

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA

JÚLIA CRUZ BERTOLUCCI

Novos Registros de Icnofósseis para o Grupo Bauru (Cretáceo Superior) no Triângulo
Mineiro

Uberlândia
2020

JÚLIA CRUZ BERTOLUCCI

Novos Registros de Icnofósseis para o Grupo Bauru (Cretáceo Superior) no Triângulo
Mineiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geografia da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Heitor Siqueira Sayeg

Uberlândia

2020

JÚLIA CRUZ BERTOLUCCI

Novos Registros de Icnofósseis para o Grupo Bauru (Cretáceo Superior) no Triângulo
Mineiro

Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto de
Geografia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em Geografia

Uberlândia, 23 de dezembro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Heitor Siqueira Sayeg – UFU

Profª. Drª. Sabrina Coelho Rodrigues – UFU

Prof. Dr. Daniel Sedorko – UFU

Prof Dr. Bernardo Javier González Riga – UNC/CONICET

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Nuciete e Luiz pelo apoio, incentivo e carinho durante a graduação e especialmente nesta etapa final, bem como pelas várias experiências que me fizeram apaixonar pelas Geociências.

Agradeço ao meu irmão Artur e familiares que torceram por mim.

Agradeço ao professor e amigo Douglas Riff pelo acolhimento no Laboratório de Paleontologia, pela orientação e pela atenção mesmo com diversas dificuldades durante esse período.

Aos professores e amigos Heitor S. Sayeg e Marcos H. O. Souza pelos ensinamentos e orientações nas atividades e pesquisas realizadas no Museu de Minerais e Rochas do Instituto de Geografia Universidade Federal de Uberlândia (IG-UFU) durante a graduação.

Ao Dr. Rafael Costa da Silva pelos conselhos e ajudas sobre a paleoicnologia.

À Lucy Souza, que descobriu a pegada estudada aqui.

Aos professores Bernardo Riga, Daniel Sedorko e Sabrina Rodrigues pela participação na banca de avaliação.

À todos que me acompanharam até aqui e que de alguma forma contribuíram no meu crescimento acadêmico e pessoal, em especial às amigas e companheiras de curso Bianca, Pâmella, Thaís e Thaynara, que tornaram os trabalhos em grupo e PIPEs bem menos ruins, aos amigos Ellis, Thales, Elora, Mayza, Valéria, Vivi, Carol e Jaque pela torcida e pelo carinho no decorrer dos últimos anos.

Aos demais colegas da Geografia com quem dividi bons momentos e grandes aprendizados.

Agradeço também aos professores e demais pesquisadores que me inspiraram e inspiram ao melhoramento contínuo.

RESUMO

As formações do Grupo Bauru, unidade do Cretáceo Superior da Bacia Bauru, representam depósitos essencialmente siliciclásticos continentais de um período em que o clima variou de árido para semiárido e possuem um conteúdo fossilífero muito diversificado, tanto para fósseis corporais quanto para traços fósseis. As Formações Adamantina e Marília correspondem às unidades do grupo com maior registro de icnofósseis, apresentando registros de atividades de plantas, invertebrados e vertebrados. Porém os traços fósseis de vertebrados, até o momento, se restringiam a coprólitos, gastrólitos, cascas de ovos e ninhos. Novos icnofósseis provenientes do Triângulo Mineiro são reportados para essas unidades, sendo eles várias cascas de ovos e um *Taenidium* de afloramentos da Formação Adamantina e o primeiro registro de pegada de Dinosauria do Grupo Bauru é apresentado para o Membro Echaporã da Formação Marília, da região de Gurinhatã. A pegada é atribuída à um pequeno dinossauro terópode, compatível com outras pegadas de terópodes de bacias sedimentares brasileiras do Cretáceo e com morfologia dos dinossauros abelissauróideos Noassaurídeos, existentes na Bacia Bauru desde o Cretáceo Inferior e caracterizados pelo tamanho corporal reduzido.

Palavras-chave: Grupo Bauru. Icnofósseis. Pegada.

ABSTRACT

The formations of the Bauru Group, a unit of the Upper Cretaceous of the Bauru Basin, represent essentially siliciclastic continental deposits from a period in which the climate varied from arid to semi-arid and have a truly diverse fossiliferous content, both for body fossils and for trace fossils. The Adamantina and Marília Formations correspond to the units of the group with the highest ichnofossils record, from activities of plant, invertebrate and vertebrate. However, the vertebrate ichnites, until now, were restricted to coprolites, gastrolites, eggshells and nests. New ichnofossils from the Triângulo Mineiro are reported for these units, which include several eggshells and a *Taenidium* from two outcrops of the Adamantina Formation and the first Bauru Group's record of a Dinosauria footprint is presented to the Echaporã Member of the Marília Formation, in the Gurinhatã region. The footprint is attributed to a small theropod dinosaur, compatible with others theropods footprints from Brazilian sedimentary basins of the Cretaceous and with the morphology of the abelisauroids Noasaurids dinosaurs, existing in the Bauru Basin since the Lower Cretaceous and is characterized by the small-size body.

