascimento 2013). Os representantes atuais e fósseis do gênero *Ephedra* podem ser pequenas árvores, arbustos ou subarbustos (Yang *et al.* 2005). São plantas de hábito xeromórfico (Portela *et al.* 2014), que faz o gênero *Ephedra* ser comum na forma de arbusto em ambientes desérticos (Simpson 2006).

Gênero *Gnetaceapollenites* (Thiergart, 1938) Jansonius, 1963

Espécie-tipo: *Gnetaceapollenites ellipticus* Thiergart, 1938

Tipo *Gnetaceapollenites* sp.

Fig. 6E

Número de registro: 5013

Amostra: FUP-000209

Dimensões: vista polar 22,5 µm e vista equatorial 45 µm

Aberturas: inaperturado

Forma/âmbito: subprolato

Ornamentação: estriado (poliplicado)

Descrição: Grão de pólen de formato elipsoidal com cristas e sulcos convergindo para os polos.

As “costelas” e “canais” alcançam as extremidades do grão de pólen sem se fundirem.

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitshiaceae (Nascimento 2013). As três famílias fazem parte do grupo das Gnetales ou Gnetophyta, cujos gêneros vivos são *Ephedra*, *Gnetum* e *Welwitschia* (Simpson 2006).

Ambiente: Tropical (Portela 2008; Nascimento 2013).

Classe MONOCOLPATAE Iversen and Troels-Smith, 1950

Gênero *Cycadopites* (Wodehouse, 1935) Wilson and Webster, 1946 *emend.* Herbst, 1965

Espécie-tipo: *Cycadopites follicularis* Wilson and Webster, 1946

Tipo *Cycadopites* sp.

Fig. 6F

Número de registro: 5003

Amostra: FUP-000195

Dimensões: vista polar 20 µm e vista equatorial 32,5 µm

Aberturas: monocolpado

Forma/âmbito: subprolato

Ornamentação: reticulado

Descrição: Grão de pólen monocolpado de forma prolata e contorno equatorial elíptico. Exina grossa de ornamentação escabrada. Colpo ocupando todo o comprimento do grão, mais aberto nas extremidades que nas regiões próximas do centro.

Afinidade botânica: Cycadaceae (Portela 2008).

Ambiente: Tropical e subtropical (Portela 2008; Nascimento 2013).

Classe MONOPORATAE Iversen and Troels-Smith, 1950

Gênero *Classopollis* Pflug, 1953

Espécie-tipo: *Classopollis classoides* Pflug, 1953

Tipo *Classopollis* sp.1

Fig. 6G

Número de registro: 5008

Amostras: FUP-000144 e FUP000145

Dimensões: 25 µm

Aberturas: monoporado

Forma/âmbito: esferoidal

Ornamentação: rimulado

Descrição: Grãos de pólen rimulados de formato esférico em vista equatorial. Poro distal com formato circular, medindo entre 5 e 7 μm de diâmetro, no qual a exina é mais fina.

Afinidade botânica: Família Cheirolepidiaceae (Povilauskas 2012).

Ambiente: Tropical e subtropical (Portela 2008; Nascimento 2013), indicativo de clima árido a semiárido e quente (Duarte *et al.* 2012; Coelho *et al.* 2014). Porte arbustivo ou arbóreo (Guerra-Sommer and Pires 2011).

Tipo *Classopollis* sp.2

Fig. 6H

Número de registro: 5014

Amostra: FUP-000130

Dimensões: 27,5 μm

Aberturas: monoporado

Forma/âmbito: esferoidal

Ornamentação: rimulado

Descrição: Grãos de pólen rimulados de formato esférico em vista equatorial. Poro distal com formato circular e dificilmente observável, medindo aproximadamente 6 μm de diâmetro, no qual a exina é mais fina.

Afinidade botânica: Família Cheirolepidiaceae (Povilauskas 2012).

Ambiente: Tropical e subtropical (Portela 2008; Nascimento 2013), indicativo de clima árido a semiárido e quente (Duarte *et al.* 2012; Coelho *et al.* 2014). Porte arbustivo ou arbóreo (Guerra-Sommer and Pires 2011).

Tipo *Classopollis* sp.3

Fig. 6I

Número de registro: 5015

Amostras: FUP-000130, FUP-000325 e FUP-000328

Dimensões: 32 μm

Aberturas: monoporado

Forma/âmbito: esferoidal

Ornamentação: rimulado

Descrição: Grãos de pólen rimulados de formato ovoide em vista equatorial. Poro distal com formato circular, medindo entre 5 e 7 μm de diâmetro, no qual a exina é mais fina.

Afinidade botânica: Família Cheirolepidiaceae (Povilauskas 2012).

Ambiente: Tropical e subtropical (Portela 2008; Nascimento 2013), indicativo de clima árido a semiárido e quente (Duarte *et al.* 2012; Coelho *et al.* 2014). Porte arbustivo ou arbóreo (Guerra-Sommer and Pires 2011).

Incertae sedis

Palinomorfo 1 – Tipo *Afropollis*?

Fig. 6J

Número de registro: 5006

Amostras: FUP-000144 e FUP-000145

Dimensões: total de 25 μm com a escultura, célula central com aproximadamente 17,5 μm

Abertura: inaperturado

Ornamentação: reticulada

Forma/âmbito: esferoidal

Descrição: Pólen inaperturado de pequenas dimensões, consistindo em um corpo central esférico, de exina escura. É circundada por um tipo de perispório. Entretanto, esta estrutura não se assemelha ao perispório finamente reticulado do tipo *Afropollis*.

Afinidade botânica: Gunneraceae?, representada por plantas arbustivas (Portela 2008).

Ambiente: Família associada a ambiente tropical e subtropical (Nascimento 2013) e pode também indicar aumento de aridez e temperatura (Lima 1978).

Palinomorfo 2 – Tipo Arecaceae?

Fig. 6K

Número de registro: 5012

Amostra: FUP-000282

Dimensões: 30 μm

Abertura: inaperturado

Ornamentação: gemado

Forma/âmbito: esferoidal

Descrição: Pólen aparentemente inaperturado de formato esférico e exina com ornamentação gemada. Não foi encontrado nenhum palinomorfo semelhante a este nas referências consultadas. Entretanto, tipos polínicos de ornamentação gemada (além de equinada e clavada) de afinidade

com as arecáceas podem ocorrer no Cretáceo Superior em regiões da África e América do Sul (Friis *et al.* 2011).

Afinidade botânica: Arecaceae? (Friis *et al.* 2011).

ESPOROS DE FUNGOS

Reino FUNGI Whittaker, 1969

Divisão EUMYCOTA Whittaker, 1969

Gênero *Pluricellaesporites* Van der Hammen, 1954 *emend.* Elsik and Jansonius, 1974

Tipo *Pluricellaesporites* sp.

Fig. 6L

Número de registro: 5007

Amostra: FUP-000145

Dimensões: 50 µm de comprimento

Descrição: Esporo de formato cilíndrico, multicelado, multiseptado transversalmente e monoporado.

Gênero *Multicellites* Kalgutkar and Jansonius, 2000

Tipo *Multicellites* sp.

Fig. 6M

Número de registro: 5019

Amostras: FUP-000144 e FUP-000325

Dimensões: 42,5 µm de comprimento

Descrição: Esporo de formato cilíndrico, inaperturado, parede lisa e com quatro células. As duas células da extremidade são menores e de tamanho igual, enquanto as duas células centrais são maiores.

Gênero *Quilonia* Jain and Gupta, 1970 *emend.* Kalgutkar and Jansonius, 2000

Tipo *Quilonia* sp.

Fig. 6N

Número de registro: 5020

Amostra: FUP-000325

Dimensões: 57,5 µm de comprimento

Descrição: Esporo multicelado, piriforme e inaperturado com parede lisa. A extremidade proximal é arredondada e a distal afilada, sendo a última célula apresentando-se mais alongada que as demais.

Outros fungos

Fungo 1

Fig. 6O

Número de registro: 5016

Amostra: FUP-000130

Dimensões: 45 µm de comprimento

Fungo 2

Fig. 6P

Número de registro: 5017

Amostra: FUP-000144

Dimensões: 90 µm de comprimento

Fungo 3

Fig. 6Q

Número de registro: 5018

Amostra: FUP-000144

Dimensões: 60 µm de comprimento

Fungo 4

Fig. 6R

Número de registro: 5021

Amostra: FUP-000282

Dimensões: 90 µm de comprimento



Figura 6. Palinomorfos encontrados em coprólitos dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Grãos de pólen: A1-2) *Podocarpidites* sp., amostra FUP-000144 – lâmina C144/1; B) *Equisetosporites* sp.1, amostra FUP-000195 – lâmina C195/1; C) *Equisetosporites* sp.2, amostra FUP-000159 – lâmina C159/2; D) *Equisetosporites* sp.3, amostra FUP-000144 – lâmina C144/2; E) *Gnetaceapollenites* sp., amostra FUP-000209 – lâmina C209/1; F) *Cycadopites* sp., amostra FUP-000195 – lâmina C195/1; G) *Classopollis* sp.1, amostra FUP-000145 – lâmina C145/1; H) *Classopollis* sp.2, amostra FUP-000130 – lâmina C130/1; I) *Classopollis* sp.3, amostra FUP-000328 – lâmina C328/2; J) Palinomorfo 1 – *Afropollis*?, amostra FUP-000145 – lâmina C145/1; K) Palinomorfo 2 – *Arecaceae*?, amostra FUP-000282 – lâmina C282/1. Fungos: L) *Pluricellaesporites* sp., amostra FUP-000145 – lâmina C145/1; M) *Multicellites* sp., amostra FUP-000325 – lâmina C325/1; N) *Quilonia* sp., amostra FUP-000325 – lâmina C325/2; O) Fungo 1, amostra FUP-000130 – lâmina C130/1; P) Fungo 2, amostra FUP-000144 – lâmina C144/1; Q) Fungo 3, amostra FUP-000144 – lâmina C144/2; R) Fungo 4, amostra FUP-000282 – lâmina C282/2. Escala = 10 μ m.

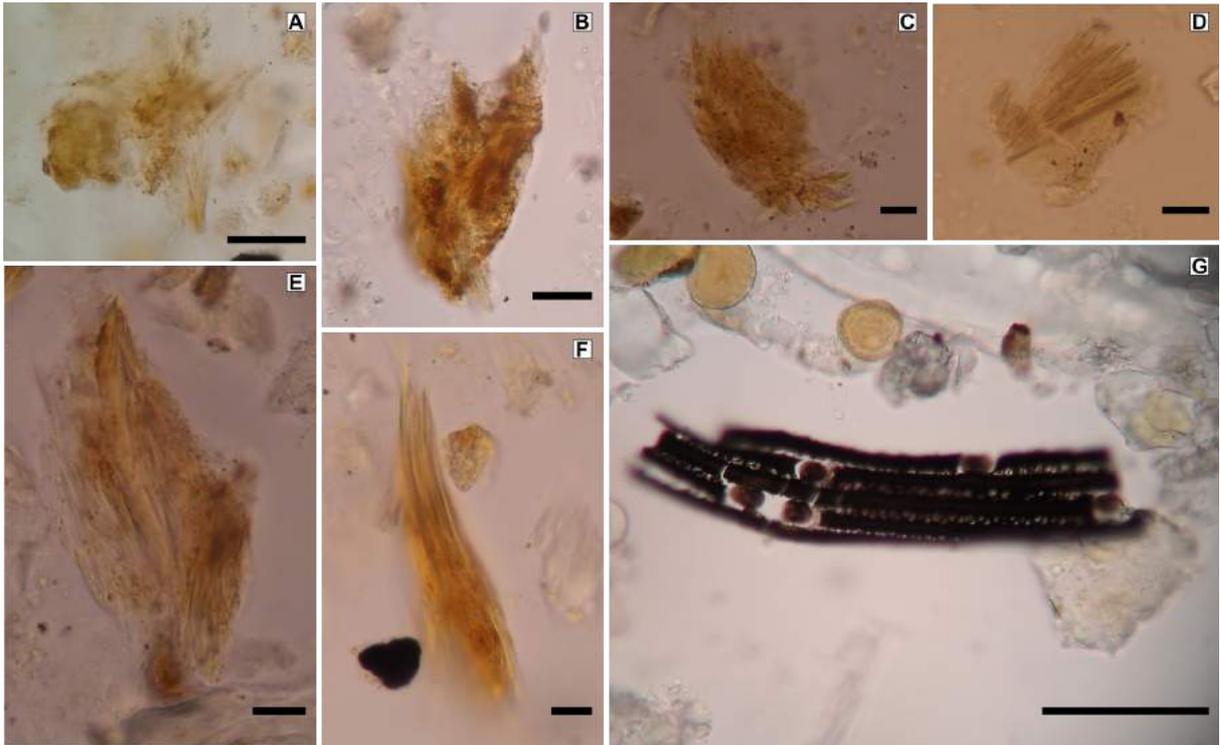


Figura 7. Prováveis fragmentos vegetais encontrados em coprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. A-F) Matéria vegetal não digerida nas amostras FUP-000134 – lâmina C134/2 (A), FUP-000144 – lâmina C144/1 (B), FUP-000145 – lâmina C145/2 (C), FUP-000156 – lâmina C156/2 (D), FUP-000217 – lâmina C217/1 (E) e FUP-000242 – lâmina C242/1 (F); G) Provável cutícula vegetal com estômatos da amostra FUP-000195 – lâmina C195/1. Escala = 100 μm .

Coprólitos de idade maastrichtiana da Formação Lameta, Índia, revelaram conteúdo palinológico composto por pteridófitos, angiospermas, gimnospermas, fungos, algas, diatomáceas e restos vegetais não digeridos (Samant and Mohabey 2014), incluindo tipos encontrados nos coprólitos de Peirópolis e Serra da Galga como os tipos polínicos *Podocarpidites* e *Cycadopites* e esporos de fungos dos tipos *Pluricellaesporites* e *Quilonia*. Restos de fungos já foram relatados em uma variedade de coprólitos, especialmente do Quaternário (Davis 2006). Adicionalmente, Samant and Mohabey (2014) também encontraram nos coprólitos cutículas com estômatos, muito semelhante às encontradas nos coprólitos deste estudo (**Fig. 7G**).

4.3. Avaliação paleoecológica e paleoambiental

Entre os coprólitos, 11 amostras apresentam morfologia indeterminada por estarem muito fragmentadas ou desgastadas por transporte. O único coprólito de morfologia cilíndrica analisado não apresentou indícios de palinomorfos ou restos vegetais. Este coprólito também apresenta calcita na sua constituição, que pode estar relacionado com a substituição do fosfato de cálcio (Souto 2003) ou ter sofrido efeito da fossilização. Este resultado sugere que o coprólito

em questão pode ter sido produzido por um animal de dieta carnívora. De fato, coprólitos cilíndricos do Grupo Bauru têm sido associados a animais carnívoros, como os crocodilomorfos (Souto 2003). Somente na região de Uberaba foram encontrados os crocodilomorfos *Itasuchus jesuinoi* (Price 1955), *Peirosaurus tormini* (Price 1955) e *Uberabasuchus terrificus* (Carvalho *et al.* 2004). Por outro lado, os demais coprólitos apresentam material silicático em sua composição. Neste estudo os morfotipos cônicos e dômicos revelaram presença de palinórfos e restos vegetais. Morfotipos ovóides, cônicos e dômicos podem ter sido produzidos por herbívoros ou onívoros (Souto 2003) de diversos grupos como anfíbios, quelônios, dinossauros, répteis, aves e mamíferos (Murie 1974; Halfpenny and Biesiot 1986; Souto 2003). Os resultados aqui encontrados também reforçam esta hipótese. A presença de sílica nos coprólitos pode estar relacionada com a substituição de material vegetal por este mineral. No Grupo Bauru, esta hipótese já havia sido levantada por outros autores (Souto 2003; Souto and Fernandes 2015).

Quanto ao conteúdo palinológico dos coprólitos, dos 34 palinórfos presentes foram encontrados 18 tipos polínicos de *Equisetosporites*, *Cycadopites*, *Classopollis*, *Podocarpidites* e *Gnetaceapollenites*, quatro não identificados (*incertae sedis*) e os 12 restantes são esporos de fungos. Nos dois coprólitos do afloramento da BR-050 (FUP-000325 e FUP-000328) foram observados apenas exemplares de *Classopollis*. Os resultados indicam baixa diversidade e concentração de palinórfos por centímetro cúbico de amostra (**Fig. 8**), que somado a inexistência de trabalhos de cunho palinológico na região impede a confecção de interpretações bioestratigráficas precisas, mas os tipos polínicos encontrados são condizentes com a idade campaniana/maastrichtiana. Por outro lado, a presença destes palinórfos revela importantes informações sobre a paleovegetação e o paleoclima da área durante a época em que os coprólitos foram produzidos.

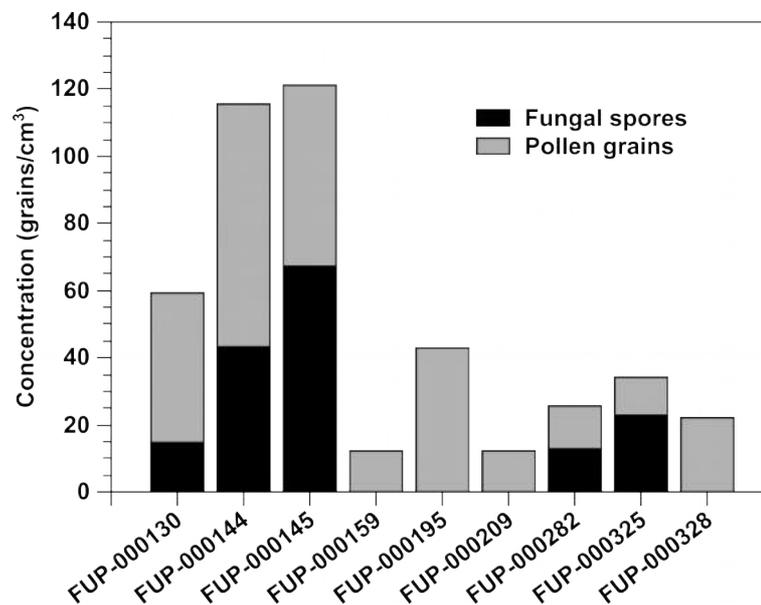


Figura 8. Concentração estimada de palinórfos presentes em um centímetro cúbico de amostra.

Resultados palinológicos de coprólitos humanos e animais têm sido utilizados para interpretações paleoambientais e composição da vegetação na época e local onde seus produtores viveram (Waldman and Hopkins 1970; Chaves and Renault-Miskovsky 1996; Carrión 2001; Carrión *et al.* 2001; Chaves 2001; Vijaya and Singh 2009). Entretanto, esses resultados devem ser interpretados com parcimônia pois representam um conteúdo ingerido e não deve representar a totalidade do ambiente. Na região dos sítios Peirópolis e Serra da Galga, os dados indicam que o paleoclima denota condições semiáridas a áridas (Fernandes and Coimbra 2000; Carvalho 2001; Fernandes 2004). De fato, a ocorrência dos tipos polínicos *Classopollis*, *Equisetosporites* e *Gnetaceapollenites* sugerem a presença de um clima árido e quente (Lima *et al.* 1986; Castro *et al.* 2002; Duarte *et al.* 2012; Coelho *et al.* 2014; Portela *et al.* 2014; Arai *et al.* 2015). Apesar da baixa concentração polínica, os resultados sugerem um conjunto onde predominaram as plantas arbustivas (gnetófitas), com presença de elementos arbóreos (coníferas) e cicadáceas resistentes a condições mais áridas. Esta interpretação é reforçada pela completa ausência de esporos pteridófitos, que poderiam indicar maior umidade (Duarte *et al.* 2012), associado ao fato que alguns dos elementos vegetais encontrados apresentam hábito xeromórfico (Portela *et al.* 2014).

Na Formação São Carlos, o aumento do pólen de angiospermas em alguns níveis foi interpretado como redução das condições de aridez (Lima *et al.* 1986; Castro *et al.* 2002). Estes tipos polínicos foram muito pouco representados nos coprólitos de Peirópolis e Serra da Galga. Aparentemente, o registro palinológico sugere que o paleoclima da região, durante a época de produção dos coprólitos, parece ter sido mais seco e árido que as condições encontradas nos níveis da Formação São Carlos. Por outro lado, a presença do tipo *Podocarpidites* (Podocarpaceae), que em princípio pode indicar condições não tropicais, deve ser interpretado com parcimônia. É possível que seja uma planta adaptada ao déficit hídrico na região. Cabe destacar também que a estrutura bissacada deste palinomorfo permite que seja transportado por grandes distâncias (Salgado-Labouriau 1973, 1994) e poderia ser originário de regiões mais altas (Lima *et al.* 1986), já que o coprólito onde este palinomorfo foi encontrado (FUP-000144) estava depositado em leque aluvial.