Keywords: Bauru Group. Ichnofossils. Footprint.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Objetivos e Metodologias	9
1.1.1 Objetivo Geral	9
1.1.2 Objetivos Específicos	10
1.1.3 Metodologia.....	10
2. GEOLOGIA REGIONAL	12
2.1 A Bacia Bauru	12
2.2 O Grupo Bauru	14
2.3 Membros da Formação Marília	17
3 NOVO REGISTRO ICNOLÓGICO	20
3.1 Localidade e características geológicas.....	20
3.1.1 Caracterização das lâminas.....	23
3.2 Caraterização da Pegada	24
4 REGISTROS PALEONTOLÓGICOS	30
4.1 Dinossauros Terópodes Não-Avianos do Grupo Bauru	30
4.2 Icnofósseis do Grupo Bauru	32
4.3 Ocorrências adicionais de cascas de ovos na Formação Adamantina	33
4.4 Ocorrência adicional de Taenidium associado a ossos de Sauropoda	34
4.5 Icnofácies	35
5 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

A relevância dos icnofósseis nos estudos paleoambientais tem sido ressaltada por diversos autores no Brasil e para pesquisas sobre a Bacia Bauru (FERNANDES *et al.*, 2002; FERNANDES *et al.*, 2007; MINEIRO, 2014; MINEIRO *et al.*, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2017a, 2017b), visto que os traços fósseis podem atuar como critérios de demonstração das características deposicionais, como indicativos das taxas de oxigenação e salinidade, da diversidade de comportamento das associações fossilíferas, do grau de retrabalhamento dos sedimentos pelos organismos, representando, ainda, para invertebrados, cujo corpo mole normalmente não se preserva, frequentemente os únicos registro. (BUATOIS & MÁNGANO, 2011; FERNANDES *et al.*, 2002; FERNANDES *et al.*, 2007). Logo, a Paleoicnologia fornece valiosas informações paleoecológicas e é fundamental para a interpretação paleoambiental.

A partir dos icnofósseis pode-se obter também informações que refletem as adaptações dos organismos aos condicionamentos ecológicos específicos através da preservação etológica, que relacionada à dinâmica dos sistemas deposicionais permite a organização do registro estratigráfico (BUATOIS & MÁNGANO, 2011; FERNANDES *et al.*, 2007).

O Grupo Bauru, unidade do Cretáceo Superior da Bacia Bauru, possui um arcabouço geológico e paleontológico vasto e rico, apresentando um importante registro fossilífero e icnofossilífero brasileiro dessa época (FERNANDES E RIBEIRO, 2015). Apesar disso, seu registro icnológico começou a ganhar destaque em estudos específicos para eles mais recentemente (MINEIRO, 2014; MINEIRO *et al.*, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2017a, 2017), visto que anteriormente os icnofósseis eram, muitas vezes, apenas citados em pesquisas de somatofósseis.

Por esses fatores, as pesquisas sobre o conteúdo icnofossilífero da Bacia Bauru são fundamentais para a compreensão da totalidade paleobiogeográfica da unidade, cuja riqueza paleontológica é imensurável, apesar das condições ambientais que apresentava, que variou de desérticas à semiáridas durante sua evolução (FERNANDES E RIBEIRO, 2015).

Portanto, aqui é feita a análise de uma pegada do membro Echaporã da Formação Marília, o primeiro registro dessa categoria reportado para o grupo, e são apontados novos icnofósseis do Grupo Bauru, de afloramentos do Triângulo Mineiro, sendo eles um *Taenidium* e cascas de ovos da Formação Adamantina.

Assim, pretende-se identificar a proveniência da pegada, atribuída a um dinossauro terópode, e apontar possíveis produtores, conforme a fauna existente conhecida e através da comparação com pegadas similares, expandindo a compreensão da fauna preservada no Grupo

Bauru, principalmente para suas unidades aflorantes no Triângulo Mineiro e ressaltar sua importância geopatrimonial.

Para tanto, o trabalho divide-se em quatro capítulos, intitulados Geologia Regional, Registro Fossilífero da Bacia Bauru, Novo registro icnológico e Conclusão. No capítulo 2 *Geologia Regional* são caracterizadas a Bacia Bauru, o Grupo Bauru e suas formações conforme a literatura existente, com detalhamento para as unidades Adamantina e Marília. Neste capítulo são descritos os principais aspectos geológicos e estratigráficos da área estudada. Seu objetivo é compreender os processos formadores e possíveis condicionantes preservacionais das informações paleoambientais a fim de subsidiar a análise e discussão relativa ao objeto dessa pesquisa, presente no capítulo intitulado “Novo Registro Icnológico”.

No capítulo 3 *Novo Registro Icnológico* é apresentada uma pegada atribuída a um dinossauro terópode. São feitas a descrição morfológica e comparações da impressão com pegadas similares, a descrição do afloramento de proveniência e as características da rocha matriz, com caracterização microscópica através de lâminas petrográficas.

No capítulo 4 *Conteúdo Fossilífero* é apresentado os dados paleontológicos, com detalhamento dos dinossauros terópodes não-avianos conhecidos para o Grupo Bauru e do conteúdo icnofossilífero, sendo reportados novos traços fósseis encontrados em rochas das Formações Adamantina e Marília. Nesse capítulo são apresentadas também as indicações de icnofácies para essas formações e suas características.

Ao final, as conclusões são apresentadas no capítulo 6, juntamente com apontamentos para uma futura agenda de pesquisa.