Quanto à presença dos esporos de fungos nos coprólitos, é possível que sejam resultantes de emboloramento das próprias fezes, assim que foram produzidas e ficaram em exposição. Ou até mesmo ingeridos junto com o alimento. A presença de um tipo de fungo micorriza (*Glomus*) em coprólitos da Formação Lameta, Índia foi interpretada como contaminação após ter sido excretado no solo (Sharma *et al.* 2005). Por outro lado, neste mesmo trabalho (Sharma *et al.* 2005) a presença de fungos de plantas foi utilizada para inferir uma dieta herbívora, provavelmente do saurópode *Isisaurus* (*Titanosaurus*). Um estudo interessante (Chin 2007) demonstra que coprólitos

do dinossauro ornitísquio *Maiasaura* da Formação Two Medicine, Montana apresentam indícios do consumo de madeira degradada por fungos, comportamento que pode ter ocorrido em momentos de baixa oferta de alimento.

Em campo, nossa análise sedimentológica do afloramento em Peirópolis mostra que os coprólitos estão contidos essencialmente em arenitos conglomeráticos, com estratificação cruzada tabular a acanalada e com seixos dispostos de forma caótica na matriz, indicando que se trata de depósitos de leques aluviais. Por outro lado, no sítio Serra da Galga os níveis que contêm coprólitos apresentam seixos dispostos horizontalmente, indicando deposição fluvial. Adicionalmente, diversos coprólitos apresentam seixos ou moldes destes, o que ilustra um contexto deposicional diferente do observado nos afloramentos. Isso demonstra que, provavelmente, os coprólitos foram produzidos em local com presença de seixos e passaram por um longo período de seca. Souto (2003) relaciona as rachaduras de ressecamento nos coprólitos com condições de elevada temperatura e baixa umidade. De fato, quando não estão muito desgastados por transporte os coprólitos aqui estudados podem apresentar grandes rachaduras de ressecamento. É provável que, após um longo período de seca, repentinas inundações transportaram os coprólitos até a área fonte nos afloramentos.

5. Conclusão

Na região dos sítios Peirópolis e Serra da Galga ocorrem coprólitos em relativa abundância, junto a nódulos inorgânicos carbonáticos (pseudocoprólitos). Isso demonstra a variedade de organismos que habitaram os paleoambientes em questão. A metodologia empregada na preparação palinológica dos coprólitos foi positiva e apresentou os primeiros registros polínicos da Formação Marília. Entretanto, a associação palinológica encontrada nos coprólitos não se mostrou muito diversificada, ocorrendo também em baixas concentrações. Devido à baixa diversidade, associado à ausência de dados palinológicos, não foi possível realizar qualquer inferência bioestratigráfica. De toda forma, os palinomorfos encontrados são condizentes com a idade campaniana/maastrichtiana classicamente reportada para o Membro Serra da Galga na literatura. O conjunto polínico encontrado sugere a presença de um clima árido e quente, resultado que condiz com dados sedimentológicos. Os palinomorfos indicam a presença de plantas arbustivas e arbóreas, representadas por gnetófitas, coníferas e cicadáceas. Entretanto, o conjunto polínico dos coprólitos deve ser mais específico, representando apenas parte do conjunto vegetacional. A presença do tipo *Podocarpidites* entre os tipos polínicos pode

não ter relação apenas com a capacidade de dispersão destes palinomorfos, mas pode também representar uma adaptação as condições ambientais da região. A presença de palinomorfos e restos vegetais em parte das amostras analisadas sugerem que os vertebrados produtores desses coprólitos eram herbívoros e, com base no tamanho desses coprólitos e o registro fóssil desses afloramentos, infere-se que esse material tenha sido produzido por dinossauros saurópodes, no caso, titanossauros. Pela primeira vez, registra-se a presença de fungos no Grupo Bauru. A presença de fungos associados aos coprólitos pode estar relacionada com o processo de decomposição e ressecamento desses coprólitos.

Agradecimentos: os autores agradecem a Luiz Carlos Borges Ribeiro (Museu dos Dinossauros/CPP L. I. Price) por todo apoio durante o desenvolvimento do trabalho. Agradecemos também ao Laboratório de Difração de Raios-X do Instituto de Geociências da UnB, pela análise das amostras e ao Laboratório de Paleocologia da PUC-GO, onde as amostras palinológicas foram processadas e analisadas.

6. Referências

- AMSTUTZ, G. C. 1958. Coprolites: a review of the literature and a study of specimens from Southern Washington. *Journal of Sedimentary Petrology*, **28**, 498-508.
- APAALSE, L. A. and ATTA-PETERS, D. 2013. Cretaceous-Palaeogene Palynology of the Keta-1 Well Offshore Keta Basin, Southeastern Ghana. *World Applied Sciences Journal*, **23**, 1576-1583.
- ARAI, M., DIAS-BRITO, D., CASTRO, J. C. and ASSINE, M. L. 2015. Palinologia da Formação São Carlos (Grupo Bauru, Cretáceo Superior): implicações cronoestratigráficas e paleoambientais. *8th Simpósio do Cretáceo do Brasil, Campos do Jordão*, p. 1.
- ARAI, M. and DUARTE, S. G. 2010. Tricomias fósseis como nova categoria de palinomorfos *lato sensu*: sua classificação preliminar e aplicabilidade na Bioestratigrafia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **5**, 175-188.
- ARAUJO, M. N., FERREIRA, E. P., CARVALHO, I. S. and CARVALHO, M. A. 2011. Análise sedimentar e palinológica em afloramento da Formação Peria, Bacia de São Luís (Brasil). 81-92. In CARVALHO, I. S., SRIVASTAVA, N. K., STROHSCHOEN, JR., O. and LANA, C. C. (eds). *Paleontologia: cenários de vida*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, v. 3, 476 pp.

- ARCHANGELSKY, A. and LLORENS, M. 2009. Palinología de la Formación Kachaiké, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. Granos de polen de Gimnospermas. *Ameghiniana*, **46**, 225-234.
- ATTA-PETERS, D. and SALAMI, M. B. 2006. Aptian-Maastrichtian palynomorphs from the offshore Tano Basin, western Ghana. *Journal of African Earth Sciences*, **46**, 379-394.
- ATTA-PETERS, D., AGAMA, C. I., ASIEDU, D. K. and APESEGAH, E. 2013. Palynology, palynofacies and palaeoenvironments of sedimentary organic matter from Bonyere – 1 Well, Tano basin, western Ghana. *International Letters of Natural Sciences*, **5**, 27-45.
- BARBERI, M. 2001. Mudanças paleoambientais na região dos cerrados do Planalto Central durante o Quaternário Tardio: o estudo da lagoa Bonita, DF. PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 210 pp.
- BON, C., BERTHONAUD, V., MAKSUD, F., LABADIE, K., POULAIN, J., ARTIGUENAVE, F., WINCKER, P., AURY, J. M. AND ELALOUF, J. M. 2012. Coprolites as a source of information on the genome and diet of the cave hyena. *Proceedings of the Royal Society B*, **279**, 2825-2830.
- BRYANT, V. M. 2003. Invisible clues to New World plant domestication. *Science*, **299**, 1029-1030.
- CARRIÓN, J. S., GIL, G., RODRÍGUEZ, E., FUENTES, N., GARCÍA-ANTÓN, M. and ARRIBAS, A. 2005. Palynology of badger coprolites from central Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **226**, 259-271.
- CARRIÓN, J. S., RIQUELME, J. A., NAVARRO, C. and MUNUERA, M. 2001. Pollen in hyena coprolites reflects Late Glacial landscape in southern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **176**, 193-205.
- CARVALHO, I. S. 2001. A bacia Bauru. 167-177. In BRITO I. M. (ed). *Geologia histórica*. Edufu, Uberlândia, 413 pp.
- CARVALHO, I. S., RIBEIRO, L. C. B. and AVILLA, L. S. 2004. *Uberabasuchus terrificus* sp. nov., a new Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. *Gondwana Research*, **7**, 975-1002.
- CASTRO, J. C., DIAS-BRITO, D., ARAI, M., RODRIGUES, R. and MUSACCHIO, E. A. 2002. Formação São Carlos: uma nova unidade para o Grupo Bauru (Cretáceo continental do Brasil). *6th Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil / 2nd Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, São Pedro*, pp. 351-357.

- CHAVES, S. A. M. 2000. New paleovegetational and paleoethnobotanical perspectives on Brazil's Central Plateau: a palynological proposal. *Revista da Universidade de Guarulhos (Geociências V)*, Special Issue, 164 -167.
- CHAVES, S. A. M. 2001. Análise palinológica de coprólitos pré-históricos holocênicos coletados na Toca do Boqueirão do sítio da Pedra Furada. Contribuições paleoetnológicas, paleoclimáticas e paleoambientais para a região sudeste do Piauí, Brasil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, **10**, 103-120.
- CHAVES, S. A. M. and REINHARD, K. J. 2006. Critical Analysis of Coprolite Evidence of Medicinal Plant Use, Piauí, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **237**, 110-118.
- CHAVES, S. A. M. and RENAULT-MISKOVSKY, J. 1996. Paléoethnologie, paléoenvironnement et paléoclimatologie au Piauí, Brésil: apport de l'étude pollinique de coprolithes humains recueillis dans le gisement préhistorique Pléistocène de "Pedra Furada". *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **322**, 1053-1060.
- CHIAGHANAM, O. I., IKEGWONU, O. N., CHIADIKOBI, K. C., NWOZOR, K. K., OFOMA, A. E. and OMOBORIOWO, A. O. 2012. Sequence Stratigraphy and Palynological Analysis of late Campanian to Maastrichtian Sediments in the Upper-Cretaceous, Anambra Basin. A Case Study of Okigwe and its Environs, South-Eastern, Nigeria. *Advances in Applied Science Research*, **3**, 962-979.
- CHIN, K. 2002. Analyses of coprolites produced by carnivorous vertebrates. *Paleontological Society Press*, **8**, 43-50.
- CHIN, K. 2007. The paleobiological implications of herbivorous dinosaur coprolites from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana: why eat wood? *Palaios*, **22**, 554-566.
- CHIN, K., HARTMAN, J. H. and ROTH, B. 2009. Opportunistic exploitation of dinosaur dung: fossil snails in coprolites from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana. *Lethaia*, **42**, 185-198.
- COELHO, A. C. M. Q., ANTONIOLI, L., DINO, R. and PORTELA, H. A. 2014. Avaliação do potencial gerador de petróleo da seção Aptiana-Albiana da Bacia de Sergipe, integrando análises palinofaciológicas e dados de geoquímica orgânica. *Brazilian Journal of Geology*, **44**, 579-595.
- COIMBRA, J. C., ARAI, M. and CARREÑO, A. L. 2002. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Geobios*, **35**, 687-698.

- COLINVAUX, P. A., DE OLIVEIRA, P. E. and PATINO, E. M. 1999. *Amazon pollen manual and atlas / Manual e atlas palinológico da Amazônia*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 332 pp.
- DAVIS, O. K. (ed). 2006. Advances in the interpretation of pollen and spores in coprolites. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **237**, 1-118.
- DIAS-BRITO, D., MUSACCHIO, E. A., CASTRO, J. C., MARANHÃO, M. S. A. S., SUÁREZ, J. M. and RODRIGUES, R. 2001. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue de Paléobiologie*, **20**, 245-304.
- DUARTE, S. G., ARAI, M. and WANDERLEY, M. D. 2012. Significado paleoambiental da família Anemiaceae no Cretáceo do Brasil: inferências a partir de dados palinológicos. *Revista do Instituto Geológico*, **33**, 1-12.
- EISAWI, A. A. M., IBRAHIM, A. B., RAHIM, O. B. A. and SCHRANK, E. 2012. Palynozonation of the Cretaceous to Lower Paleogene strata of the Muglad Basin, Sudan. *Palynology*, **36**, 191-207.
- EISAWI, A. and SCHRANK, E. 2008. Upper Cretaceous to Neogene palynology of the Melut Basin, Southeast Sudan. *Palynology*, **32**, 101-129.
- ERIKSSON, M. E., LINDGREN, J., CHIN, K. and MÅNSBY, U. 2011. Coprolite morphotypes from the Upper Cretaceous of Sweden: novel views on an ancient ecosystem and implications for coprolite taphonomy. *Lethaia*, **44**, 455-468.
- FAEGRI, K. and IVERSEN, P. 1950. *Text-book of modern pollen analysis*. Ejnar Munksgaard, Copenhagen, 168 pp.
- FERNANDES, L. A. 1998. Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 216 pp.
- FERNANDES, L. A. 2004. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências*, **55**, 53-66.
- FERNANDES, L. A. 2010. Calcretes e registros de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). *Revista Brasileira de Geociências*, **40**, 19-35.
- FERNANDES, L. A. and COIMBRA, A. M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **68**, 195-205.
- FERREIRA, E. P., CARVALHO, M. A. and VIVIERS, M. C. Palinologia (fungos) da Formação Calumbi, Paleoceno da Bacia de Sergipe, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, **63**, 395-410.

- FERREIRA, N. N., FERREIRA, E. P. and CARVALHO, I. S. 2013. Registro de Cutículas com Estômatos em Associação Palinológica da Formação Itapecuru (Albiano), Bacia do Parnaíba, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, **36**, 16-24.
- FERREIRA, N. N., FERREIRA, E. P., CARVALHO, I. S. and CARVALHO, M. A. 2011. Análise sedimentológica e palinológica dos depósitos do Afloramento Querru, Formação Itapecuru, Bacia do Parnaíba. 93-103. In CARVALHO, I. S., SRIVASTAVA, N. K., STROHSCHOEN, JR., O. and LANA, C. C. (eds). *Paleontologia: cenários de vida*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, v. 3, 476 pp.
- FRANCISCHINI, H., PAES-NETO, V. D., MARTINELLI, A. G., PEREIRA, V. P., MARINHO, T. S., TEIXEIRA, V. P. A., FERRAZ, M. L. F., SOARES, M. B. and SCHULTZ, C. L. 2016. Invertebrate traces in pseudo-coprolites from the Upper Cretaceous Marília Formation (Bauru Group), Minas Gerais State, Brazil. *Cretaceous Research*, **57**, 29-39.
- FRANCISCHINI, H., PAES-NETO, V. D., MARTINELLI, A. G., SOARES, M. B., SCHULTZ, C. L., MARINHO, T. S., FERRAZ, M. L. F. and TEIXEIRA, V. P. A. 2014. Invertebrate trace fossils on vertebrate coprolites from the Upper Cretaceous Marília Formation (Bauru Group) of Uberaba (Minas Gerais State, Brazil). *4th International Palaeontological Congress, Mendoza*, pp. 239.
- FRIEDMAN, V. 2012. Vertebrate coprolites from the lower Eagle Ford Group of north central Texas and their paleoecological significance. *New Mexico Museum of Natural History*, **57**, 221-228.
- FRIIS, E. M., CRANE, P. R. and PEDERSEN, K. R. *Early Flowers and Angiosperm Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, 596 pp.
- GHILARDI, R. P., D'ÁGOSTA, F. C. P., ALVES, K. and CAMPOS, A. C. A. 2011. Tafonomia de moluscos fósseis do Grupo Bauru (Cretáceo Superior, Bacia Bauru), na região do município de Monte Alto, São Paulo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **6**, 197-206.
- GOBBO-RODRIGUES, S. R. 2002. Caulóides de Charophyta maastrichtianos na Formação Marília (Grupo Bauru) na região de Uberaba (MG), Brasil. *6th Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil / 2nd Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, São Pedro*, pp. 395-399.
- GODFREY, S. J. and SMITH, J. B. 2010. Shark-bitten vertebrate coprolites from the Miocene of Maryland. *Naturwissenschaften*, **97**, 461-467.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., MONTES, L. and UTRILLA, P. 2003. Pollen in hyena coprolites from Gabasa Cave (northern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **126**, 7-15.

- GUERRA-SOMMER, M. and PIRES, E. F. 2011. Gymnosperms. 271-331. In CARVALHO, I. S. (ed). *Paleontologia: paleovertebrados, paleobotânica*. 3rd edn. Editora Interciência, Rio de Janeiro, v. 3, 429 pp.
- HALFPENNY, J. C. and BIESIOT, E. A. 1986. *A field guide to mammal tracking in North America*. 2nd edn. Johnson Books, Boulder, 161 pp.
- HÄNTZSCHEL, W., EL-BAZ, F. and AMSTUTZ, G. C. 1968. Coprolites: an annotated bibliography. *Memoir Geological Society of America*, **108**, 1-132.
- HUNT, A. P., CHIN, K. and LOCKLEY, M. G. 1994. The palaeobiology of vertebrate coprolites. 221-240. In DONOVAN, S. K. (ed). *The palaeobiology of trace fossils*. John Hopkins University Press, Baltimore, 308 pp.
- JEPSEN, G. L. 1963. Eocene vertebrates coprolites and plants in the Golden Valley Formation of Western North Dakota. *Bulletin of Geological Society America*, **74**, 673-684.
- JOLY, A. B. 1993. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. 11th edn. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 777 pp.
- KOTOVA, I. Z. 1978. Spores and Pollen from Cretaceous Deposits of the Eastern North Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 41, Sites 367 and 370. 841-881. In LANCELOT, Y., SEIBOLD, E., DEAN, W. E., JANSÁ, L. F., EREMEEV, V., GARDNER, J., CEPEK, P., KRASHENINNIKOV, V. A., PFLAUMANN, U., JOHNSON, D., RANKIN, J. G. and TRABANT, P. (eds). *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. U. S. Government Printing Office, Washington, v. 41, 1259 pp.
- LIMA, M. R. 1978. Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil). PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 334 pp.
- LIMA, M. R. 1982. Palinologia da Formação Codó na região de Codó, Maranhão. *Boletim do Instituto de Geociências*, **13**, 116-128.
- LIMA, M. R., MEZZALIRA, S., DINO, R. and SAAD, A. R. 1986. Descoberta de microflora em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo do Estado de São Paulo. *Revista IG*, **7**, 5-9.
- LORENZI, H. 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 4th edn. Plantarum, Nova Odessa, v. 1, 368 pp.
- MASURE, E., RAUSCHER, R., DEJAX, J., SCHULER, M. and FERRÉ, B. 1998. Cretaceous-Paleocene palynology from the Côte D'Ivoire-Ghana transform margin, sites 959, 960, 961, and 962. 253-276. In MASCLE, J., LOHMANN, G. P. and MOULLADE, M. (eds). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. Ocean Drilling Program / Texas A&M University, College Station, v. 159, 613 pp.

- MCLACHLAN, I. R. and PIETERSE, E. 1978. Preliminary Palynological Results: Site 361, Leg 40, Deep Sea Drilling Project. 857-881. In BOLLI, H. M., RYAN, W. B. F., MCKNIGHT, B. K., KAGAMI, H., MELGUEN, M., SIESSER, W. G., NATLAND, J. H., LONGORIA, J. F., DECIMA, F. P., FORESMAN, J. B. and HOTTMAN, W. E. (eds). *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. U. S. Government Printing Office, Washington, v. 40, 1079 pp.
- MILANI, E. J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 255 pp.
- MILANI, E. J., FRANÇA, A. B. and Schneider, R. L. 1994. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **8**, 69-82.
- MILANI, E. J., MELO, J. H. G., SOUZA, P. A., FERNANDES, L. A. and FRANÇA, A. B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**, 265-287.
- MORGAN, R. 1978. Albian to Senonian Palynology of Site 364, Angola Basin. 915-951. In BOLLI, H. M., RYAN, W. B. F., MCKNIGHT, B. K., KAGAMI, H., MELGUEN, M., SIESSER, W. G., NATLAND, J. H., LONGORIA, J. F., DECIMA, F. P., FORESMAN, J. B. and HOTTMAN, W. E. (eds). *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. U. S. Government Printing Office, Washington, v. 40, 1079 pp.
- MURIE, O. J. 1974. *A field guide to animal tracks*. 2nd edn. Houghton Mifflin, Boston, 374 pp.
- NARVÁEZ, P. L., PRÁMPARO, M. B. and SABINO, I. F. 2014. First palynologic record of the Cretaceous la Yesera Formation (Salta Group), Northwestern Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **17**, 141-156.
- NASCIMENTO, L. R. S. L. 2013. Palinoestratigrafia e paleoecologia da sequência lacustre do Cretáceo Inferior, em Serra Negra-PE, Bacia Sedimentar do Jatobá, NE do Brasil. PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 146 pp.
- OLIVEIRA, F. A., CAPUZZO, J. P., BARBERI, M., HOVIKOSKI, J. and RÄSÄNEN, M. 2007. Caracterização da vegetação do Distrito de Madre de Dios (Amazônia Peruana) durante o Mioceno Superior com base em análise palinológica e paleoecológica. *8th Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu*, pp. 1-2. Published in: www.sbe-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/671.pdf.
- OLIVEIRA, M. A. 2011. Análise palinológica, bioestratigráfica e paleoambiental dos sedimentos maastrichtianos/paleocenos da Bacia da Paraíba. MS Dissertation, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 121 pp.