1.1 Objetivos e Metodologias

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar um novo registro paleoicnológico para a Formação Marília, Grupo Bauru da Bacia Bauru, em seus aspectos paleobiológicos e paleoambientais, e apontar outros icnofósseis encontrados na Formação Adamantina, também do Grupo Bauru, de afloramentos no Triângulo Mineiro.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever os aspectos morfológicos e preservacionais de uma pegada proveniente de um afloramento da Formação Marília, no município de Gurinhatã;
- Descrever as características da rocha matriz e do afloramento de origem da pegada, a fim de interpretar suas características paleoambientais
- Comparar a pegada com outras similares de outras bacias sedimentares brasileiras do Cretáceo, a fim de inferir possíveis produtores;
- Analisar um traço fóssil de invertebrado para Formação Adamantina, do município de Campina Verde, conforme o que é reportado para a unidade;
- Reportar cascas de ovos e ovos encontrados em afloramento da Formação Adamantina, do município de Gurinhatã.

1.1.3 Metodologia

A metodologia deste trabalho consistiu nas seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica para a atualização e o aprofundamento conceitual sobre paleoicnologia, com destaque para pegadas de dinossauros;
- Busca bibliográfica de trabalhos disponíveis sobre a Bacia Bauru, com destaque para o Grupo Bauru e suas Formações Adamantina e Marília, visando compreender os quadros geológico e paleontológico dessas unidades;
- Trabalho de campos de reconhecimento e prospecção em afloramentos nos Municípios de Campina Verde e Gurinhatã, no Triângulo Mineiro, sendo eles os de proveniência da pegada e demais traços fósseis, bem como outros circundantes, a fim de reconhecer feições referenciadas na literatura e coleta de dados;
- Análise morfológica da pegada e comparativa com registros similares de outras bacias sedimentares brasileiras do Cretáceo;
- Análise petrográfica da matriz rochosa a partir da confecção de lâminas petrográficas (transversal e longitudinal) de uma amostra do mesmo nível estratigráfico da pegada e análise das mesmas em microscópio petrográfico.

Maior ênfase foi dada ao Membro Echaporã, pertencente à Formação Marília, por ser a unidade geológica de origem da pegada fóssil apresentada. Foram ressaltadas, também,

características geológicas e informações paleontológicas da Formação Adamantina devido à relevância do seu conteúdo icnológico e aos icnofósseis recentemente encontrados em afloramentos dessa unidade, são eles variadas cascas de ovos e um *Taenidium*.

2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1 A Bacia Bauru

A Bacia Bauru (figura 1) é uma unidade geotectônica com formato alongado na direção norte e nordeste e que abrange partes dos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, ocupando uma área de aproximadamente 330.000 km², de acordo com Batezelli (2003, 2010). Entretanto, para Fernandes & Ribeiro (2015) a área é de aproximadamente 370.000 km², incluindo áreas do Paraguai.

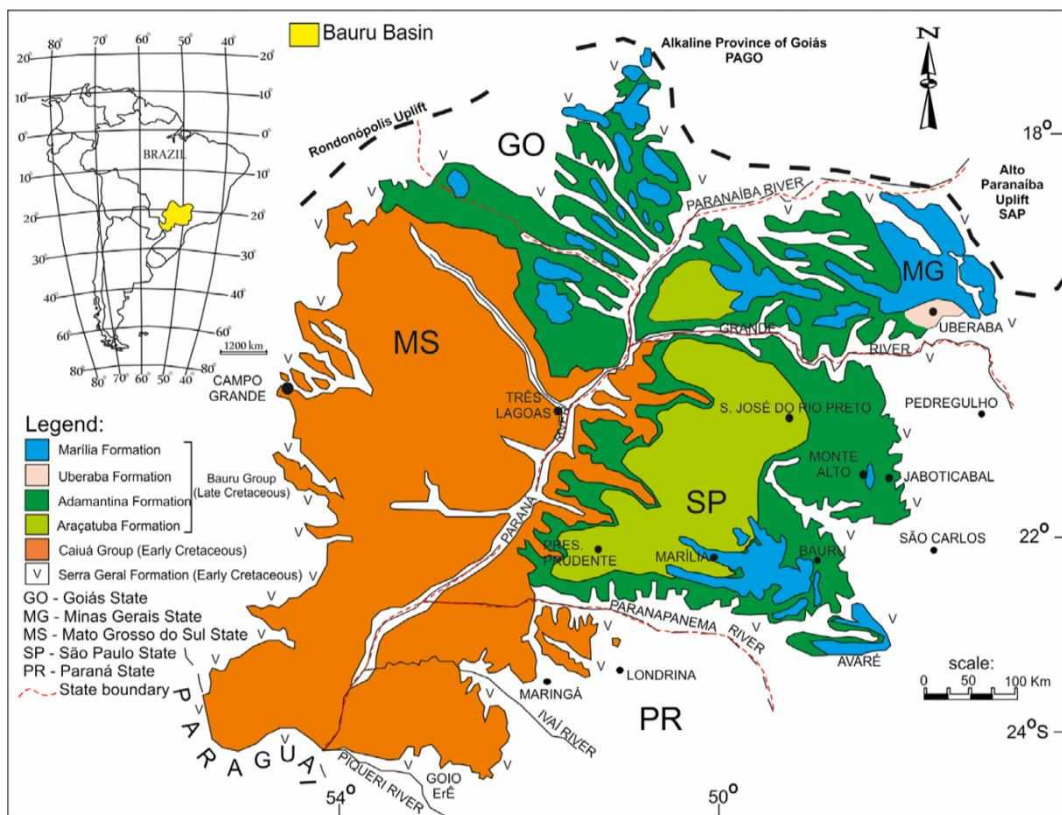


Figura 1 – Mapa Geológico da Bacia Bauru (BATEZELLI, 2015).

A Bacia Bauru formou-se ao longo do final do Cretáceo Inferior e do Cretáceo Superior, como consequência dos processos relacionados à ruptura Gondwânica e que resultou na separação da América do Sul e da África e no abatimento tectônico da porção centro-norte da Bacia do Paraná (BATEZELLI, 2003 e 2010; FERNANDES & COIMBRA, 1996 e 2000).

Esse abatimento tectônico foi produto da reestruturação tectônica da parte meridional da Placa Sul-Americana após o fim do magmatismo do Eocretáceo (gerador dos derrames Paraná-Etendeka) gerando bacias sedimentares continentais (BATEZELLI, 2003 e 2010). Tal

reestruturação gerou eventos tectônicos que podem ser divididos em duas fases principais: a primeira corresponde à subsidência termal Eocretácea decorrente do peso da cobertura dos basaltos da Formação Serra Geral; enquanto a segunda se relaciona aos soerguimentos neocretáceos das regiões Sudeste de Minas Gerais e Sul do Goiás, oriundos das interferências magmáticas da Pluma Mantélica de Trindade (BATEZELLI, 2010).

A partir dos eventos da primeira fase da reestruturação tectônica Eocretácea originou-se o Grupo Caiuá, que ocupa as áreas de maior expressão da subsidência termal, ao passo que dos eventos ligados à segunda fase formou-se o Grupo Bauru (BATEZELLI, 2010), ambos com características sedimentológicas próprias. Dessa forma, a Bacia Bauru tem os basaltos da Formação Serra Geral por substrato, da qual separa-se por uma superfície erosiva regional, e divide-se entre os dois grupos cronocorrelatos citados (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

Ademais, como posto por Batezelli (2010), a existência de uma superfície de descontinuidade entre as unidades Caiuá e Bauru, caracterizada por notável camada de paleossolo chamada de Geossolo Santo Anastácio (FULFARO *et al.* 1999a e 1999b apud BATEZELLI, 2010), confirma que entre o Cretáceo Inferior e o Superior ocorreu uma reestruturação tectônica, a qual culminou no deslocamento do depocentro sedimentar para norte, situando-se entre o Oeste Paulista e o Sudoeste Mineiro, bem como indica que houve uma mudança climática entre o período de formação dessas unidades, implicando em condições mais úmidas no Neocretáceo do que no Eocretáceo.

Os limites atuais da Bacia Bauru (figura 1) são caracterizados como essencialmente de origem tectônica e/ou erosiva conforme apresentados por Fernandes & Coimbra (1996) e Riccomini (1997). Assim sendo, eles são delineados a noroeste pela Antéclise de Rondonópolis, a nordeste pelo Soerguimento do Alto Paranaíba, a leste pelos alinhamentos do Rio Moji Guaçu, São Carlos-Leme e Ibatinga-Botucatu, a sul e sudeste pelo alinhamento do Paranapanema e a oeste o limite encontra-se encoberto pela cobertura sedimentar aluvionar da planície do Rio Paraná, de idade terciária (BATEZELLI, 2003 e 2015).

Dos eventos ligados a esses limites, devemos destacar o levantamento da Serra do Mar e o Soerguimento do Alto Paranaíba na borda oriental, assim como da Província Alcalina de Goiás, sendo desses últimos que proveram os pulsos sedimentares de norte e nordeste que conformaram o nível de base da bacia (BATEZELLI, 2003 e 2010). Além desses eventos, dentre aqueles que favoreceram os processos erosivos responsáveis pelo desenvolvimento da Bacia Bauru temos, ainda, o falhamento relacionado à gênese da Bacia do Pantanal (BATEZELLI, 2015).

2.2 O Grupo Bauru

As unidades deste Grupo, cujas idades estão entre o Coniaciano e o Maastrichtiano (figura 5) (CASTRO *et al.*, 2018), assentam-se principalmente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, da Bacia do Paraná, e sobre os depósitos do Grupo Caiuá, da Bacia Bauru. Elas registram um período inicial de deposição aluvial dominada por rios entrelaçados e de baixa sinuosidade, que interagiram com depósitos de ambientes lacustres rasos (figura 2), também chamados de *playa-lakes*, seguido da colmatação do nível de base anterior, promovida por um sistema aluvial que se desenvolveu devido ao soerguimento nas bordas leste, nordeste e norte da bacia (BATEZELLI, 2003 e 2010).