- OLOTO, I. N. and YIKAREBOGHA, Y. 2013. High Resolution Palynological Studies Of Upper Cretaceous Succession Of Mushe-1 Well, Central Chad Basin, Nigeria. *International Journal of Scientific & Technology Research*, **2**, 204-211.
- OLOTO, I. N., YIKAREBOGHA, Y. and OMOBORIOWO, A. O. 2013. Palynological studies of Upper Cretaceous succession of Herwa-1 Well, Central Chad Basin, Nigeria. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, **2**, 880-889.
- OTTONE, E. G. 2009. La flora Cretácica de Cuenca Neuquina, su significado paleoambiental y paleoclimático. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **65**, 373-386.
- OWOCKI, K., NIEDŹWIEDZKI, G., SENNIKOV, A. G., GOLUBEV, V. K., JANISZEWSKA, K. and SULEJ, T. 2012. Upper Permian vertebrate coprolites from Vyazniki and Gorokhovets, Vятkian regional stage, Russian Plataform. *Palaios*, **27**, 867-877.
- POINAR, JR., G. and BOUCOT, A. J. 2006. Evidence of intestinal parasites of dinosaurs. *Parasitology*, **133**, 245-249.
- PORTELA, H. A. 2008. Estudo palinológico e palinofaciológico da Formação Santana, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. MS Dissertation, Programa de Pós-graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 133 pp.
- PORTELA, H. A., ANTONIOLI, L., DINO, R. and GARCIA, M. J. 2014. Caracterização palinoflorística e paleoambiental da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Poço 4-BO-1-PE, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **17**, 363-372.
- POVILAUŠKAS, L. 2012. Palinología de la Formación Monte Chico (Cretácico Tardío) de la Provincia de Santa Cruz, Argentina: gimnospermas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15**, 85-94.
- POVILAUŠKAS, L. 2013. Palinología de angiospermas de la Formación Monte Chico (Cretácico Superior) de la Provincia De Santa Cruz, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **16**, 115-126.
- PREMAOR, E., SOUZA, P. A., ARAI, M. and HELENES, J. 2010. Palinomorfos do Campaniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas e paleoambientais. *Pesquisas em Geociências*, **37**, 63-79.
- PRICE, L. I. 1955. Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru, Cretáceo do Estado de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **27**, 487-498.
- REGALI, M. S. P., UESUGUI, N and SANTOS, A. S. 1974a. Palinologia dos sedimentos mesozóicos do Brasil (I). *Boletim Técnico da Petrobras*, **17**, 177-191.
- REGALI, M. S. P., UESUGUI, N and SANTOS, A. S. 1974b. Palinologia dos sedimentos mesozóicos do Brasil (II). *Boletim Técnico da Petrobras*, **17**, 263-301.

- RIBEIRO, L. C. B. 2014. Geoparque Uberaba – terra dos dinossauros do Brasil. PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 123 pp.
- RIBEIRO, L. C. B. and CARVALHO, I. S. 2009. Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, MG. 389-402. In WINGE, M., SCHOBENHAUS, C., SOUZA, C. R. G., FERNANDES, A. C. S., QUEIROZ, E. T., BERBERT-BORN, M. and CAMPOS, D. A. (eds). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. CPRM, Brasília, v. 2, 515 pp.
- RIBEIRO, L. C. B., CARVALHO, I. S. and NETO, F. M. 2015. Geopark Uberaba: Relevance of the Geological Heritage. *Geoheritage*, **7**, 261-273.
- RIBEIRO, L. C. B., TREVISOL, A., CARVALHO, I. S., NETO, F. M., MARTINS, L. A. and TEIXEIRA, V. P. A. 2012. Geoparque Uberaba – terra dos dinossauros do Brasil (MG). 583-616. In SCHOBENHAUS, C. and SILVA, C. R. (orgs). *Geoparques do Brasil – propostas*. CPRM, Rio de Janeiro, v. 1, 748 pp.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. 1973. *Contribuição a palinologia dos cerrados*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 291 pp.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. 1994. *História ecológica da Terra*. 2nd edn. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 307 pp.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. and RULL, V. 1986. A method of introducing exotic pollen for palaeoecological analysis of sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **47**, 97-103.
- SALGADO, L. and CARVALHO, I. S. 2008. *Uberabatitan ribeiroi*, a new titanosaur from the Marília Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brazil. *Palaeontology*, **51**, 881-901.
- SAMANT, B. and MOHABEY, D. M. 2014. Deccan volcanic eruptions and their impact on flora: Palynological evidence. *Geological Society of America Special Papers*, **505**, published online. <http://specialpapers.gsapubs.org/>.
- SANTUCCI, R. M. and BERTINI, R. J. 2001. Distribuição paleogeográfica e biocronológica dos titanossauros (Saurischia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, **31**, 307-314.
- SCOTT, L. 1987. Pollen analysis of hyena coprolites and sediments from Equus Cave, Taung, southern Kalahari (South Africa). *Quaternary Research*, **28**, 144-156.
- SCOTT, L., FERNANDÉZ-JALVO, Y., CARRIÓN, J. and BRINK, J. 2003. Preservation and interpretation of pollen in hyaena coprolites: taphonomic observations from Spain and southern Africa. *Palaeontologia Africana*, **39**, 83-91.

- SHARMA, N., KAR, R. K., AGARWAL, A. and KAR, R. 2005. Fungi in dinosaurian (*Isisaurus*) coprolites from the Lameta Formation (Maastrichtian) and its reflection on food habit and environment. *Micropaleontology*, **51**, 73-82.
- SIMPSON, M. G. 2006. *Plant systematics*. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 590 pp.
- SOUTO, P. R. F. 2003. Coprólitos do Cretáceo do Brasil. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 237 pp.
- SOUTO, P. R. F. and FERNANDES, M. A. 2015. Fossilized excreta associated to dinosaurs in Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **57**, 32-38.
- SOUZA, P. A., MATZEMBACHER, L. T., ABELHA, M. and BORGHI, L. 2010. Palinologia da Formação Piauí, Pensilvaniano da Bacia do Parnaíba: biocronoestratigrafia de intervalo selecionado do poço 1-UN-09-PI (Caxias, MA, Brasil). *Revista Brasileira de Paleontologia*, **13**, 57-66.
- STOCKMARR, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, **13**, 615-621.
- THULBORN, R. A. 1991. Morphology, preservation and palaeobiological significance of dinosaur coprolites. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **83**, 341-366.
- TRAVERSE, A. *Paleopalynology*. 2nd edn. Springer, Dordrecht, 813 pp.
- VAJDA-SANTIVANEZ, V. 1999. Miospores from Upper Cretaceous-Paleocene Strata in Northwestern Bolivia. *Palynology*, **23**, 181-196.
- VALLATI, P. 2010. Asociaciones palinológicas con angiospermas en el Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **13**, 143-158.
- VALLATI, P. 2013. Paleotropical pollen grains from the Neuquén Group, Patagonia, Argentina. *Carnets de Géologie*, **2013/05**, 273-279.
- VAN DER HAMMEN, T. and WIJMSTRA, T. A. 1964. A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. *Leidse Geologische Mededelingen*, **30**, 183-241.
- VASCONCELLOS, F. M. and CARVALHO, I. S. 2006. Condicionante etológico na tafonomia de *Uberabasuchus terrificus* (Crocodyliformes, Peirosauridae) da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Geociências*, **25**, 225-230.
- VASILIEF, I. 2011. QtiPlot - Data Analysis and Scientific Visualisation. Version 0.9.8.9 svn 2288 copyright © 2004-2011. www.qtiplot.com.
- VIJAYA, PRASAD, G. V. R. and SINGH, K. 2009. Late Triassic palynoflora from the Pranhita-Godavari Valley, India: evidence from vertebrate coprolites. *Alcheringa*, **33**, 91-111.

- WALDMAN, M. and HOPKINS, JR., W. S. 1970. Coprolites from the Upper Cretaceous of Alberta, Canada, with a description of their microflora. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **7**, 1295-1303.
- WOOD, J. R., WILMSHURST, J. M., WORTHY, T. H., HOLZAPFEL, A. S. and COOPER, A. A Lost Link between a Flightless Parrot and a Parasitic Plant and the Potential Role of Coprolites in Conservation Paleobiology. *Conservation Biology*, **26**, 1091-1099.
- YANG, Y., GENG, B. Y., DILCHER, D. L., CHEN, Z. D. and LOTT, T. A. 2005. Morphology and affinities of an Early Cretaceous *Ephedra* (Ephedraceae) from China. *American Journal of Botany*, **92**, 231-241.
- YBERT, J. P., SALGADO-LABOURIAU, M. L., BARTH, O. M., LORSCHREITTER, M. L., BARROS, M. A., CHAVES, S. A. M., LUZ, C. F. P., RIBEIRO, M., SCHEEL, R. and VICENTINI, K. F. 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. *Revista IG*, **13**, 47-49.
- YLL, R., CARRIÓN, J. S., MARRA, A. C. and BONFIGLIO, L. 2006. Vegetation reconstruction on the basis of pollen in Late Pleistocene hyena coprolites from San Teodoro Cave (Sicily, Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **237**, 32-39.

Capítulo 4

Conclusões

Na região dos sítios Peirópolis e Serra da Galga ocorrem coprólitos em relativa abundância. Entretanto, nódulos inorgânicos carbonáticos (pseudocoprólitos) também são encontrados nos mesmos níveis estratigráficos. Coprólitos e pseudocoprólitos puderam ser diferenciados com algumas técnicas empregadas, sobretudo quando se considera as amostras com alta e baixa densidade.

A grande quantidade de coprólitos encontrada nos afloramentos sugere relação com um efeito tafonômico. A análise dos coprólitos indica que houve mistura temporal e espacial. Poucos exemplares foram considerados parautóctones. A maioria das amostras foi considerada como alóctone, devido à presença de desgaste e de seixos aderidos ao material ou marcas dos mesmos.

A metodologia empregada na preparação palinológica dos coprólitos foi positiva e apresentou os primeiros registros polínicos da Formação Marília. Entretanto, a associação palinológica encontrada nos coprólitos não se mostrou muito diversificada, ocorrendo também em baixas concentrações. Devido à baixa diversidade, associado à ausência de dados palinológicos, não foi possível realizar qualquer inferência bioestratigráfica mais detalhada. De toda forma, os palinomorfos encontrados são condizentes com a idade campaniana/maastrichtiana classicamente reportada para o Membro Serra da Galga na literatura.

A ocorrência de diferentes morfotipos e quantidade de material presente na área de estudo são indicadores da variedade de organismos que habitaram os paleoambientes em questão. Ademais, os morfotipos estão em concordância com outras ocorrências na literatura paleontológica, e podem ser associados a animais com diversas formas e tamanhos, de dieta carnívora, herbívora e onívora. De fato, a presença de palinomorfos e restos vegetais em parte das amostras analisadas sugerem que os vertebrados produtores desses coprólitos eram herbívoros e, com base no tamanho desses coprólitos e o registro fóssil desses afloramentos, infere-se que esse material tenha sido produzido por dinossauros saurópodes, no caso, titanossauros.

O conjunto polínico encontrado sugere a presença de um clima árido e quente, resultado que condiz com dados sedimentológicos. Os palinomorfos indicam a presença de plantas arbustivas e arbóreas, representadas por gnetófitas, coníferas e cicadáceas. Entretanto, o conjunto polínico dos coprólitos deve ser mais específico, representando apenas parte do conjunto vegetacional. A presença do tipo *Podocarpidites* entre os tipos polínicos pode não ter relação

apenas com a capacidade de dispersão destes palinomorfos, mas pode também representar uma adaptação as condições ambientais da região. Pela primeira vez, registra-se a presença de fungos no Grupo Bauru. A presença de fungos associados aos coprólitos pode estar relacionada com o processo de decomposição e ressecamento desses coprólitos. Aparentemente, pela presença de seixos ou marcas de seixos observados, esses coprólitos foram produzidos em local com substrato mais cascalhento e menos arenoso, bem diferente da matriz arenosa onde foram encontrados. Após passar por um longo período de seca, por conta do clima árido e quente, os coprólitos podem ter sido transportados e soterrados após nos períodos de maior umidade.

O padrão tafonômico que ocorreu com os coprólitos sugere que os demais fósseis encontrados na região podem ter sofrido o mesmo efeito. Tal fato fica mais relevante com a grande quantidade de material fragmentado citado na literatura, tão abundantes na região, somado a um local de condições mais severas de um ambiente árido, como demonstrado nos registros palinológicos. A possibilidade de mistura temporal e espacial fornece novas informações para a reconstituição paleoambiental da região, comumente retratada com todos os indivíduos dividindo o mesmo ambiente.

Apêndices

Neste tópico é apresentada uma tabela com os dados físicos das 340 amostras avaliadas neste estudo. São apresentados os seguintes dados: código de tombo, sítio paleontológico, comprimento, largura, peso, volume e densidade. Em seguida é apresentado um registro fotográfico completo das amostras, dividido em dez estampas: Estampa I – morfotipos cilíndricos; Estampa II – morfotipos ovóides; Estampa III – morfotipos cônicos e dômicos; Estampas IV, V e VI – morfotipos indeterminados; e Estampas VII, VIII, IX e X – pseudocoprólitos.

Apêndice 1. Tabela de dados físicos dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000001	Peirópolis	1.93	1.32	3.26	1.9	1.71	Ovoid	Coprolite
FUP-000002	Peirópolis	5.2	4.38	82.2	39	2.1		Pseudocoprolite
FUP-000003	Peirópolis	2.38	1.86	5.35	3.5	1.52	Ovoid	Coprolite
FUP-000004	Peirópolis	1.64	1.12	1.48	1	1.48	Cylindrical	Coprolite
FUP-000005	Peirópolis	2.51	1.85	8.06	4	2.01		Pseudocoprolite
FUP-000006	Peirópolis	2.38	2.04	4.96	3.5	1.41	Indeterminate	Coprolite
FUP-000007	Peirópolis	3.27	1.9	11.2	5.9	1.89		Pseudocoprolite
FUP-000008	Peirópolis	2.55	2.02	8.13	4.2	1.93		Pseudocoprolite
FUP-000009	Peirópolis	3.92	3.02	23.98	13	1.84		Pseudocoprolite
FUP-000010	Peirópolis	3.85	2.78	26.56	13.5	1.96		Pseudocoprolite
FUP-000011	Peirópolis	1.46	1.23	1.06	0.9	1.17	Indeterminate	Coprolite
FUP-000012	Peirópolis	2.41	1.67	2.78	2	1.39	Ovoid	Coprolite
FUP-000013	Peirópolis	5.2	4.95	62.67	42	1.49		Pseudocoprolite
FUP-000014	Peirópolis	3.13	2.47	14.72	7.8	1.88		Pseudocoprolite
FUP-000015	Peirópolis	2.7	1.97	6.7	4.7	1.42		Pseudocoprolite
FUP-000016	Peirópolis	1.28	1.08	0.63	0.8	0.78	Conical	Coprolite
FUP-000017	Peirópolis	2.18	1.54	3.28	2.1	1.56		Pseudocoprolite
FUP-000018	Peirópolis	1.28	1.17	1.3	0.9	1.44	Indeterminate	Coprolite
FUP-000019	Peirópolis	1.6	1.24	1.82	1.6	1.13	Ovoid	Coprolite
FUP-000020	Peirópolis	1.89	1.63	1.64	1.9	0.86	Ovoid	Coprolite
FUP-000021	Peirópolis	2.05	1.51	3.74	2.3	1.62		Pseudocoprolite
FUP-000022	Peirópolis	2.09	1.36	3.37	2	1.68		Pseudocoprolite
FUP-000023	Peirópolis	1.46	1.23	1.62	1.1	1.47	Domical	Coprolite
FUP-000024	Peirópolis	2.24	1.88	5.74	3.5	1.64	Conical	Coprolite
FUP-000025	Peirópolis	2.21	1.89	3.26	2.8	1.16	Conical	Coprolite
FUP-000026	Peirópolis	2.14	1.48	2.57	2	1.28	Ovoid	Coprolite
FUP-000027	Peirópolis	1.85	1.71	3.24	2.1	1.54	Cylindrical	Coprolite
FUP-000028	Peirópolis	1.57	1.2	1.66	1.1	1.5		Pseudocoprolite
FUP-000029	Peirópolis	2.7	1.92	6.18	3.2	1.93		Pseudocoprolite
FUP-000030	Peirópolis	1.62	1.39	1.79	1.1	1.62	Indeterminate	Coprolite
FUP-000031	Peirópolis	1.18	1.08	0.67	0.5	1.34	Ovoid	Coprolite
FUP-000032	Peirópolis	2.87	1.46	3.44	3	1.14	Conical	Coprolite
FUP-000033	Peirópolis	1.48	1.31	1.57	1	1.57		Pseudocoprolite
FUP-000034	Peirópolis	2.6	1.21	3.69	2.1	1.75		Pseudocoprolite
FUP-000035	Peirópolis	1.73	1.12	1.43	1	1.43		Pseudocoprolite
FUP-000036	Peirópolis	2.88	1.91	5.43	3.5	1.55	Ovoid	Coprolite
FUP-000037	Peirópolis	1.78	1.04	1.62	1	1.62		Pseudocoprolite
FUP-000038	Peirópolis	2.75	1.77	6.16	3.5	1.76		Pseudocoprolite
FUP-000039	Peirópolis	1.88	1.58	3.28	2	1.64		Pseudocoprolite
FUP-000040	Peirópolis	1.69	1.41	1.9	1.3	1.46		Pseudocoprolite
FUP-000041	Peirópolis	1.45	0.92	0.69	0.5	1.38	Cylindrical	Coprolite
FUP-000042	Peirópolis	1.74	1.06	1.12	0.9	1.24	Indeterminate	Coprolite
FUP-000043	Peirópolis	1.24	1.06	0.66	0.5	1.32	Indeterminate	Coprolite
FUP-000044	Peirópolis	1.63	1.41	1.86	1.5	1.24	Conical	Coprolite
FUP-000045	Peirópolis	2.46	1.55	4.69	2.9	1.61	Cylindrical	Coprolite
FUP-000046	Peirópolis	2.33	1.75	3.63	2.3	1.57		Pseudocoprolite
FUP-000047	Peirópolis	3.16	2.29	5.55	5	1.11	Conical	Coprolite

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000048	Peirópolis	2.03	1.69	3.71	2	1.85		Pseudocoprolite
FUP-000049	Peirópolis	1.35	1.33	1.86	1.5	1.24	Ovoid	Coprolite
FUP-000050	Peirópolis	2.89	2.3	11.65	6.8	1.71		Pseudocoprolite
FUP-000051	Peirópolis	1.41	1.09	1.06	0.8	1.32	Ovoid	Coprolite
FUP-000052	Peirópolis	1.26	1.26	0.92	1.1	0.83	Ovoid	Coprolite
FUP-000053	Peirópolis	2.71	1.88	6.65	3.9	1.7		Pseudocoprolite
FUP-000054	Peirópolis	1.88	1.96	3.11	2.2	1.41	Indeterminate	Coprolite
FUP-000055	Peirópolis	1.68	1.52	1.79	1.9	0.94	Ovoid	Coprolite
FUP-000056	Peirópolis	2.32	2.31	6.66	4.8	1.38		Pseudocoprolite
FUP-000057	Peirópolis	1.78	1.22	0.98	1.2	0.81	Cylindrical	Coprolite
FUP-000058	Peirópolis	1.52	1.18	1.03	0.9	1.14		Pseudocoprolite
FUP-000059	Peirópolis	2.73	2.03	6.13	4	1.53	Indeterminate	Coprolite
FUP-000060	Peirópolis	3.04	2.26	7.84	4.1	1.91		Pseudocoprolite
FUP-000061	Peirópolis	2.31	1.95	6.1	3.5	1.74		Pseudocoprolite
FUP-000062	Peirópolis	1.98	1.42	1.77	1.2	1.47	Indeterminate	Coprolite
FUP-000063	Peirópolis	2.71	1.95	4.91	3.3	1.48	Ovoid	Coprolite
FUP-000064	Peirópolis	2.98	2.4	5.36	4.1	1.3	Cylindrical	Coprolite
FUP-000065	Peirópolis	1.6	1.29	0.68	1	0.68	Indeterminate	Coprolite
FUP-000066	Peirópolis	2.64	1.76	4.85	4.2	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000067	Peirópolis	2.62	2.15	8.35	4.3	1.94		Pseudocoprolite
FUP-000068	Peirópolis	2.82	1.75	5.18	3.1	1.67		Pseudocoprolite
FUP-000069	Peirópolis	1.35	1.13	0.73	1	0.73	Indeterminate	Coprolite
FUP-000070	Peirópolis	1.66	1.33	0.72	1.3	0.55	Indeterminate	Coprolite
FUP-000071	Peirópolis	1.6	1.29	1.35	1.1	1.22	Indeterminate	Coprolite
FUP-000072	Peirópolis	1.74	1.45	3.33	2.1	1.58	Indeterminate	Coprolite
FUP-000073	Peirópolis	1.68	1.46	1.13	1.4	0.8	Conical	Coprolite
FUP-000074	Peirópolis	1.39	0.96	0.61	0.6	1.01	Indeterminate	Coprolite
FUP-000075	Peirópolis	1.23	1.12	0.58	0.7	0.82	Indeterminate	Coprolite
FUP-000076	Peirópolis	1.51	1.06	1	1.2	0.83	Indeterminate	Coprolite
FUP-000077	Peirópolis	1.75	1.19	1.69	1.3	1.3	Indeterminate	Coprolite
FUP-000078	Peirópolis	2.13	1.48	2.47	1.7	1.45		Pseudocoprolite
FUP-000079	Peirópolis	1.78	1.39	1.33	1.5	0.88	Indeterminate	Coprolite
FUP-000080	Peirópolis	2.19	1.45	1.88	1.8	1.04	Conical	Coprolite
FUP-000081	Peirópolis	1.8	1.52	1.88	1.6	1.17	Conical	Coprolite
FUP-000082	Peirópolis	1.51	0.99	0.83	0.8	1.03	Indeterminate	Coprolite
FUP-000083	Peirópolis	2.02	1.58	1.96	1.7	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000084	Peirópolis	1.83	1.68	3.62	1.9	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000085	Peirópolis	1.21	1.11	0.74	0.8	0.92	Indeterminate	Coprolite
FUP-000086	Peirópolis	1.56	1.13	1.18	0.9	1.31	Indeterminate	Coprolite
FUP-000087	Peirópolis	1.14	0.86	0.39	0.3	1.3	Indeterminate	Coprolite
FUP-000088	Peirópolis	1.08	0.79	0.47	0.3	1.56		Pseudocoprolite
FUP-000089	Peirópolis	1.46	1.4	1.55	1.3	1.19	Indeterminate	Coprolite
FUP-000090	Peirópolis	1	1.21	0.59	0.7	0.84	Indeterminate	Coprolite
FUP-000091	Peirópolis	1.13	0.99	0.84	0.5	1.68	Indeterminate	Coprolite
FUP-000092	Peirópolis	2.86	1.46	3.89	3.3	1.17	Cylindrical	Coprolite
FUP-000093	Peirópolis	2.44	2.28	5.86	3.9	1.5	Indeterminate	Coprolite
FUP-000094	Peirópolis	2.43	1.93	5.38	2.9	1.85		Pseudocoprolite
FUP-000095	Peirópolis	2.22	2.07	7	3.9	1.79	Indeterminate	Coprolite
FUP-000096	Peirópolis	3.11	2.64	7.85	5.6	1.4	Conical	Coprolite
FUP-000097	Peirópolis	2.46	1.33	1.54	1.9	0.81	Ovoid	Coprolite
FUP-000098	Peirópolis	3.06	1.94	8.38	4	2.09		Pseudocoprolite