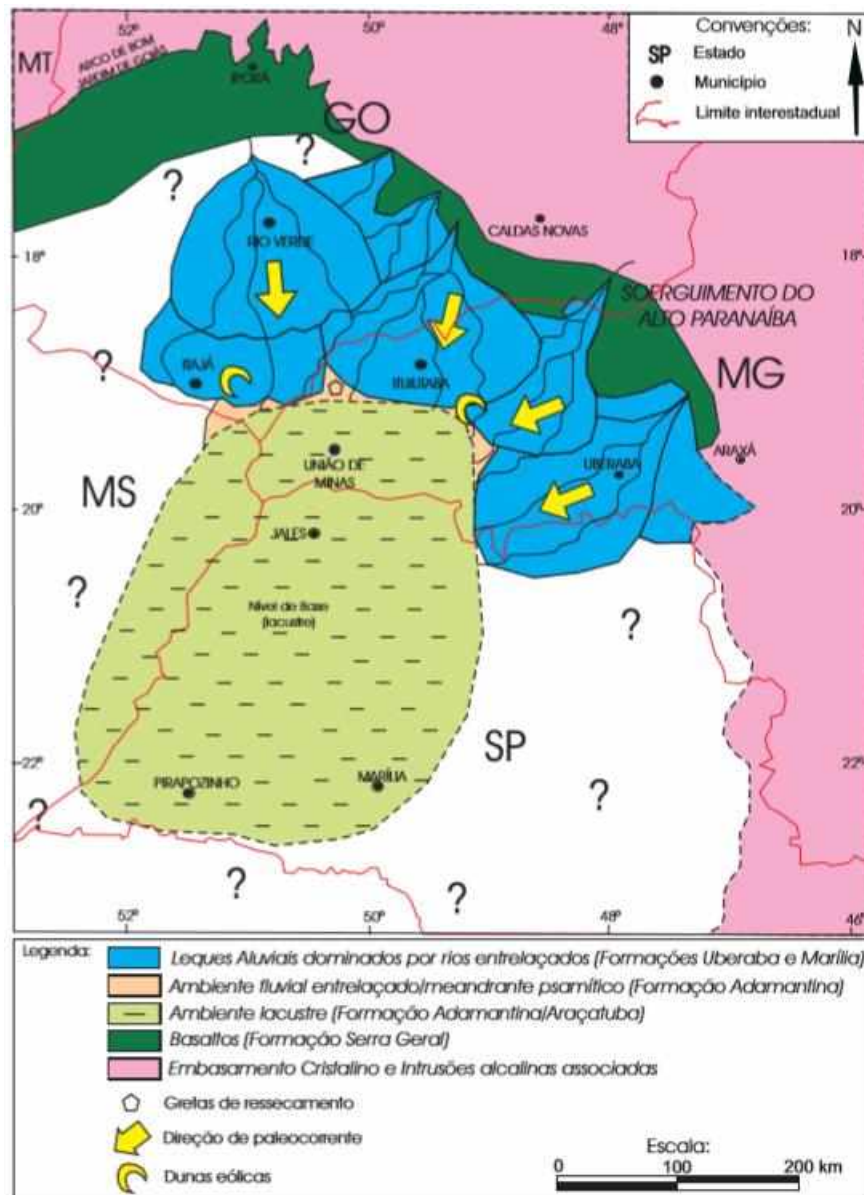


Figura 2 – Mapa de distribuição paleogeográfica dos ambientes que deram origem às unidades do Grupo Bauru (BATEZELLI, 2003).

Dessa forma, as unidades do Grupo Bauru apresentam propriedades sedimentológicas e paleopedológicas que evidenciam condições climáticas mais úmidas no seu desenvolvimento do que as existentes durante a evolução do Grupo Caiuá.

Fernandes & Coimbra (1996) dividiram o Grupo Bauru em três formações, nomeadas Adamantina, Uberaba e Marília. Posteriormente, ao promoverem uma revisão estratigráfica da Bacia Bauru, em especial para a Formação Adamantina, foram redefinidas as sucessões basais desta última como Formação Araçatuba (BATEZELLI, 2003).

Mais tarde, Fernandes & Coimbra (2000) segmentaram o Grupo Bauru entre as Formações Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Uberaba e Marília, enquanto Batezelli (2003, 2010) divide-o nas Formações Adamantina (abrangendo a Formação Vale do Rio do Peixe para Fernandes & Coimbra, 2000), Araçatuba, Uberaba e Marília. É nessa última classificação, proposta por Batezelli (2003, 2010), que este trabalho se baseia, uma vez que utiliza-se as caracterizações feitas pelo autor.

Em linhas gerais, os depósitos do Grupo Bauru são compostos por rochas lamíticas na base, correspondentes à Formação Araçatuba, seguidas por arenitos e conglomerados no topo, que configuram as Formações Adamantina, Uberaba e Marília, cujos ambientes deposicionais são geneticamente ligados e referentes a um trato de sistema lacustre/aluvial, cujas fácies demonstram processos sedimentares subaquosos (decantação), fluvio-aluviais (tracionais por correntes) e subaéreos, de clima árido a semiárido (BATEZELLI, 2010).

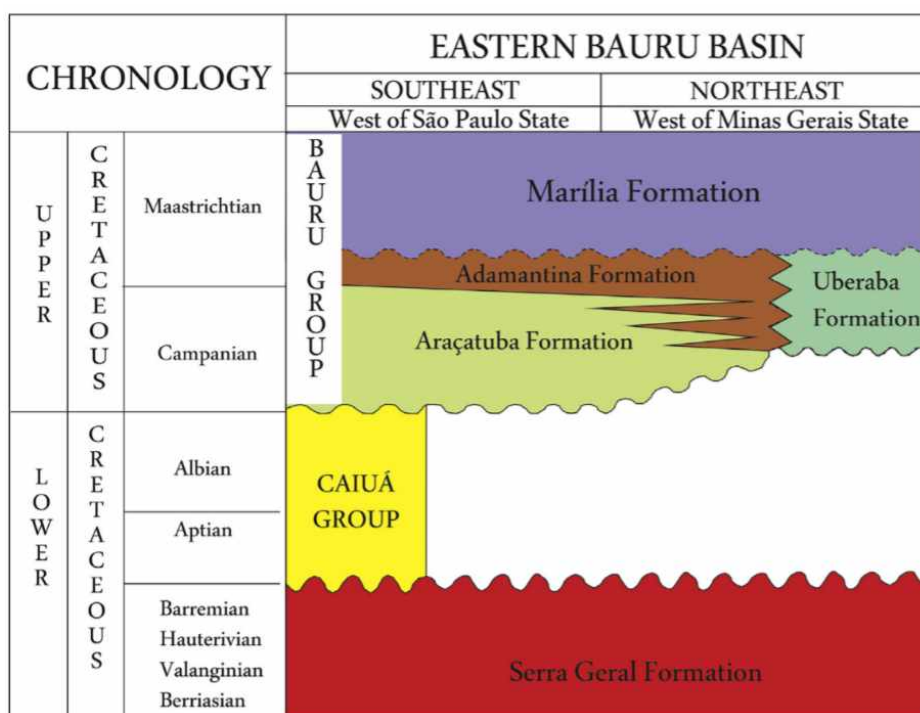


Figura 3 – Tabela Cronoestratigráfica da Bacia Bauru com detalhes de contatos entre suas unidades (BATEZELLI, 2015).

Datada de idade Cenomaniana-Campaniana a partir da correlação do seu conteúdo fossilífero por Castro *et al.* (2018), a Formação Adamantina possui contato basal gradacional com a Formação Araçatuba e erosivo com a Formação Serra Geral (figura 3) (BATEZELLI, 2010). Sua litologia é reconhecida por Fernandes & Carvalho (2006), como uma sequência de arenitos finos, lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, ao passo que para Batezelli (2010) é composta por arenitos avermelhados, lamitos e, secundariamente, conglomerados.

Ainda, Batezelli (2010) evidencia que os corpos arenosos da Formação Adamantina apresentam cimentação por carbonato de cálcio, geometrias lenticulares e tabulares, estratificações cruzadas acanaladas, podendo apresentar estrutura maciça e, frequentemente, abundantes estruturas de bioturbações.

Por fim, a Formação Marília, unidade de topo do Grupo Bauru, é datada do Maastrichtiano, através de dados micropaleontológicos (GOBBO & BERTINI, 2017) e pela correlação cronológica de fósseis de *Aeolosaurus* (SANTUCCI & BERTINI, 2001; MARTINELLI, RIFF & LOPES, 2011), e foi formalmente proposta por Soares *et al.* (1980) como uma sucessão de arenitos grossos a conglomeráticos, lamitos e crostas carbonáticas.

Batezelli (2010) caracterizou essa formação como composta primordialmente por arenitos maciços e, subordinadamente, por conglomerados, com cimentação por carbonato de cálcio, a qual é responsável por modelar o relevo numa paisagem de chapadas devido à resistência à erosão. Seus contatos são, predominantemente, com as Formações Adamantina, Uberaba e Serra Geral (figura 5) e serão mais bem elucidados ao abordar a descrição de seus membros.

Pereira (2014), reconheceu também a Formação Marília como estratos sedimentares alternados por paleossolos e apontou três feições características para suas identificações, que são marcas de raízes, horizontes e estruturas de solo. Afirma, inclusive, que na ausência das demais evidências, as marcas de raízes são suficientes para indicar a formação de paleossolos (RETALLACK, 1998). Não obstante, essas estruturas são amplamente encontradas nessa unidade.

Soares *et al.* (1980) igualmente propôs que essa unidade divide-se nos membros Echaporã, Serra da Galga e Ponte Alta (figura 6), visto que apresentam características sedimentológicas que evidenciam ambientes formadores diferentes. Desses membros, os últimos restringem-se na região do Triângulo Mineiro (MG), enquanto o primeiro (Echaporã) é encontrado nas demais áreas de ocorrência da formação (BATEZELLI, 2010), adquirindo, então, a denominação popular de “Marília típico”.

2.3 Membros da Formação Marília

De acordo com Batezelli (2010), o Membro Ponte Alta é composto por arenitos calcíferos finos e esbranquiçados e calcários que são explorado economicamente na região dos municípios de Ponte Alta, Uberaba e Uberlândia.

Já o Membro Serra da Galga é composto predominantemente por conglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos grosso, de coloração amarelada, além de argilitos e siltitos marrom-avermelhados (BATEZELLI, 2010). Seus pacotes podem apresentar também feições pedogenéticas (BATEZELLI, 2010).