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000099	Peirópolis	2.46	1.81	4.69	4	1.17	Conical	Coprolite
FUP-000100	Peirópolis	2.12	1.91	1.27	2	0.63	Domical	Coprolite
FUP-000101	Peirópolis	2.6	1.95	8.02	4	2		Pseudocoprolite
FUP-000102	Peirópolis	2.03	1.76	3.3	2.2	1.5		Pseudocoprolite
FUP-000103	Peirópolis	2.52	2.33	7.49	4.2	1.78	Ovoid	Coprolite
FUP-000104	Peirópolis	2.53	1.52	5.53	3	1.84		Pseudocoprolite
FUP-000105	Peirópolis	2.53	2.07	10.57	5.5	1.92		Pseudocoprolite
FUP-000106	Peirópolis	2.74	2.53	9.35	4.7	1.98		Pseudocoprolite
FUP-000107	Peirópolis	2.77	1.79	6.97	4.3	1.62	Cylindrical	Coprolite
FUP-000108	Peirópolis	2.52	1.92	5.83	3	1.94		Pseudocoprolite
FUP-000109	Peirópolis	3.95	1.94	9.4	6	1.56		Pseudocoprolite
FUP-000110	Peirópolis	2.02	1.41	1.66	1.2	1.38	Indeterminate	Coprolite
FUP-000111	Peirópolis	1.48	1.25	1.21	0.9	1.34	Indeterminate	Coprolite
FUP-000112	Peirópolis	1.68	1.26	2.03	1.1	1.84		Pseudocoprolite
FUP-000113	Peirópolis	1.51	1.32	1.88	1.2	1.56	Indeterminate	Coprolite
FUP-000114	Peirópolis	2.12	1.91	7.02	3.3	2.12		Pseudocoprolite
FUP-000115	Peirópolis	2.83	2.05	7.95	4.5	1.76		Pseudocoprolite
FUP-000116	Peirópolis	2.51	2.04	6.07	4	1.51		Pseudocoprolite
FUP-000117	Peirópolis	2.59	1.97	7.75	4	1.93		Pseudocoprolite
FUP-000118	Peirópolis	2.77	2.26	8.4	4.9	1.71		Pseudocoprolite
FUP-000119	Peirópolis	2.7	1.74	5.41	3	1.8		Pseudocoprolite
FUP-000120	Peirópolis	2.2	1.5	3.77	2.2	1.71		Pseudocoprolite
FUP-000121	Peirópolis	2.57	1.83	8.14	4	2.03		Pseudocoprolite
FUP-000122	Peirópolis	1.74	1.53	2.02	1.5	1.34	Ovoid	Coprolite
FUP-000123	Peirópolis	2.07	2.56	2.55	1.9	1.34		Pseudocoprolite
FUP-000124	Peirópolis	2.91	1.96	5.31	3.9	1.36	Indeterminate	Coprolite
FUP-000125	Peirópolis	4.29	3.51	28.2	22	1.28	Conical	Coprolite
FUP-000126	Peirópolis	3.12	2.78	14.49	10	1.44	Indeterminate	Coprolite
FUP-000127	Peirópolis	3.48	2.99	20.92	12	1.74		Pseudocoprolite
FUP-000128	Peirópolis	3.58	2.86	6.28	10	0.62	Indeterminate	Coprolite
FUP-000129	Peirópolis	3.98	3.24	31.33	18	1.74		Pseudocoprolite
FUP-000130	Peirópolis	3.05	3.05	8.64	8	1.08	Indeterminate	Coprolite
FUP-000131	Peirópolis	2.84	2.57	25.09	15	1.67	Conical	Coprolite
FUP-000132	Peirópolis	3.27	2.77	14.39	7.5	1.91		Pseudocoprolite
FUP-000133	Peirópolis	3.81	2.31	19.59	9.1	2.15		Pseudocoprolite
FUP-000134	Peirópolis	2.41	2.58	7.99	4.9	1.63	Indeterminate	Coprolite
FUP-000135	Peirópolis	4.01	3.72	21.36	13	1.64	Ovoid	Coprolite
FUP-000136	Peirópolis	2.77	2.38	9.06	6	1.51		Pseudocoprolite
FUP-000137	Peirópolis	5.43	4.43	67.4	37	1.82		Pseudocoprolite
FUP-000138	Peirópolis	3.6	4.19	46.03	21	2.19		Pseudocoprolite
FUP-000139	Peirópolis	5.81	4.41	68.02	39	1.74		Pseudocoprolite
FUP-000140	Peirópolis	3.58	2.56	18.71	10	1.87		Pseudocoprolite
FUP-000141	Peirópolis	3.67	3.42	20.78	17	1.22	Indeterminate	Coprolite
FUP-000142	Peirópolis	3.12	2.97	18.56	11	1.68	Indeterminate	Coprolite
FUP-000143	Peirópolis	4.05	3.03	28.73	16	1.79	Indeterminate	Coprolite
FUP-000144	Peirópolis	4.27	2.74	12.48	13	0.96	Conical	Coprolite
FUP-000145	Peirópolis	3.57	3.23	7.92	10	0.79	Domical	Coprolite
FUP-000146	Peirópolis	2.82	2.22	11.51	7.5	1.53		Pseudocoprolite
FUP-000147	Peirópolis	3.93	2.75	23.21	12	1.93		Pseudocoprolite
FUP-000148	Peirópolis	3.94	3.88	21.21	14	1.51		Pseudocoprolite

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000149	Peirópolis	3.58	2.36	10.02	5.5	1.82		Pseudocoprolite
FUP-000150	Peirópolis	5.29	3.08	29.86	16	1.86		Pseudocoprolite
FUP-000151	Peirópolis	3.58	3.19	21.94	11	1.99		Pseudocoprolite
FUP-000152	Peirópolis	4.82	4.4	58.93	28	2.1		Pseudocoprolite
FUP-000153	Peirópolis	4.12	3.34	23	14	1.64		Pseudocoprolite
FUP-000154	Peirópolis	8.08	5.24	107.19	78	1.37	Cylindrical	Coprolite
FUP-000155	Peirópolis	7.89	4.63	169.41	82	2.06		Pseudocoprolite
FUP-000156	Peirópolis	9.23	7.39	201	140	1.43	Domical	Coprolite
FUP-000157	Peirópolis	5.81	5.35	86.93	50	1.73	Ovoid	Coprolite
FUP-000158	Peirópolis	4.48	3.23	25.21	19	1.32	Ovoid	Coprolite
FUP-000159	Peirópolis	3.86	3.68	24.19	21	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000160	Peirópolis	5.23	3.87	37.92	20	1.89		Pseudocoprolite
FUP-000161	Peirópolis	4.55	2.43	15.24	10.7	1.42	Cylindrical	Coprolite
FUP-000162	Peirópolis	4.69	2.69	21	11	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000163	Peirópolis	4.02	3.12	23.53	17.5	1.34	Ovoid	Coprolite
FUP-000164	Peirópolis	3.49	3.17	10.06	8.5	1.18	Indeterminate	Coprolite
FUP-000165	Peirópolis	2.59	2.36	11.46	6	1.91		Pseudocoprolite
FUP-000166	Peirópolis	2.81	2.53	11.91	7	1.7		Pseudocoprolite
FUP-000167	Peirópolis	6.5	4.8	91.26	42	2.17		Pseudocoprolite
FUP-000168	Peirópolis	6.76	6.4	133.87	60	2.23		Pseudocoprolite
FUP-000169	Peirópolis	6.19	3.8	73.53	36	2.04		Pseudocoprolite
FUP-000170	Peirópolis	6.47	4.6	124.6	65.5	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000171	Peirópolis	8.13	5.59	98.07	41	2.39		Pseudocoprolite
FUP-000172	Peirópolis	4.65	3.33	21	11	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000173	Peirópolis	3.22	2.57	10.91	6	1.81		Pseudocoprolite
FUP-000174	Peirópolis	3.58	3.42	24.77	16	1.54		Pseudocoprolite
FUP-000175	Peirópolis	4.9	4.15	27.55	15	1.83		Pseudocoprolite
FUP-000176	Peirópolis	7.77	5.6	190.29	100	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000177	Peirópolis	3.79	2.87	17.68	10	1.76		Pseudocoprolite
FUP-000178	Peirópolis	4.45	3.48	35.04	18	1.94		Pseudocoprolite
FUP-000179	Peirópolis	5.59	4.45	74.73	38	1.96		Pseudocoprolite
FUP-000180	Peirópolis	2.65	2.53	12.28	7	1.75		Pseudocoprolite
FUP-000181	Peirópolis	3.36	3.04	26.93	14	1.92		Pseudocoprolite
FUP-000182	Peirópolis	4.07	3.52	32.45	16	2.02		Pseudocoprolite
FUP-000183	Peirópolis	4.23	3.95	43.47	24	1.81		Pseudocoprolite
FUP-000184	Peirópolis	3.17	2.94	14.31	7.5	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000185	Peirópolis	5.42	5.42	92.13	48	1.91		Pseudocoprolite
FUP-000186	Peirópolis	2.54	2.5	9.94	5.5	1.8		Pseudocoprolite
FUP-000187	Peirópolis	3.5	3.5	33.5	16	2.09		Pseudocoprolite
FUP-000188	Peirópolis	3.38	2.87	21.2	11	1.92		Pseudocoprolite
FUP-000189	Peirópolis	3.39	2.96	16.22	8.5	1.9		Pseudocoprolite
FUP-000190	Peirópolis	2.78	2.08	6.35	3.2	1.98		Pseudocoprolite
FUP-000191	Peirópolis	2.94	2.08	6.39	3.2	1.99		Pseudocoprolite
FUP-000192	Peirópolis	2.34	2.01	6.94	3.6	1.92		Pseudocoprolite
FUP-000193	Peirópolis	4.05	3.05	20.08	10	2		Pseudocoprolite
FUP-000194	Peirópolis	4.67	4.01	51.64	26	1.98		Pseudocoprolite
FUP-000195	Peirópolis	3.41	3.14	23.82	17.5	1.36	Conical	Coprolite
FUP-000196	Peirópolis	3.77	3.06	19.44	10	1.94		Pseudocoprolite
FUP-000197	Peirópolis	3.25	2.77	14.61	8	1.82		Pseudocoprolite

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000198	Peirópolis	2.95	2.02	8.73	5	1.74	Ovoid	Coprolite
FUP-000199	Peirópolis	2.24	1.97	6.47	4.3	1.5	Conical	Coprolite
FUP-000200	Peirópolis	3.33	3.06	23.29	12.5	1.86		Pseudocoprolite
FUP-000201	Peirópolis	2.11	1.72	3.18	1.8	1.76		Pseudocoprolite
FUP-000202	Peirópolis	1.16	1.09	0.93	0.7	1.32	Ovoid	Coprolite
FUP-000203	Peirópolis	1.31	0.93	0.58	0.5	1.16	Ovoid	Coprolite
FUP-000204	Peirópolis	3.72	2.35	6.78	8.8	0.77	Indeterminate	Coprolite
FUP-000205	Peirópolis	2.98	2.22	4.37	4.9	0.89	Indeterminate	Coprolite
FUP-000206	Peirópolis	3.25	2.68	4.02	7	0.57	Ovoid	Coprolite
FUP-000207	Peirópolis	2.5	1.78	2.48	4	0.62	Indeterminate	Coprolite
FUP-000208	Peirópolis	2.54	1.58	1.65	2.3	0.71	Indeterminate	Coprolite
FUP-000209	Peirópolis	3.98	2.72	11.19	9.5	1.17	Indeterminate	Coprolite
FUP-000210	Peirópolis	3.12	2.7	5.2	7	0.74	Indeterminate	Coprolite
FUP-000211	Peirópolis	2.05	1.53	1.85	1.8	1.02	Indeterminate	Coprolite
FUP-000212	Peirópolis	3.19	1.99	3.73	3.5	1.06	Indeterminate	Coprolite
FUP-000213	Peirópolis	2.49	1.48	0.48	0.6	0.8	Indeterminate	Coprolite
FUP-000214	Peirópolis	3.07	2.13	6.53	5.5	1.18	Indeterminate	Coprolite
FUP-000215	Peirópolis	2.53	2.1	1.52	1.9	0.8	Indeterminate	Coprolite
FUP-000216	Peirópolis	2.01	1.97	4.42	4	1.1	Indeterminate	Coprolite
FUP-000217	Peirópolis	3.28	1.72	4.47	4.3	1.03	Indeterminate	Coprolite
FUP-000218	Peirópolis	2.72	2.09	3.44	4	0.86	Indeterminate	Coprolite
FUP-000219	Peirópolis	3.25	1.99	4.79	2.6	1.84		Pseudocoprolite
FUP-000220	Peirópolis	1.71	1.31	0.61	1	0.61	Indeterminate	Coprolite
FUP-000221	Peirópolis	2.89	1.64	3.5	3.5	1	Indeterminate	Coprolite
FUP-000222	Peirópolis	4.04	3.13	14.28	10	1.42	Conical	Coprolite
FUP-000223	Peirópolis	2.81	2.02	4.4	4.1	1.07	Indeterminate	Coprolite
FUP-000224	Peirópolis	2.05	1.59	2.22	2.2	1	Indeterminate	Coprolite
FUP-000225	Peirópolis	2.42	1.51	3.44	3	1.14	Indeterminate	Coprolite
FUP-000226	Peirópolis	2.79	2.02	3.07	2.9	1.05	Indeterminate	Coprolite
FUP-000227	Peirópolis	2.71	1.98	3.53	4	0.88	Indeterminate	Coprolite
FUP-000228	Peirópolis	1.64	1.42	1.37	1.1	1.24	Ovoid	Coprolite
FUP-000229	Peirópolis	1.83	1.18	0.68	0.9	0.75	Indeterminate	Coprolite
FUP-000230	Peirópolis	2.71	1.95	5.54	3.5	1.58	Indeterminate	Coprolite
FUP-000231	Peirópolis	2.07	1.63	1.82	2	0.91	Indeterminate	Coprolite
FUP-000232	Peirópolis	1.76	1.34	1.34	1.1	1.21	Indeterminate	Coprolite
FUP-000233	Peirópolis	2.39	1.64	1.36	1.8	0.75	Indeterminate	Coprolite
FUP-000234	Peirópolis	2	1.59	1.84	1.8	1.02	Indeterminate	Coprolite
FUP-000235	Peirópolis	2.65	2.35	5.01	3.8	1.31	Indeterminate	Coprolite
FUP-000236	Peirópolis	1.75	1.3	1.79	1	1.79		Pseudocoprolite
FUP-000237	Peirópolis	2.49	1.47	1.96	1.8	1.08	Indeterminate	Coprolite
FUP-000238	Peirópolis	2.31	1.55	1.27	1.1	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000239	Peirópolis	1.93	1.57	2.65	2.1	1.26	Indeterminate	Coprolite
FUP-000240	Peirópolis	1.9	1.36	1.48	1.1	1.34	Indeterminate	Coprolite
FUP-000241	Peirópolis	1.98	1.61	1.76	1.2	1.46	Indeterminate	Coprolite
FUP-000242	Peirópolis	2.34	1.51	2.61	2.1	1.24	Indeterminate	Coprolite
FUP-000243	Peirópolis	2.52	2	2.28	2	1.14	Indeterminate	Coprolite
FUP-000244	Peirópolis	3.28	1.91	14.36	7	2.05		Pseudocoprolite
FUP-000245	Peirópolis	3.2	2.18	8.75	5.3	1.65		Pseudocoprolite
FUP-000246	Peirópolis	2.77	2.23	10.02	5.1	1.96		Pseudocoprolite
FUP-000247	Peirópolis	3.28	2.7	4.72	4.1	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000248	Peirópolis	1.81	1.5	2.46	1.5	1.64		Pseudocoprolite
FUP-000249	Peirópolis	1.45	1.24	0.95	0.6	1.58	Indeterminate	Coprolite

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000250	Peirópolis	2.16	1.58	4.29	2.7	1.58		Pseudocoprolite
FUP-000251	Peirópolis	2.39	2.39	8.9	4.9	1.81		Pseudocoprolite
FUP-000252	Peirópolis	2.76	2.53	10.41	5.5	1.89		Pseudocoprolite
FUP-000253	Peirópolis	2.47	1.86	6.81	3.3	2.06		Pseudocoprolite
FUP-000254	Peirópolis	3.14	1.55	4.96	3	1.65	Cylindrical	Coprolite
FUP-000255	Peirópolis	1.94	1.45	1.88	1.5	1.25	Indeterminate	Coprolite
FUP-000256	Peirópolis	2.63	2.43	3.96	5.9	0.67	Indeterminate	Coprolite
FUP-000257	Peirópolis	2.72	1.95	5.45	3.2	1.7	Ovoid	Coprolite
FUP-000258	Peirópolis	3.72	2.91	19.74	9.5	2.07		Pseudocoprolite
FUP-000259	Peirópolis	3.58	2.82	13.96	7.5	1.86		Pseudocoprolite
FUP-000260	Peirópolis	6.33	4.09	68.68	35	1.96		Pseudocoprolite
FUP-000261	Peirópolis	6.17	5.61	118.88	67	1.77		Pseudocoprolite
FUP-000262	Peirópolis	7.33	4.29	116.42	57	2.04		Pseudocoprolite
FUP-000263	Peirópolis	15.5	12.07	1295	751.5	1.72		Pseudocoprolite
FUP-000264	Peirópolis	2.22	1.76	3.34	2.2	1.51	Indeterminate	Coprolite
FUP-000265	Peirópolis	1.81	1.34	1.79	1.18	1.51	Indeterminate	Coprolite
FUP-000266	Peirópolis	1.93	1.27	1.56	1.1	1.41	Ovoid	Coprolite
FUP-000267	Peirópolis	1.32	1	0.48	0.7	0.68	Ovoid	Coprolite
FUP-000268	Peirópolis	2.72	1.76	3.95	2.7	1.46	Indeterminate	Coprolite
FUP-000269	Peirópolis	1.83	1.38	1.85	1.4	1.32	Indeterminate	Coprolite
FUP-000270	Peirópolis	0.92	0.83	0.41	0.3	1.36	Indeterminate	Coprolite
FUP-000271	Peirópolis	1.25	1.02	0.58	0.4	1.45	Indeterminate	Coprolite
FUP-000272	Peirópolis	1.09	0.94	0.49	0.3	1.63	Indeterminate	Coprolite
FUP-000273	Peirópolis	1.61	0.95	0.92	0.5	1.84		Pseudocoprolite
FUP-000274	Peirópolis	2.79	1.8	3.28	3.8	0.86	Indeterminate	Coprolite
FUP-000275	Peirópolis	1.83	1.54	2.67	2	1.33	Indeterminate	Coprolite
FUP-000276	Peirópolis	3.03	2.03	7.01	5	1.4	Indeterminate	Coprolite
FUP-000277	Peirópolis	3.07	2.35	12.86	7.2	1.78	Conical	Coprolite
FUP-000278	Peirópolis	3	1.93	4.22	3.1	1.36	Ovoid	Coprolite
FUP-000279	Peirópolis	2.56	2.09	4.63	3.1	1.49	Ovoid	Coprolite
FUP-000280	Peirópolis	6.5	4.44	82.2	55	1.49	Conical	Coprolite
FUP-000281	Peirópolis	5.69	5.69	58.45	42	1.39		Pseudocoprolite
FUP-000282	Peirópolis	6.06	4.35	19.6	25	0.78	Indeterminate	Coprolite
FUP-000283	Peirópolis	5.2	3.98	27.46	27	1.01	Indeterminate	Coprolite
FUP-000284	Peirópolis	3.42	3.32	18.58	17	1.09	Indeterminate	Coprolite
FUP-000285	Peirópolis	4.93	3.41	54.84	26	2.1		Pseudocoprolite
FUP-000286	Peirópolis	2.9	2.22	7.99	6.8	1.17	Indeterminate	Coprolite
FUP-000287	Peirópolis	3.45	2.37	14.16	8	1.77	Cylindrical	Coprolite
FUP-000288	Peirópolis	3.12	2.47	15.08	8.5	1.77	Conical	Coprolite
FUP-000289	Peirópolis	3.06	2.14	7.41	7.2	1.02	Cylindrical	Coprolite
FUP-000290	Peirópolis	3.71	2.86	16.81	10	1.68		Pseudocoprolite
FUP-000291	Peirópolis	3.1	2.8	13.5	7.5	1.8		Pseudocoprolite
FUP-000292	Peirópolis	2.99	2.24	14.58	7	2.08		Pseudocoprolite
FUP-000293	Peirópolis	3.49	3.1	34.13	16	2.13		Pseudocoprolite
FUP-000294	Peirópolis	3.8	3.2	25.38	13	1.95		Pseudocoprolite
FUP-000295	Peirópolis	3.4	2.65	25.09	18.5	1.35	Cylindrical	Coprolite
FUP-000296	Serra da Galga	1.66	1.61	0.86	1.1	0.78	Indeterminate	Coprolite
FUP-000297	Serra da Galga	0.85	0.66	0.11	0.15	0.73	Indeterminate	Coprolite
FUP-000298	Serra da Galga	1.11	0.91	0.33	0.3	1.1	Indeterminate	Coprolite
FUP-000299	Serra da Galga	1.19	0.96	1.13	0.9	1.25	Indeterminate	Coprolite
FUP-000300	Serra da Galga	1.64	0.99	0.35	0.4	0.87	Indeterminate	Coprolite