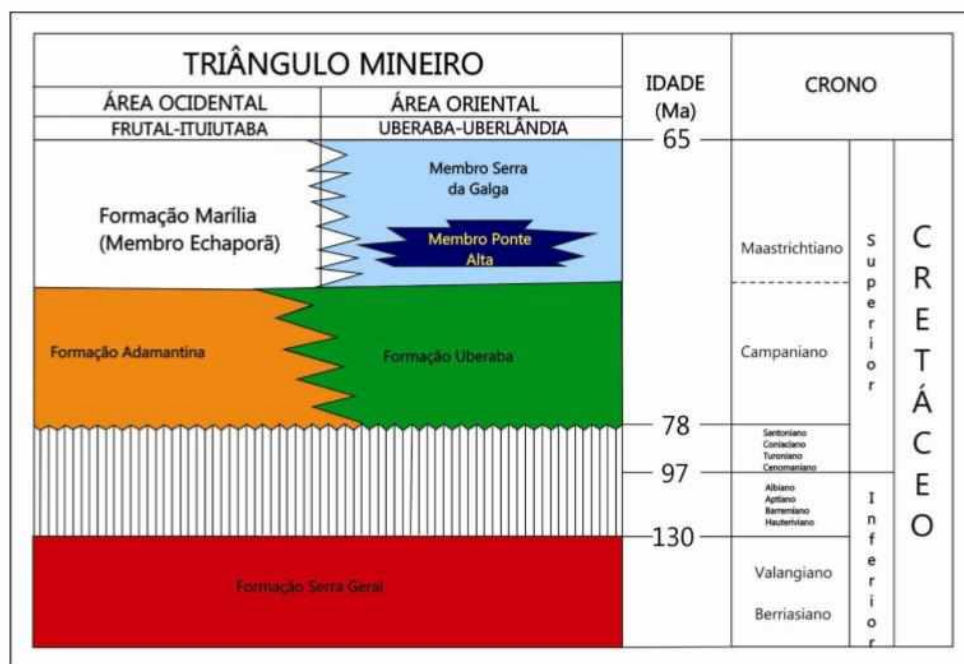


Figura 4 – Coluna cronoestratigráfica do Grupo Bauru no Triângulo Mineiro e áreas adjacentes no estado de São Paulo, destacando os membros da Formação Marília (BATEZELLI, 2003).

As significativas quantidades de calcretes encontradas no Grupo Bauru concentram-se, sobretudo, em rochas da Formação Marília, mais especificamente nos membros Serra da Galga e Ponte Alta, e indicam, juntamente aos arenitos avermelhados e à presença de sepiolita e paligorskita, conforme exposto por Fernandes & Ribeiro (2015), a dominância de um clima semiárido a árido. Esses atributos, igualmente indicam a atuação de processos pedogenéticos e freáticos (*groundwater*) de cimentação por carbonato, predominantemente não biogênicos, no desenvolvimento dos calcretes (FERNANDES & RIBEIRO, 2015).

Essa cimentação por carbonato é responsável pela modificação de evidências pedogenéticas iniciais e, segundo Fernandes & Coimbra (2000), por romper clastos através do crescimento expansivo.

O Membro Echaporã, unidade da qual provém a pegada, um dos icnofósseis objetos deste estudo, assenta-se, segundo Batezelli (2010), abruptamente sobre a Formação Serra Geral e sobre a Formação Adamantina, com a qual também possui contato gradacional. Entretanto, Fernandes e Coimbra (2000) indicam que o membro possui contatos graduais e interdigitados com a Formação Vale do Rio de Peixe (referida como Formação Adamantina por Batezelli, 2003 e 2010), que repousa sobre a Formação Serra Geral e, mais, que extrapola os limites dos basaltos no norte da bacia, no estado do Goiás, sobrepondo a rochas das Formações Botucatu e Pirambóia, bem como dos Grupos Passa Dois e Aquidauana, unidades da Bacia do Paraná (FÚLFARO *et al.* 1994 apud FERNANDES & COIMBRA, 2000).

Quanto à sua litologia, o Membro Echaporã é composto por arenitos finos a grossos, geralmente maciços, apresentando intercalações conglomeráticas, contendo clastos de quartzo, fragmentos líticos, nódulos carbonáticos e intraclastos de argila, com cimentação por carbonato de cálcio e geralmente rico em marcas de raízes (BATEZELLI, 2010; FERNANDES & COIMBRA, 2000). Encontra-se disposto como estratos tabulares, de cor pálida bege a rosa, sendo raramente identificadas estratificação cruzada de médio porte (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

Em resumo, o Grupo Bauru é constituído por depósitos detríticos e silicilásticos, predominantemente arenítico, e a Formação Marília é composta por arenitos finos a grossos, com intercalações conglomeráticas e de finos na forma de ciclos granodecrescentes e granocrescentes, cimentados por carbonato de cálcio, e que se desenvolveu como o acúmulo progradacional de um sistema aluvial dominado por rios entrelaçados e retrabalhamento eólico, com períodos de não-deposição (FERNANDES & COIMBRA, 2000; BATEZELLI, 2015).

Nesses hiatos deposicionais, os sedimentos foram alterados por intensa pedogênese nas áreas de planícies de inundação disponíveis à colonização orgânica, o que incrementou a permeabilidade e a circulação de águas vadasas e de lençóis freáticos rasos saturadas com carbonato de cálcio (MANZINI, 1999; DAL' BÓ *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2017a), assim o membro Echaporã é representativo de paleossolos desenvolvidos em clima árido a semiárido, uma vez que são encontradas inúmeras rizobioturbação em seus afloramentos, assim como traços fósseis de invertebrados.

Esses paleossolos caracterizados por horizontes argilosos e carbonáticos constituem a principal origem dos calcretes da Formação Marília, e principais elementos de sustentação dos

planaltos escarpados e digitiformes, que se destacam na paisagem regional pelo fenômeno da inversão de relevo (FERNANDES, 2010; FERNANDES & RIBEIRO, 2015). Na ausência de fósseis no Membro Echaporã e de contatos laterais explícitos deste para com os membros Ponte Alta e Serra da Galga, os calcretes tornaram-se o tradicional elemento de correlação entre os membros da Formação Marília (Goldberg & Garcia, 2000).