Code	Site	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)	Morphotype	Diagnosis
FUP-000301	Serra da Galga	1.27	1.08	0.48	0.5	0.96	Indeterminate	Coprolite
FUP-000302	Serra da Galga	1.56	1.45	0.96	0.9	1.06	Indeterminate	Coprolite
FUP-000303	Serra da Galga	2.13	1.31	0.71	0.7	1.01	Indeterminate	Coprolite
FUP-000304	Serra da Galga	1.58	1.32	1.42	1.1	1.29	Indeterminate	Coprolite
FUP-000305	Serra da Galga	1.97	1.57	1.04	0.9	1.15	Indeterminate	Coprolite
FUP-000306	Serra da Galga	1.69	1.44	1.07	0.95	1.12	Indeterminate	Coprolite
FUP-000307	Serra da Galga	2.51	1.48	2.46	1.6	1.53	Indeterminate	Coprolite
FUP-000308	Serra da Galga	1.59	1.66	2.99	1.6	1.86		Pseudocoprolite
FUP-000309	Serra da Galga	1.53	1.51	0.97	1.1	0.88	Indeterminate	Coprolite
FUP-000310	Serra da Galga	1.93	1.39	2.29	1.9	1.2	Indeterminate	Coprolite
FUP-000311	Serra da Galga	2.21	1.43	2.79	1.2	2.32		Pseudocoprolite
FUP-000312	Serra da Galga	1.92	1.58	1.17	1.4	0.83	Indeterminate	Coprolite
FUP-000313	Serra da Galga	1.94	1.78	5.12	2.3	2.22		Pseudocoprolite
FUP-000314	Serra da Galga	2.64	1.97	4.31	4	1.07	Indeterminate	Coprolite
FUP-000315	Serra da Galga	2.92	2.04	2.2	2.9	0.75	Indeterminate	Coprolite
FUP-000316	Serra da Galga	2.53	2.02	4.88	3.1	1.57	Indeterminate	Coprolite
FUP-000317	Serra da Galga	2.37	1.71	2.14	2.5	0.85	Indeterminate	Coprolite
FUP-000318	Serra da Galga	2.54	1.79	3.81	2.7	1.41	Indeterminate	Coprolite
FUP-000319	Serra da Galga	2.65	2.28	4.72	4.3	1.09	Indeterminate	Coprolite
FUP-000320	Serra da Galga	2.84	2.08	4.41	3.5	1.26	Indeterminate	Coprolite
FUP-000321	Serra da Galga	2.86	2.56	4.73	4.8	0.98	Indeterminate	Coprolite
FUP-000322	Serra da Galga	4.68	4.56	32.11	26	1.23		Pseudocoprolite
FUP-000323	Serra da Galga	4.28	3.62	22.72	20	1.13	Cylindrical	Coprolite
FUP-000324	Serra da Galga	3.98	3.57	17.67	15	1.17	Conical	Coprolite
FUP-000325	Serra da Galga	3.61	3.15	16.87	14	1.2	Indeterminate	Coprolite
FUP-000326	Serra da Galga	3.56	2.37	3.94	4	0.98	Indeterminate	Coprolite
FUP-000327	Serra da Galga	3.44	2.34	12.67	9	1.4	Cylindrical	Coprolite
FUP-000328	Serra da Galga	3.95	2.92	10.8	10	1.08	Indeterminate	Coprolite
FUP-000329	Serra da Galga	2.79	2.29	6.36	6	1.06	Indeterminate	Coprolite
FUP-000330	Serra da Galga	3.02	2.5	3.71	4.5	0.82	Indeterminate	Coprolite
FUP-000331	Serra da Galga	4.24	3.41	29.7	16	1.85		Pseudocoprolite
FUP-000332	Serra da Galga	2.94	1.99	8.78	4.5	1.95		Pseudocoprolite
FUP-000333	Serra da Galga	4.53	4.23	42.13	21	2		Pseudocoprolite
FUP-000334	Serra da Galga	4.21	4.05	60.6	26	2.33		Pseudocoprolite
FUP-000335	Serra da Galga	6.25	4.38	125.72	57	2.2		Pseudocoprolite
FUP-000336	Peirópolis	1.64	1.36	1.48	0.95	1.55	Indeterminate	Coprolite
FUP-000337	Peirópolis	3.31	2.47	9.05	6	1.5	Indeterminate	Coprolite
FUP-000338	Peirópolis	3.15	2.91	15.3	11	1.39	Ovoid	Coprolite
FUP-000339	Peirópolis	5.74	4.16	56.58	31	1.82		Pseudocoprolite
FUP-000340	Peirópolis	3.4	2.69	15.3	10	1.53	Ovoid	Coprolite

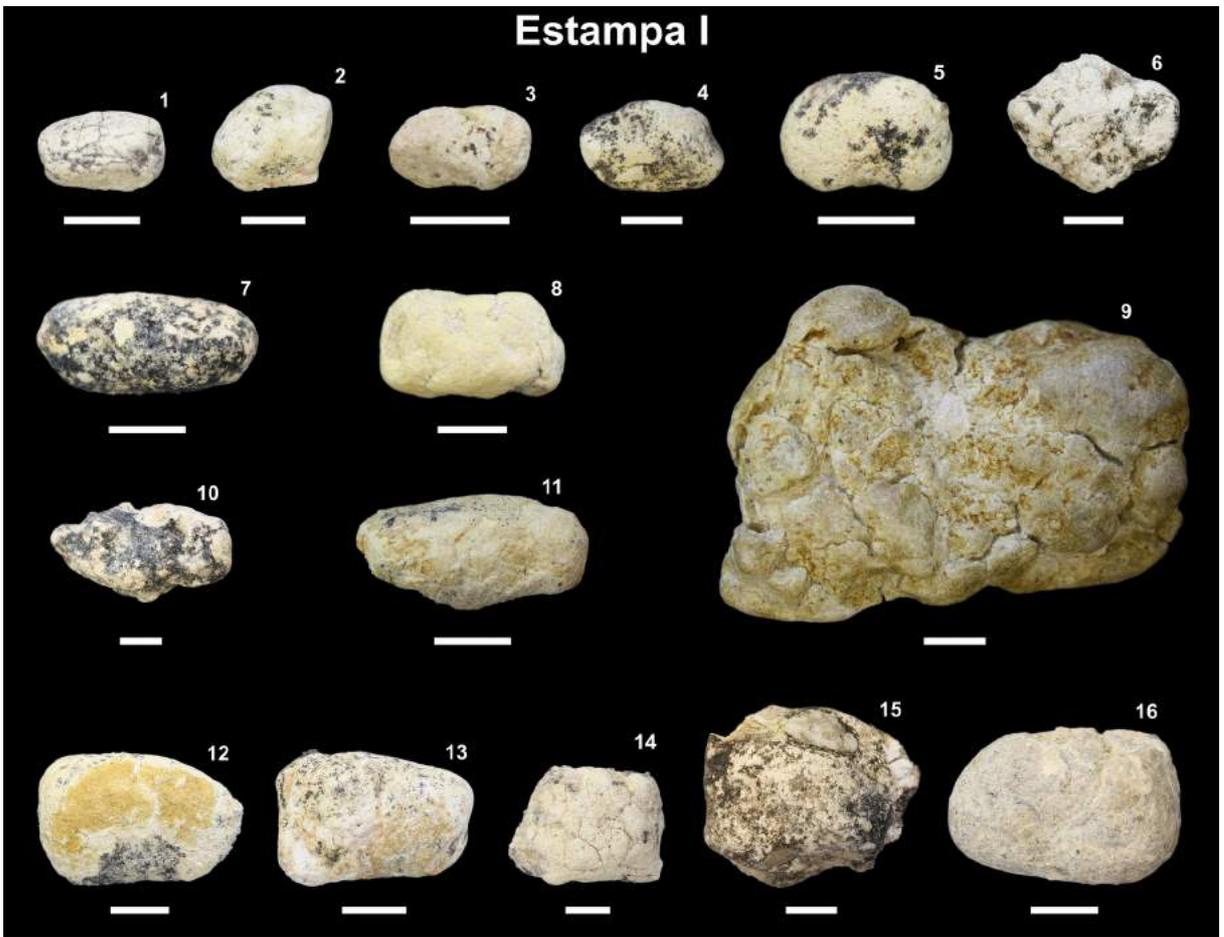
Apêndice 2. Registro fotográfico dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

Estampa I

Morfotipo 1 – coprólitos cilíndricos:

1. FUP-000004
2. FUP-000027
3. FUP-000041
4. FUP-000045
5. FUP-000057
6. FUP-000064
7. FUP-000092
8. FUP-000107
9. FUP-000154
10. FUP-000161
11. FUP-000254
12. FUP-000287
13. FUP-000289
14. FUP-000295
15. FUP-000323
16. FUP-000327

Escala = 1 cm

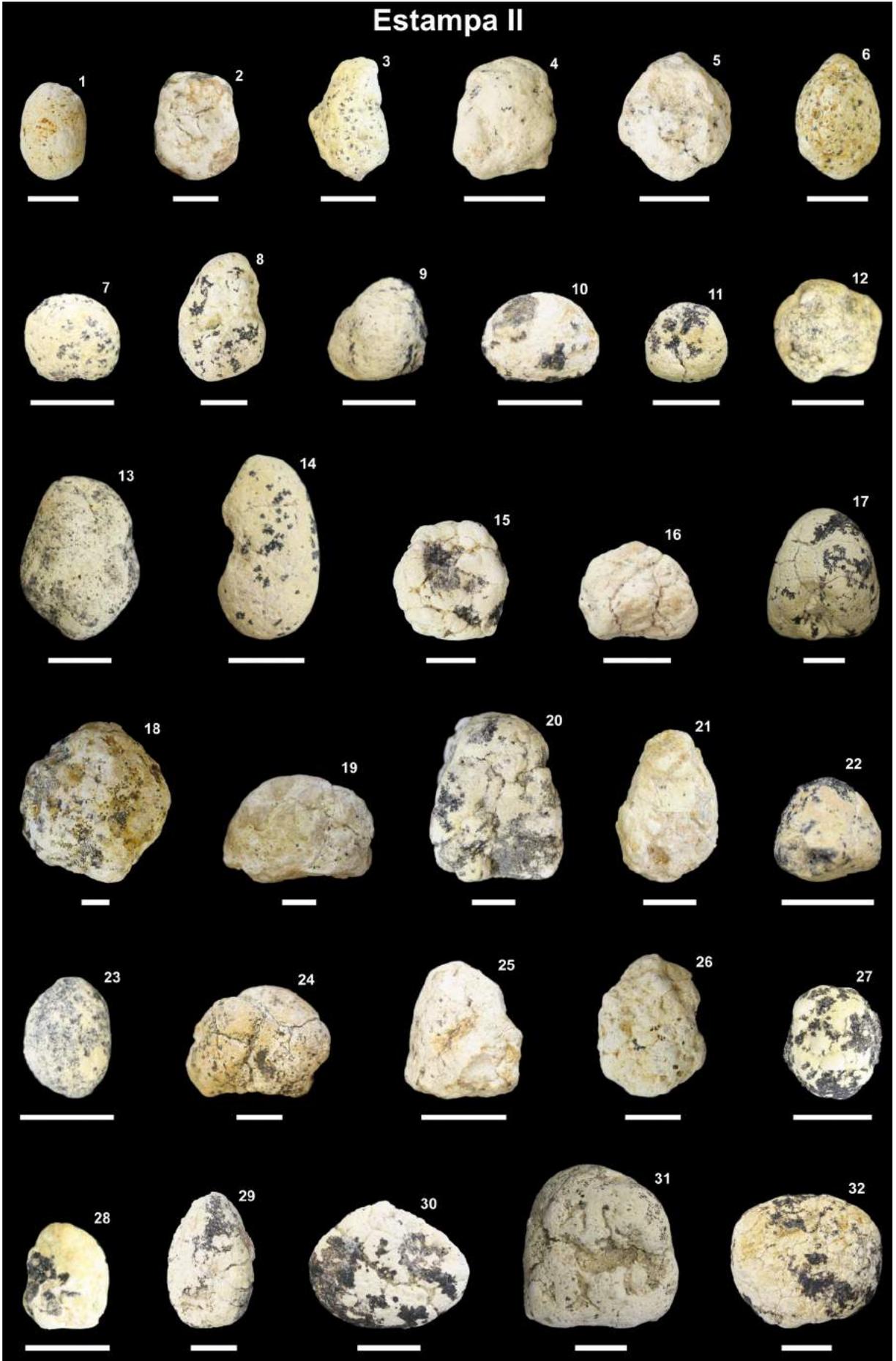


Estampa II

Morfotipo 2 – coprólitos ovoides:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000001 | 17. FUP-000135 |
| 2. FUP-000003 | 18. FUP-000157 |
| 3. FUP-000012 | 19. FUP-000158 |
| 4. FUP-000019 | 20. FUP-000163 |
| 5. FUP-000020 | 21. FUP-000198 |
| 6. FUP-000026 | 22. FUP-000202 |
| 7. FUP-000031 | 23. FUP-000203 |
| 8. FUP-000036 | 24. FUP-000206 |
| 9. FUP-000049 | 25. FUP-000228 |
| 10. FUP-000051 | 26. FUP-000257 |
| 11. FUP-000052 | 27. FUP-000266 |
| 12. FUP-000055 | 28. FUP-000267 |
| 13. FUP-000063 | 29. FUP-000278 |
| 14. FUP-000097 | 30. FUP-000279 |
| 15. FUP-000103 | 31. FUP-000338 |
| 16. FUP-000122 | 32. FUP-000340 |

Escala = 1 cm



Estampa III

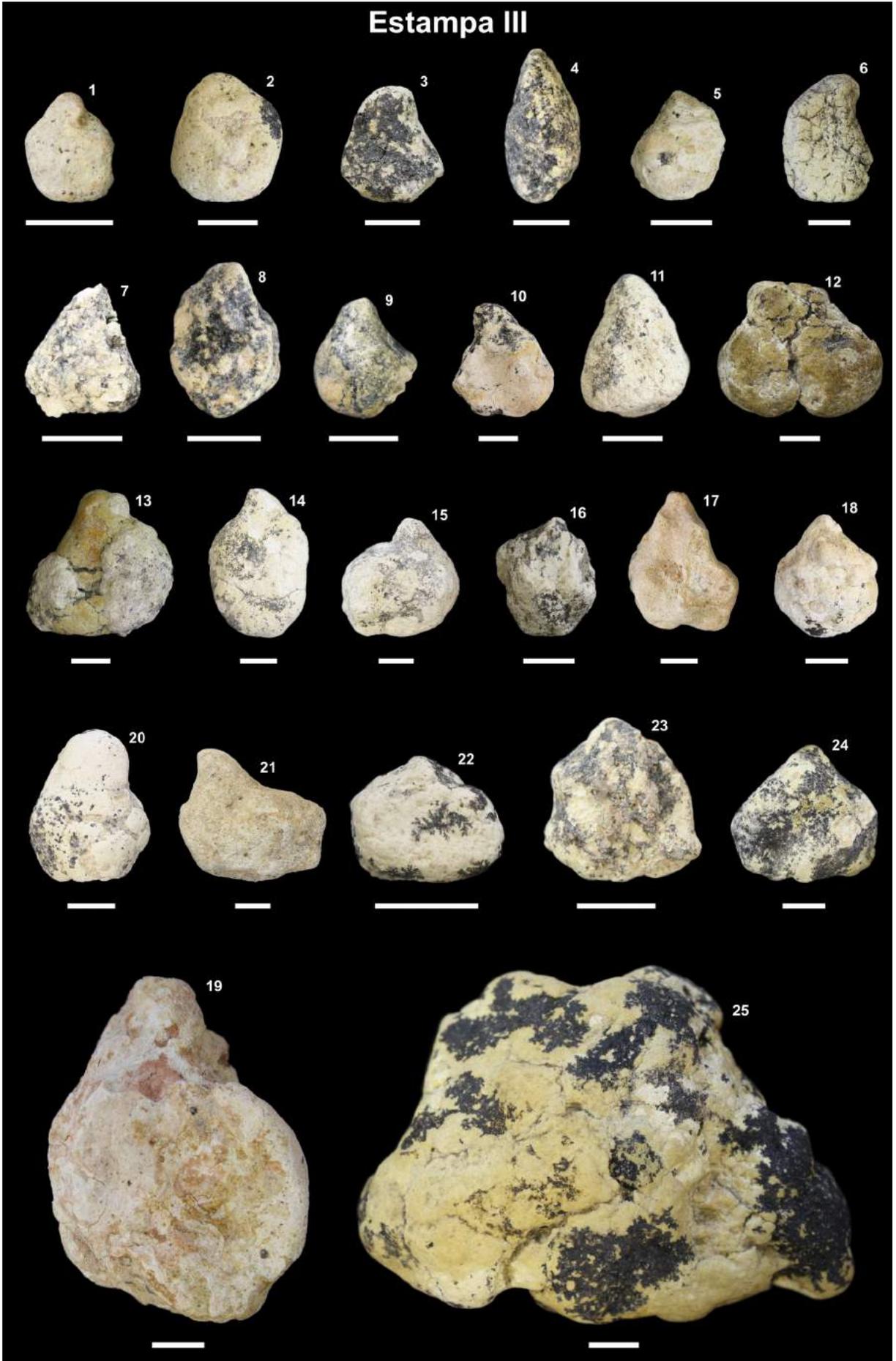
Morfotipo 3 – coprólitos cônicos:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000016 | 12. FUP-000125 |
| 2. FUP-000024 | 13. FUP-000131 |
| 3. FUP-000025 | 14. FUP-000144 |
| 4. FUP-000032 | 15. FUP-000195 |
| 5. FUP-000044 | 16. FUP-000199 |
| 6. FUP-000047 | 17. FUP-000222 |
| 7. FUP-000073 | 18. FUP-000277 |
| 8. FUP-000080 | 19. FUP-000280 |
| 9. FUP-000081 | 20. FUP-000288 |
| 10. FUP-000096 | 21. FUP-000324 |
| 11. FUP-000099 | |

Morfotipo 4 – coprólitos dômicos:

- | | |
|----------------|----------------|
| 22. FUP-000023 | 24. FUP-000145 |
| 23. FUP-000100 | 25. FUP-000156 |

Escala = 1 cm



Estampa IV

Coprólitos de morfología indeterminada:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000006 | 25. FUP-000087 |
| 2. FUP-000011 | 26. FUP-000089 |
| 3. FUP-000018 | 27. FUP-000090 |
| 4. FUP-000030 | 28. FUP-000091 |
| 5. FUP-000042 | 29. FUP-000093 |
| 6. FUP-000043 | 30. FUP-000095 |
| 7. FUP-000054 | 31. FUP-000110 |
| 8. FUP-000059 | 32. FUP-000111 |
| 9. FUP-000062 | 33. FUP-000113 |
| 10. FUP-000065 | 34. FUP-000124 |
| 11. FUP-000066 | 35. FUP-000126 |
| 12. FUP-000069 | 36. FUP-000128 |
| 13. FUP-000070 | 37. FUP-000130 |
| 14. FUP-000071 | 38. FUP-000134 |
| 15. FUP-000072 | 39. FUP-000141 |
| 16. FUP-000074 | 40. FUP-000142 |
| 17. FUP-000075 | 41. FUP-000143 |
| 18. FUP-000076 | 42. FUP-000159 |
| 19. FUP-000077 | 43. FUP-000164 |
| 20. FUP-000079 | 44. FUP-000204 |
| 21. FUP-000082 | 45. FUP-000205 |
| 22. FUP-000083 | 46. FUP-000207 |
| 23. FUP-000085 | 47. FUP-000208 |
| 24. FUP-000086 | 48. FUP-000209 |

Escala = 1 cm



Estampa V

Coprólitos de morfología indeterminada:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000210 | 25. FUP-000238 |
| 2. FUP-000211 | 26. FUP-000239 |
| 3. FUP-000212 | 27. FUP-000240 |
| 4. FUP-000213 | 28. FUP-000241 |
| 5. FUP-000214 | 29. FUP-000242 |
| 6. FUP-000215 | 30. FUP-000243 |
| 7. FUP-000216 | 31. FUP-000247 |
| 8. FUP-000217 | 32. FUP-000249 |
| 9. FUP-000218 | 33. FUP-000255 |
| 10. FUP-000220 | 34. FUP-000256 |
| 11. FUP-000221 | 35. FUP-000264 |
| 12. FUP-000223 | 36. FUP-000265 |
| 13. FUP-000224 | 37. FUP-000268 |
| 14. FUP-000225 | 38. FUP-000269 |
| 15. FUP-000226 | 39. FUP-000270 |
| 16. FUP-000227 | 40. FUP-000271 |
| 17. FUP-000229 | 41. FUP-000272 |
| 18. FUP-000230 | 42. FUP-000274 |
| 19. FUP-000231 | 43. FUP-000275 |
| 20. FUP-000232 | 44. FUP-000276 |
| 21. FUP-000233 | 45. FUP-000282 |
| 22. FUP-000234 | 46. FUP-000283 |
| 23. FUP-000235 | 47. FUP-000284 |
| 24. FUP-000237 | 48. FUP-000286 |

Escala = 1 cm

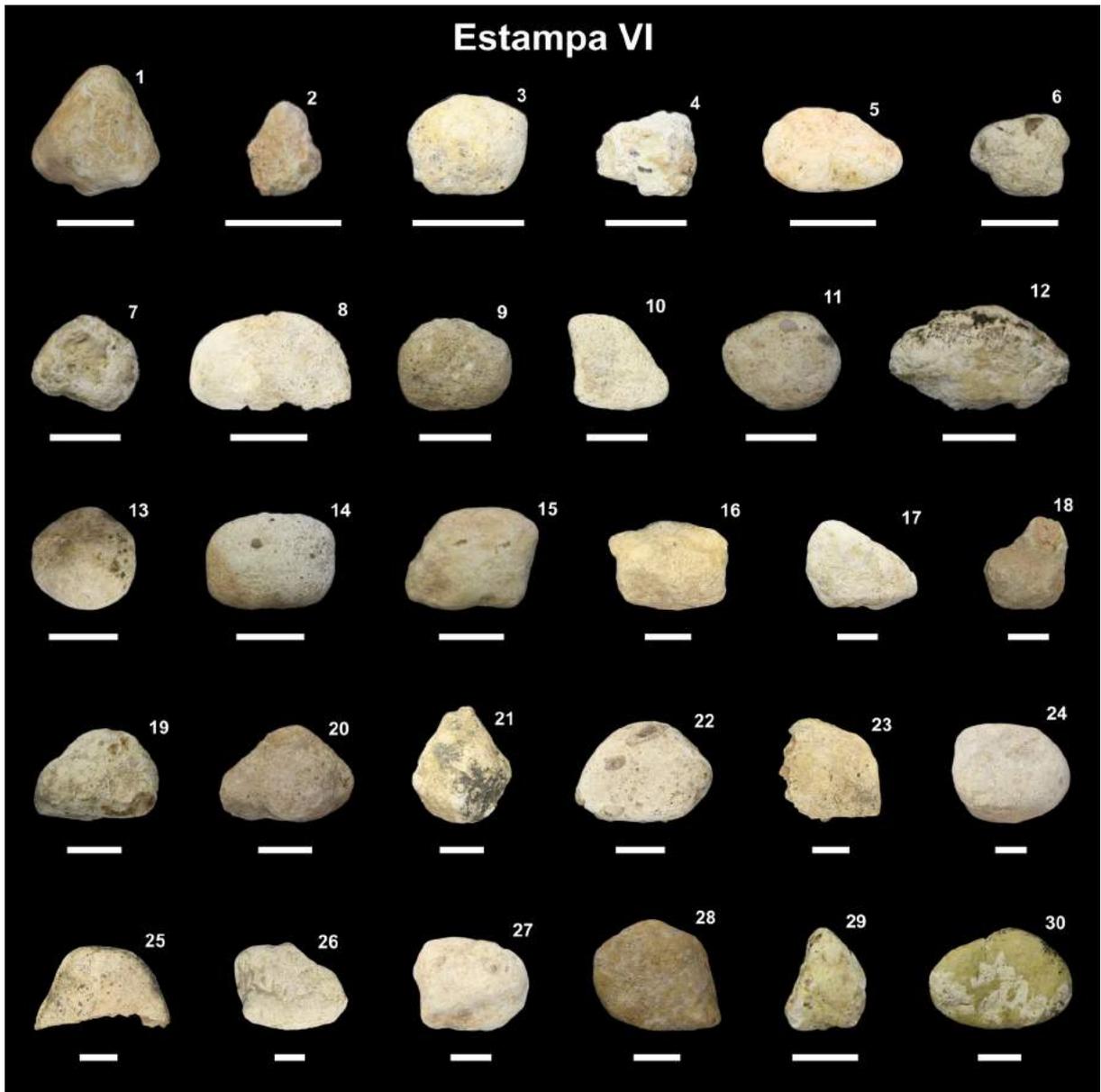


Estampa VI

Coprólitos de morfología indeterminada:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000296 | 16. FUP-000314 |
| 2. FUP-000297 | 17. FUP-000315 |
| 3. FUP-000298 | 18. FUP-000316 |
| 4. FUP-000299 | 19. FUP-000317 |
| 5. FUP-000300 | 20. FUP-000318 |
| 6. FUP-000301 | 21. FUP-000319 |
| 7. FUP-000302 | 22. FUP-000320 |
| 8. FUP-000303 | 23. FUP-000321 |
| 9. FUP-000304 | 24. FUP-000325 |
| 10. FUP-000305 | 25. FUP-000326 |
| 11. FUP-000306 | 26. FUP-000328 |
| 12. FUP-000307 | 27. FUP-000329 |
| 13. FUP-000309 | 28. FUP-000330 |
| 14. FUP-000310 | 29. FUP-000336 |
| 15. FUP-000312 | 30. FUP-000337 |

Escala = 1 cm



Estampa VII

Pseudocoprólitos:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000002 | 25. FUP-000053 |
| 2. FUP-000005 | 26. FUP-000056 |
| 3. FUP-000007 | 27. FUP-000058 |
| 4. FUP-000008 | 28. FUP-000060 |
| 5. FUP-000009 | 29. FUP-000061 |
| 6. FUP-000010 | 30. FUP-000067 |
| 7. FUP-000013 | 31. FUP-000068 |
| 8. FUP-000014 | 32. FUP-000078 |
| 9. FUP-000015 | 33. FUP-000084 |
| 10. FUP-000017 | 34. FUP-000088 |
| 11. FUP-000021 | 35. FUP-000094 |
| 12. FUP-000022 | 36. FUP-000098 |
| 13. FUP-000028 | 37. FUP-000101 |
| 14. FUP-000029 | 38. FUP-000102 |
| 15. FUP-000033 | 39. FUP-000104 |
| 16. FUP-000034 | 40. FUP-000105 |
| 17. FUP-000035 | 41. FUP-000106 |
| 18. FUP-000037 | 42. FUP-000108 |
| 19. FUP-000038 | 43. FUP-000109 |
| 20. FUP-000039 | 44. FUP-000112 |
| 21. FUP-000040 | 45. FUP-000114 |
| 22. FUP-000046 | 46. FUP-000115 |
| 23. FUP-000048 | 47. FUP-000116 |
| 24. FUP-000050 | 48. FUP-000117 |

Escala = 1 cm

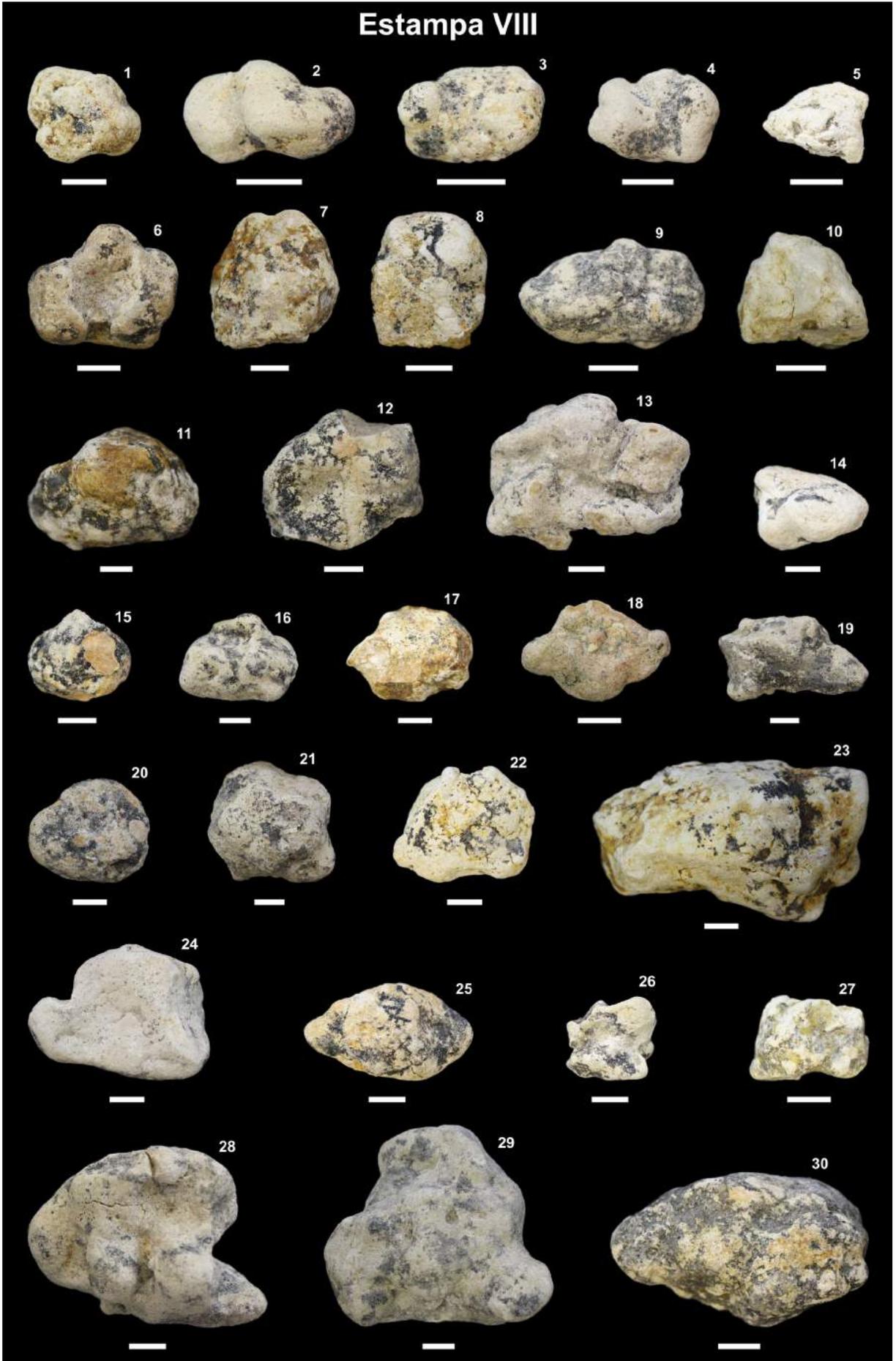


Estampa VIII

Pseudocoprólitos:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000118 | 16. FUP-000147 |
| 2. FUP-000119 | 17. FUP-000148 |
| 3. FUP-000120 | 18. FUP-000149 |
| 4. FUP-000121 | 19. FUP-000150 |
| 5. FUP-000123 | 20. FUP-000151 |
| 6. FUP-000127 | 21. FUP-000152 |
| 7. FUP-000129 | 22. FUP-000153 |
| 8. FUP-000132 | 23. FUP-000155 |
| 9. FUP-000133 | 24. FUP-000160 |
| 10. FUP-000136 | 25. FUP-000162 |
| 11. FUP-000137 | 26. FUP-000165 |
| 12. FUP-000138 | 27. FUP-000166 |
| 13. FUP-000139 | 28. FUP-000167 |
| 14. FUP-000140 | 29. FUP-000168 |
| 15. FUP-000146 | 30. FUP-000169 |

Escala = 1 cm

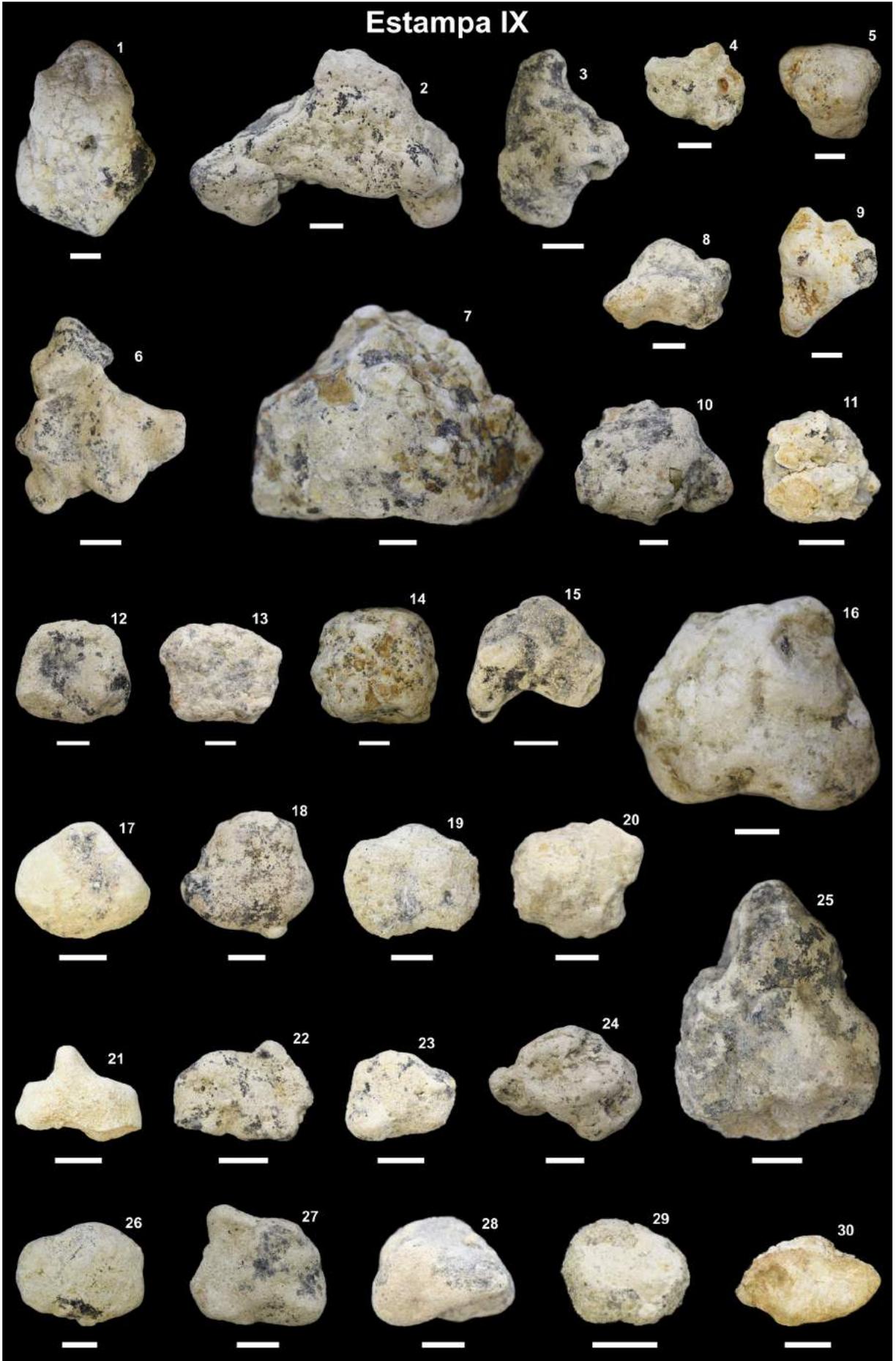


Estampa IX

Pseudocoprólitos:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000170 | 16. FUP-000185 |
| 2. FUP-000171 | 17. FUP-000186 |
| 3. FUP-000172 | 18. FUP-000187 |
| 4. FUP-000173 | 19. FUP-000188 |
| 5. FUP-000174 | 20. FUP-000189 |
| 6. FUP-000175 | 21. FUP-000190 |
| 7. FUP-000176 | 22. FUP-000191 |
| 8. FUP-000177 | 23. FUP-000192 |
| 9. FUP-000178 | 24. FUP-000193 |
| 10. FUP-000179 | 25. FUP-000194 |
| 11. FUP-000180 | 26. FUP-000196 |
| 12. FUP-000181 | 27. FUP-000197 |
| 13. FUP-000182 | 28. FUP-000200 |
| 14. FUP-000183 | 29. FUP-000201 |
| 15. FUP-000184 | 30. FUP-000219 |

Escala = 1 cm

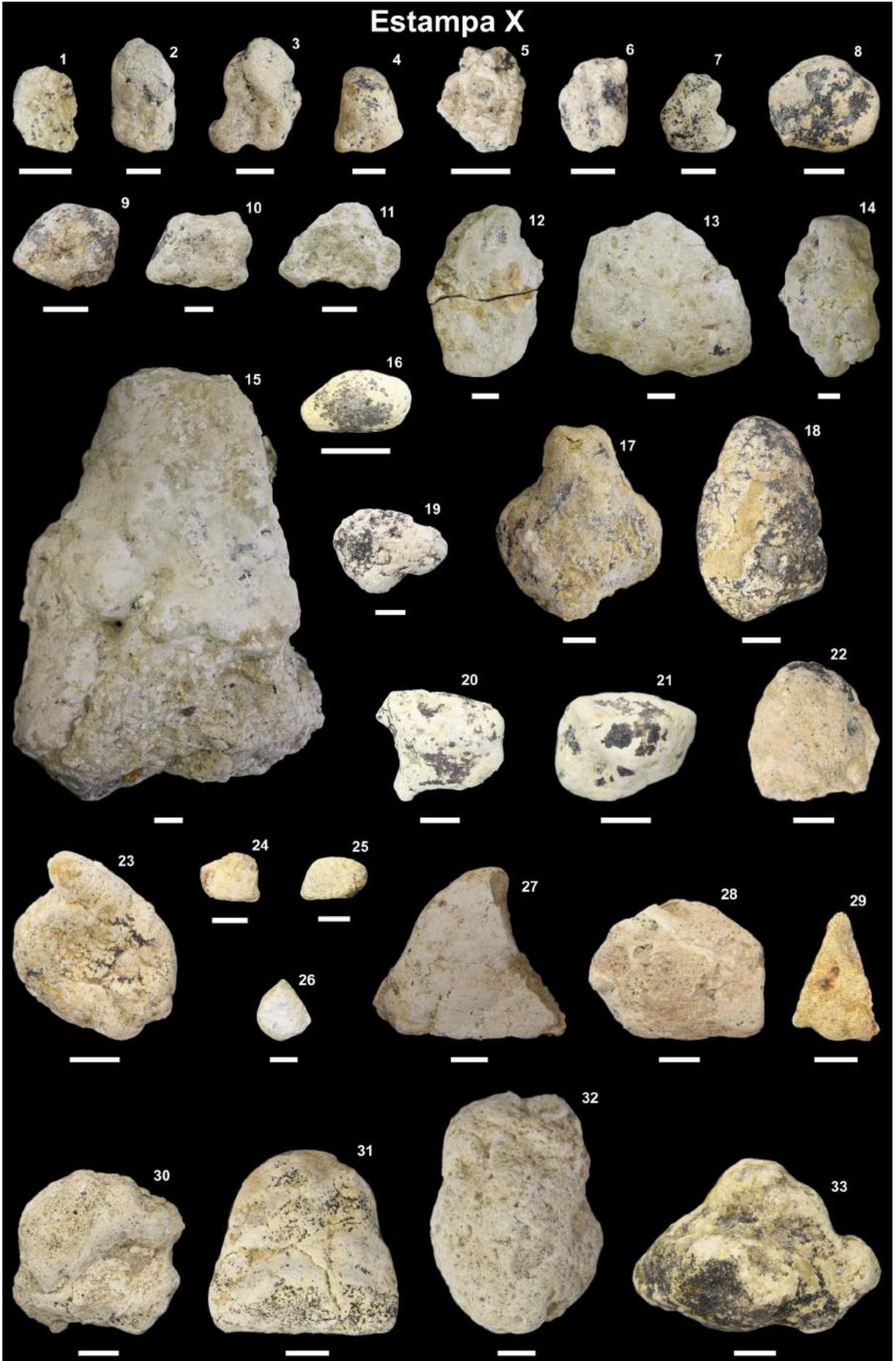


Estampa X

Pseudocoprólitos

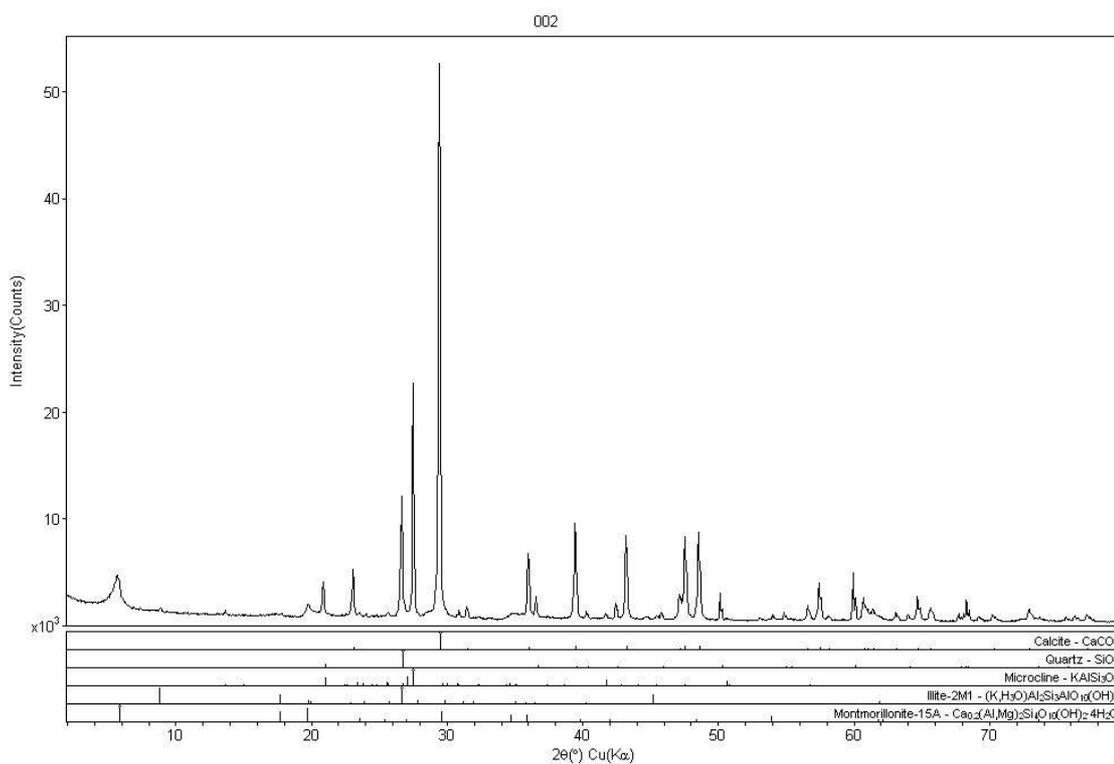
- | | |
|----------------|----------------|
| 1. FUP-000236 | 18. FUP-000285 |
| 2. FUP-000244 | 19. FUP-000290 |
| 3. FUP-000245 | 20. FUP-000291 |
| 4. FUP-000246 | 21. FUP-000292 |
| 5. FUP-000248 | 22. FUP-000293 |
| 6. FUP-000250 | 23. FUP-000294 |
| 7. FUP-000251 | 24. FUP-000308 |
| 8. FUP-000252 | 25. FUP-000311 |
| 9. FUP-000253 | 26. FUP-000313 |
| 10. FUP-000258 | 27. FUP-000322 |
| 11. FUP-000259 | 28. FUP-000331 |
| 12. FUP-000260 | 29. FUP-000332 |
| 13. FUP-000261 | 30. FUP-000333 |
| 14. FUP-000262 | 31. FUP-000334 |
| 15. FUP-000263 | 32. FUP-000335 |
| 16. FUP-000273 | 33. FUP-000339 |
| 17. FUP-000281 | |

Escala = 1 cm



Anexos

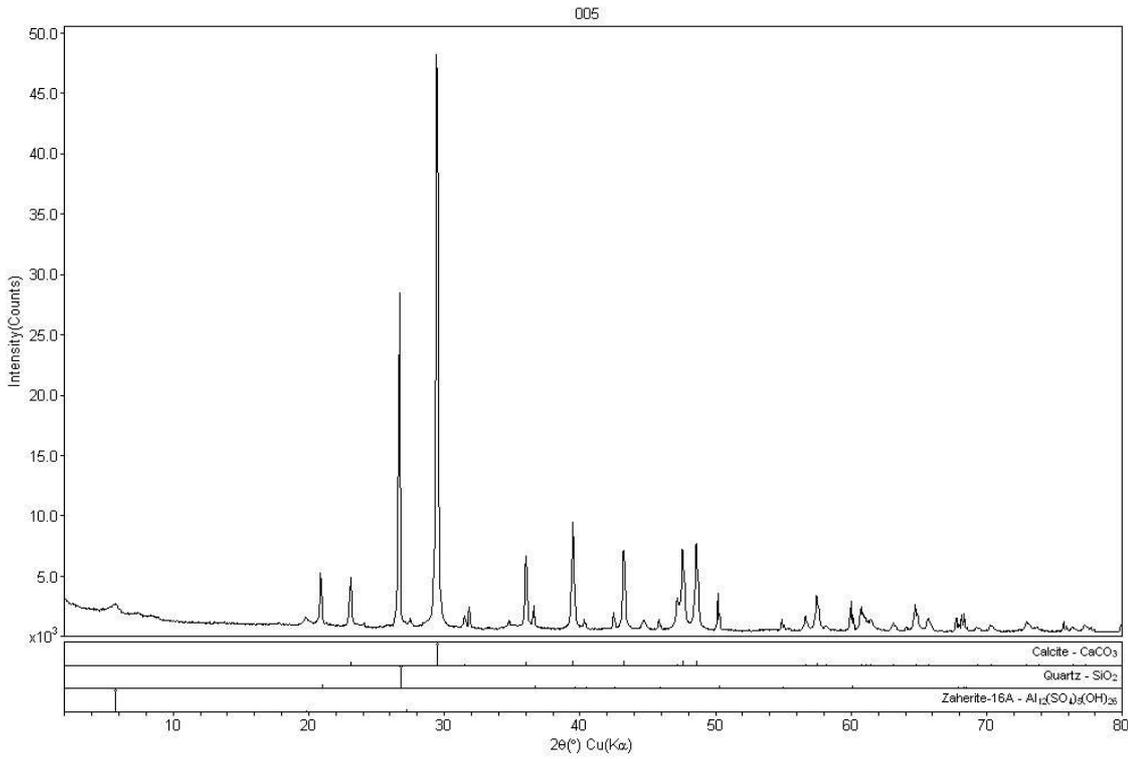
Neste tópico são apresentados os resultados da difratometria de raios-X dos coprólitos e pseudocoprólitos dos sítios paleontológicos Peirópolis e Serra da Galga, região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Difração de Raios-X do Instituto de Geociências (IG) da Universidade de Brasília (UnB).



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:17a (MDI/ADEB)

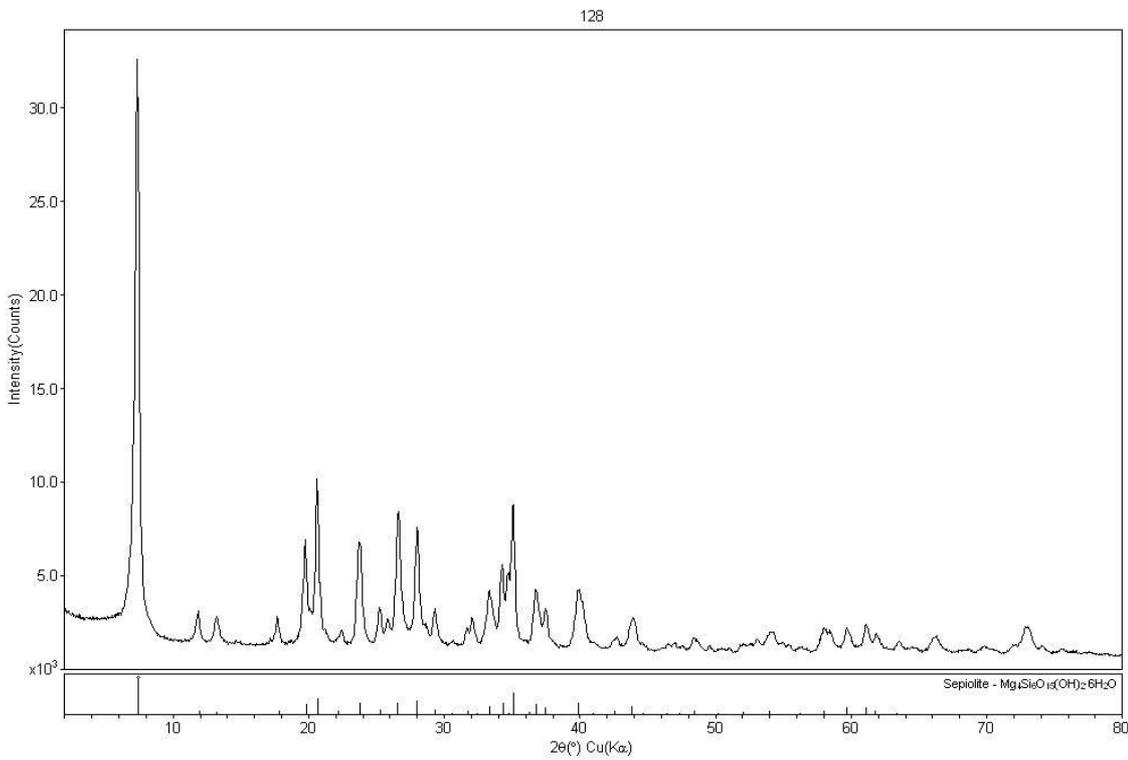
Anexo 1. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000002.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:12a (MDI/JADEB)

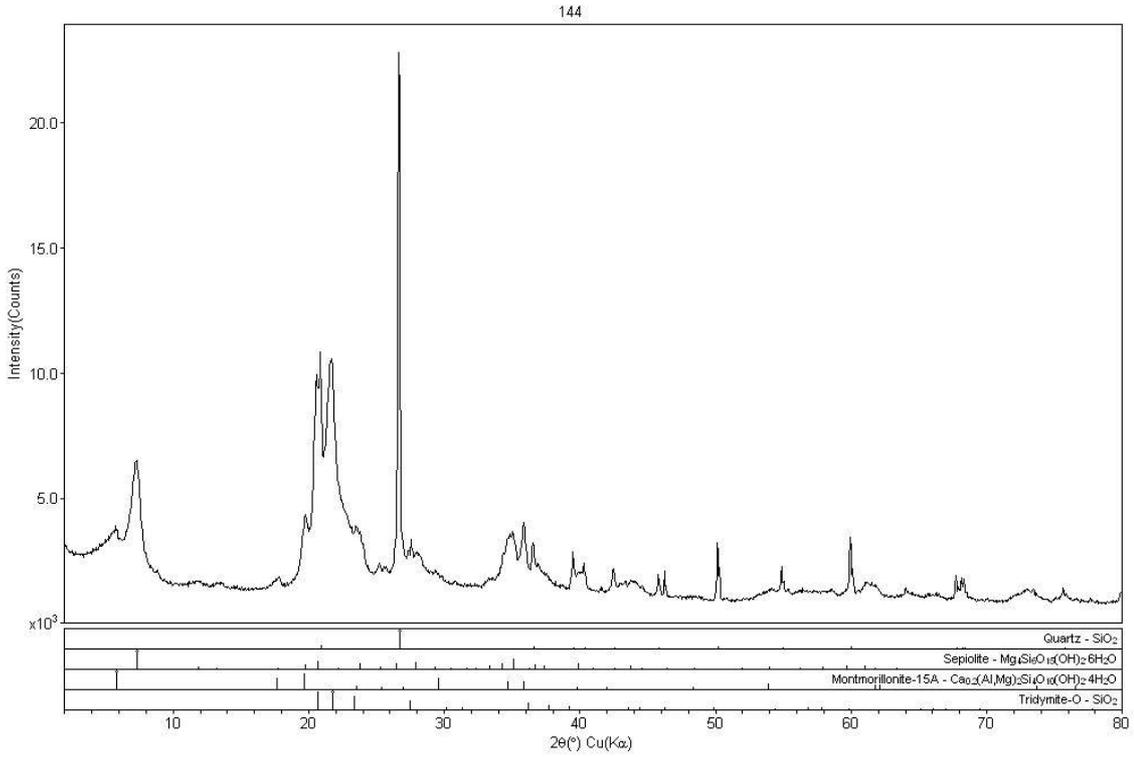
Anexo 2. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000005.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:12a (MDI/JADEB)

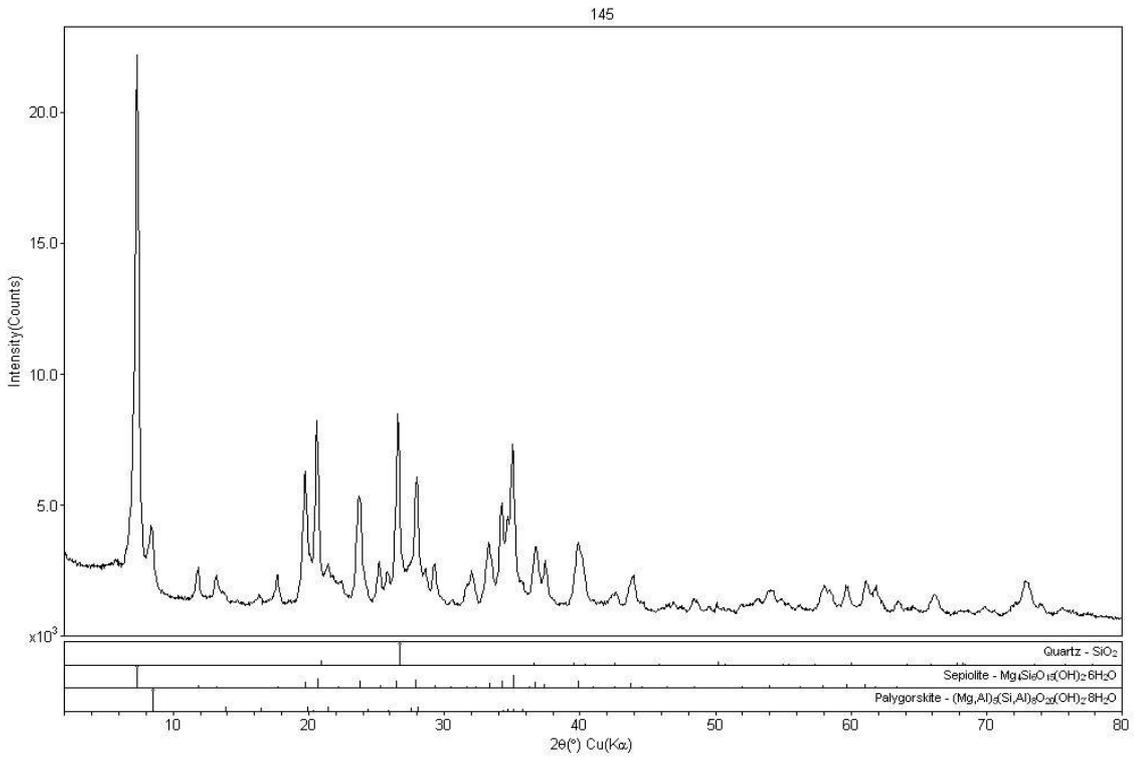
Anexo 3. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000128.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:13a (MDI/JADEB)

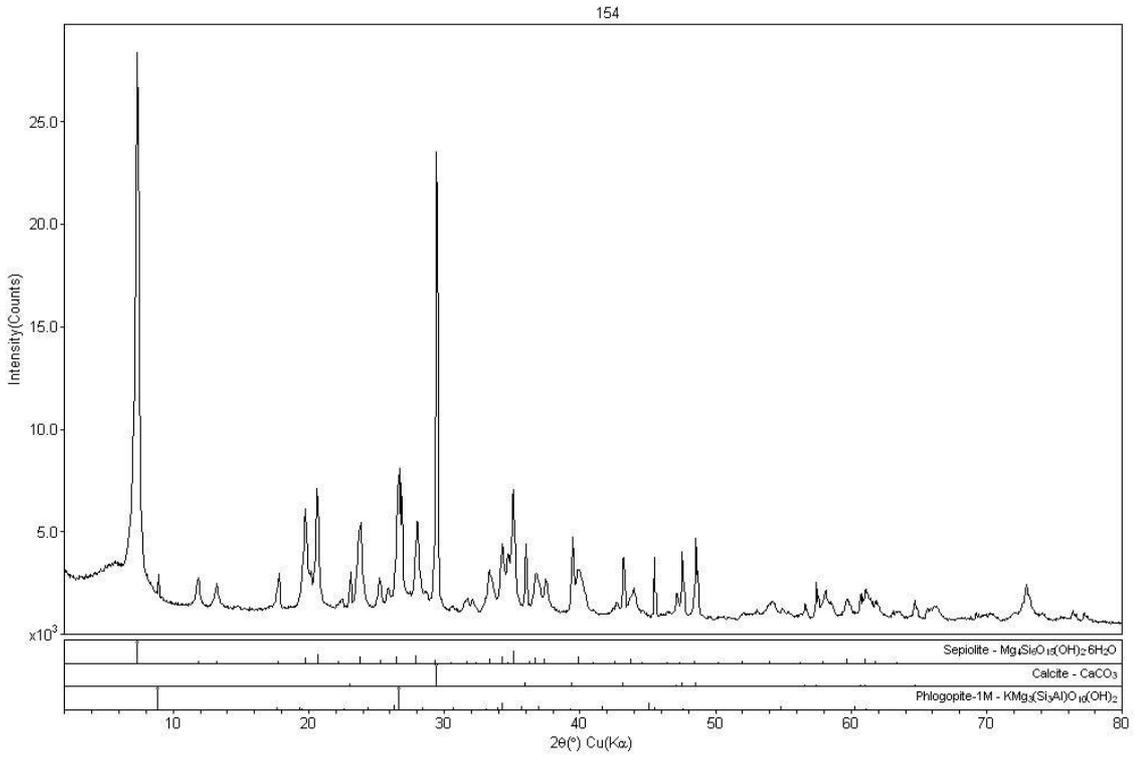
Anexo 4. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000144.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:13a (MDI/JADEB)

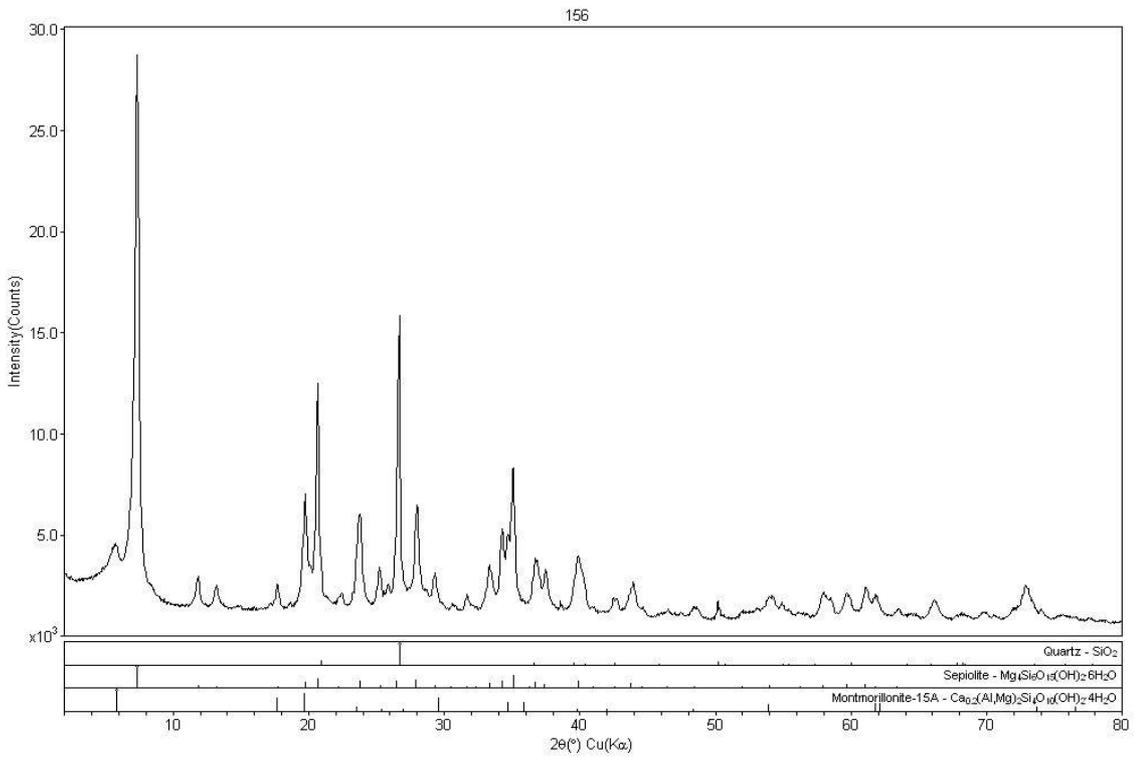
Anexo 5. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000145.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:13a (MDI/JADEB)

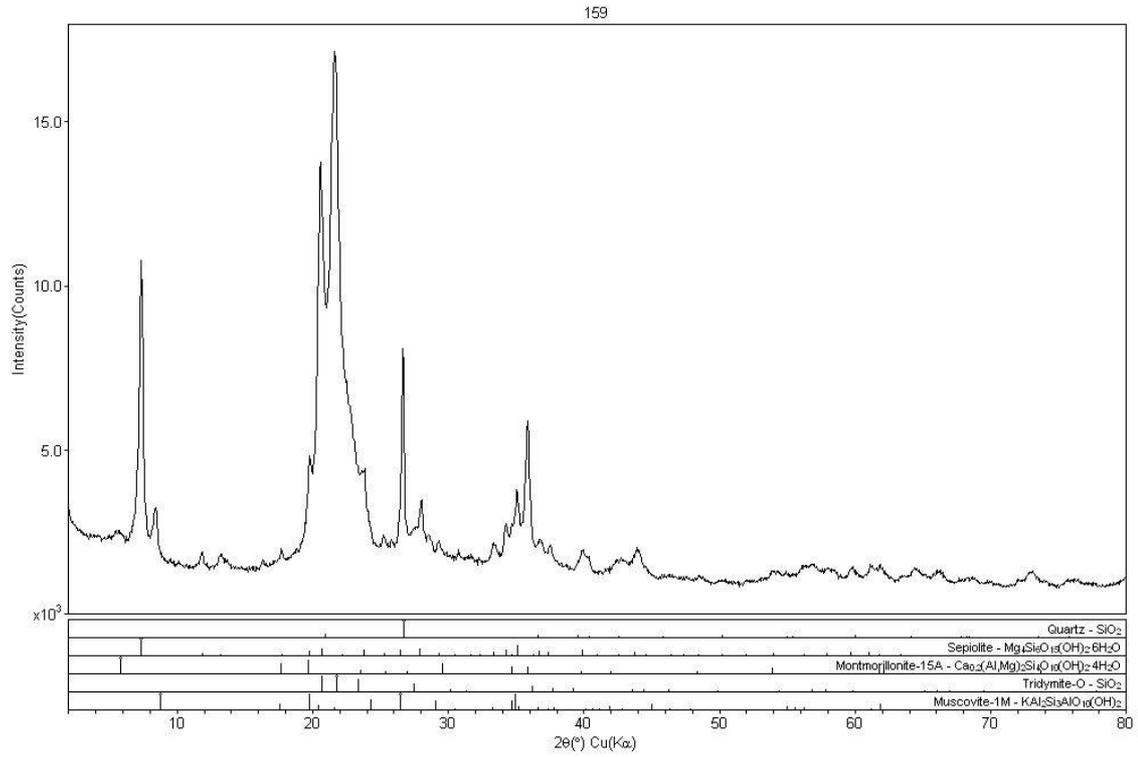
Anexo 6. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000154.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Monday, January 18, 2016 02:33p (MDI/JADEB)

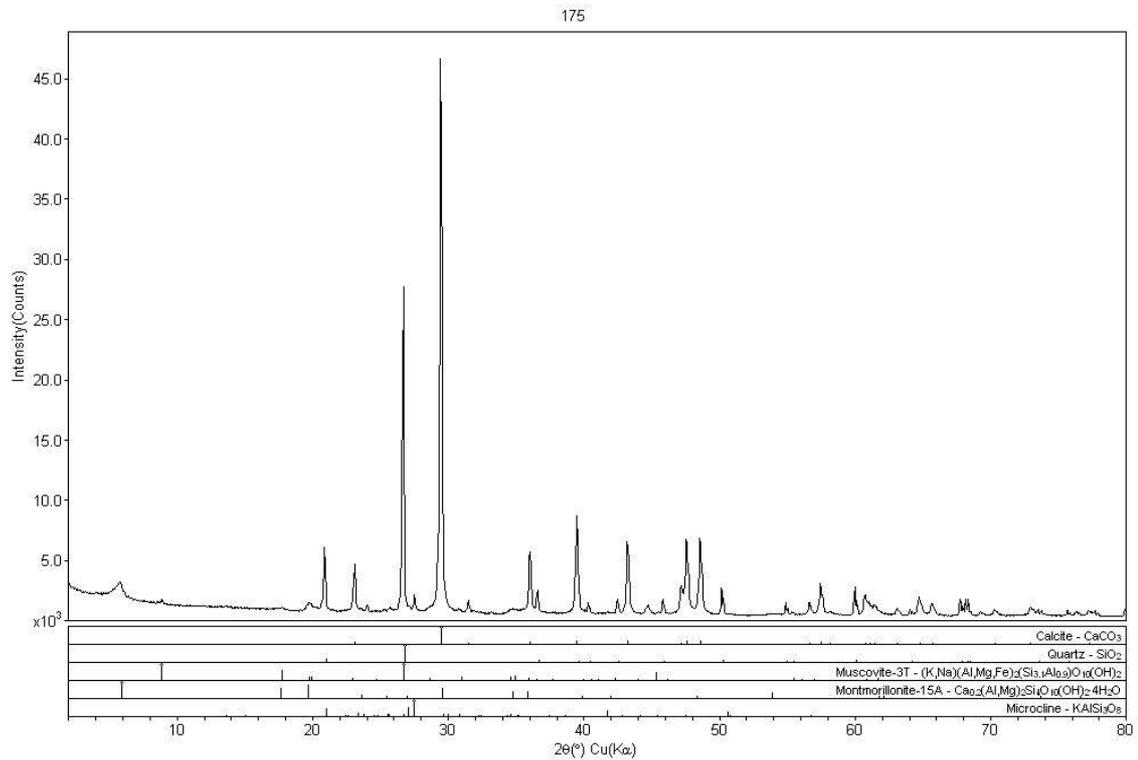
Anexo 7. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000156.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:13a (MDI/JADEB)

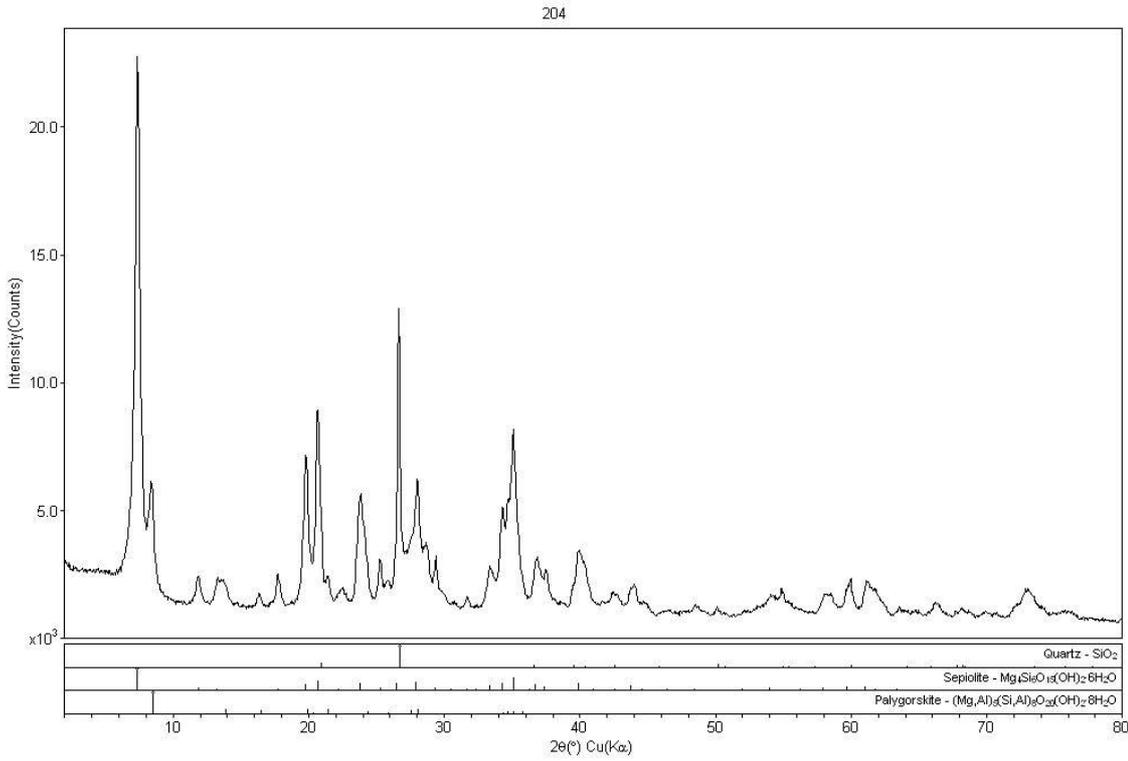
Anexo 8. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000159.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:16a (MDI/JADEB)

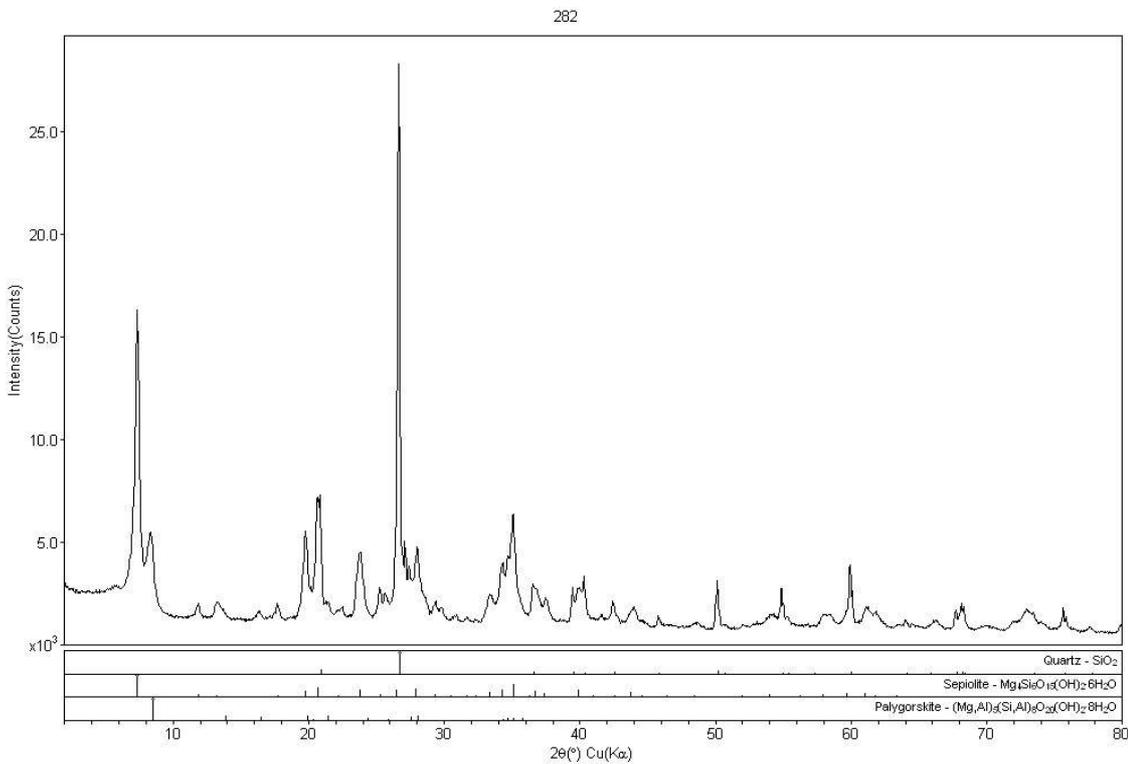
Anexo 9. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000175.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:14a (MDI/JADEB)

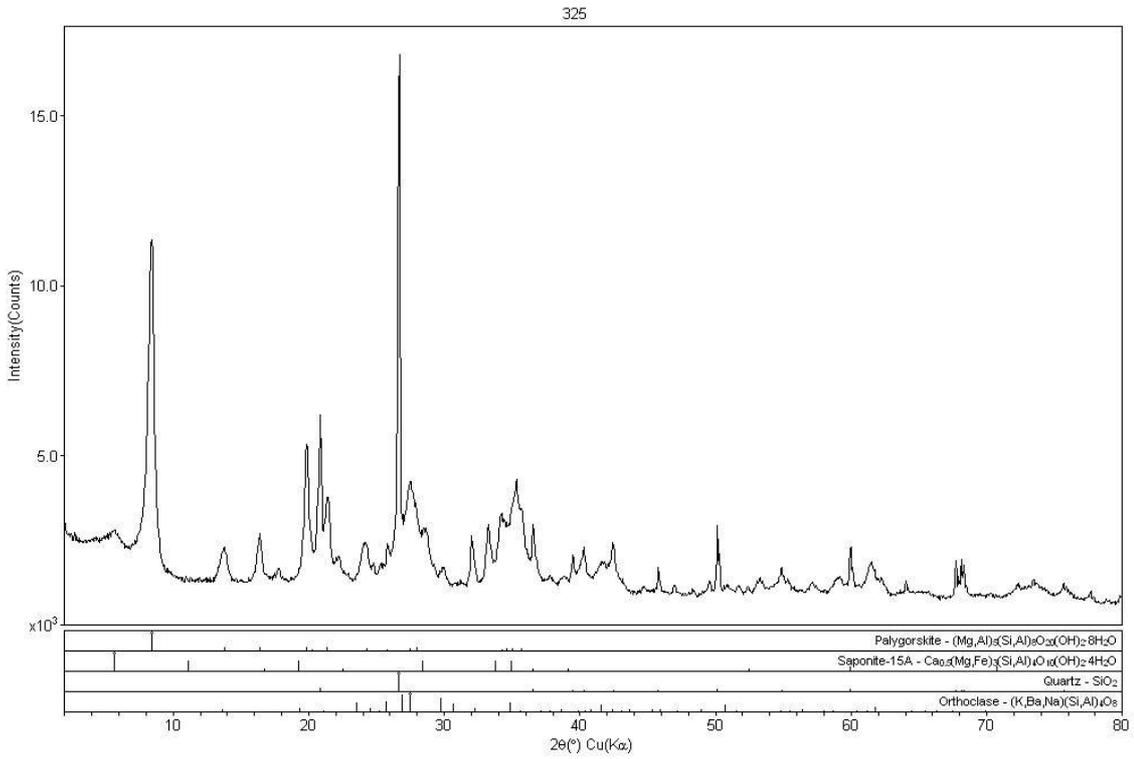
Anexo 10. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000204.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:15a (MDI/JADEB)

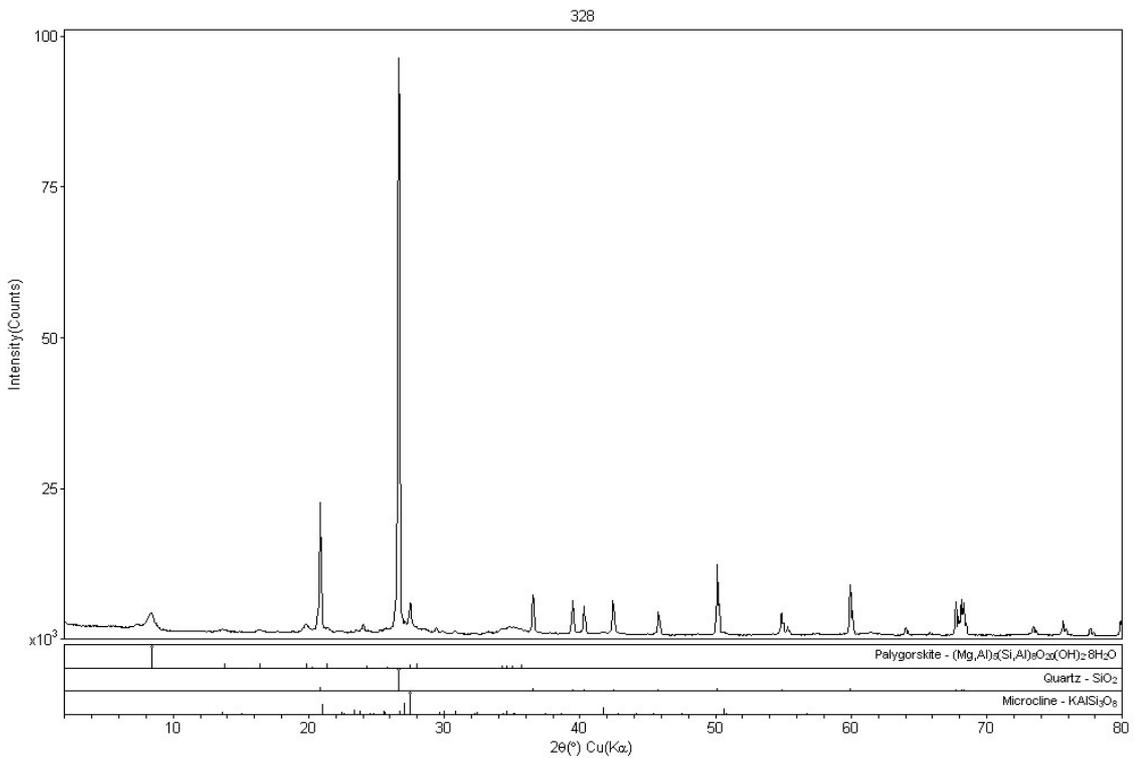
Anexo 11. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000282.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:17a (MDI/JADEB)

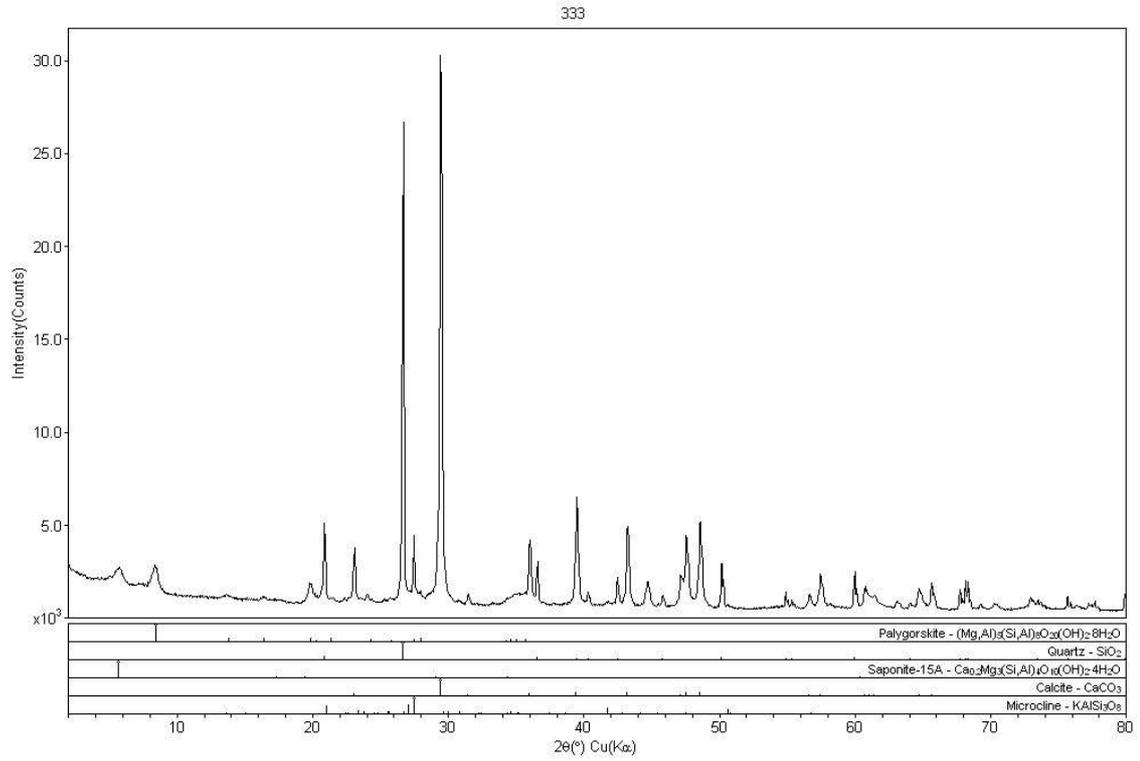
Anexo 12. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000325.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:18a (MDI/JADEB)

Anexo 13. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000328.



Campus Univ Darby Ribeiro

[RAIO-X]IG Wednesday, December 09, 2015 10:18a (MDI/JADEB)

Anexo 14. Espectro de difração de raios-X da amostra FUP-000333.