Mais recentemente, o reconhecimento de inconformidades regionais comuns às bacias cretácicas Bauru, Sanfranciscana e Parecis possibilitou uma melhor compreensão da história dessas bacias e, inclusive, aponta para uma inconformidade específica (K-1A de Batezelli, 2015) como um possível nível guia para a base da Formação Marília em toda sua extensão lateral e de sua correlação para com a Formação Utiriti da Bacia dos Parecis (BATEZELLI & LADEIRA, 2016).

3 NOVO REGISTRO ICNOLÓGICO

Neste capítulo é apresentado o novo espécime de icnofóssil identificado como uma pegada, encontrado em rochas da Formação Marília. Aqui são descritas as características geológicas do local de proveniência, suas descrições morfológicas e são feitas comparações com traços fósseis similares de outras bacias sedimentares brasileiras do Cretáceo.

3.1 *Localidade e características geológicas*

O afloramento (figura 5) do qual provem o espécime estudado está localizado na BR-364 no Município de Gurinhatã, em Minas Gerais, e suas coordenadas são 19°17'34.60"S, 49°45'7.80"O. Trata-se de uma exposição do membro Echaporã, da Formação Marília, representando uma sucessão de camadas de arenitos finos, siltitos e argilitos, de coloração avermelhada, geometria tabular e estratificação predominantemente plano paralela (figura 6), com altura de cerca de 20 metros e sucessão de sequências predominantemente granodecrescentes de areia média/fina a silte (figuras 6, 7).

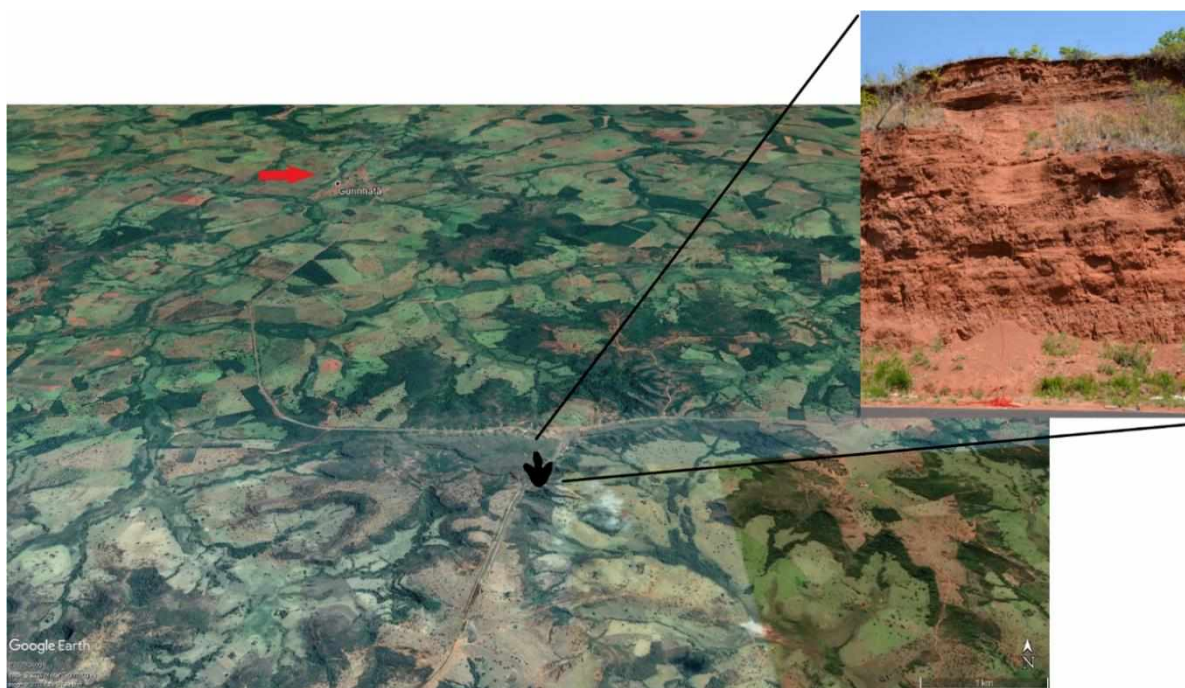


Figura 5 – Localização do afloramento de proveniência da pegada e destaque do perfil a direita; seta vermelha indica a cidade de Gurinhatã-MG (Google Earth e arquivos pessoais).



Figura 6 – a) afloramento de proveniência da pegada com estratificação plano paralela, membro Echaporã, BR-364; b) topo com níveis de finos, dos quais provém a pegada (arquivos pessoais).

A metade inferior do perfil apresenta-se fortemente cimentada por carbonato de cálcio, enquanto para o topo dominam arenitos finos, bem compactados, cimentados por carbonato de cálcio e intercalados por níveis de argilitos friáveis (figura 7 e 8), sofrendo empastilhamento. É interpretado como um pacote resultante de um sistema fluvial, com exposição subaérea, denunciada pelos paleossolos encontrados na Formação Marília, permitindo a colonização por organismos, apresentando bioturbações associadas. As estruturas de bioturbações são tubulares e preenchidas por cristais de calcita.

Ademais, os níveis de arenitos finos intercalados com siltitos/argilitos (figura 8), com laminações plano-paralelas e finas que indicam a existência de pequenos e rasos empoçamentos

temporários nesse paleoambiente, típico de planícies de inundações, o que, conseqüentemente, atuou positivamente na preservação da pegada.

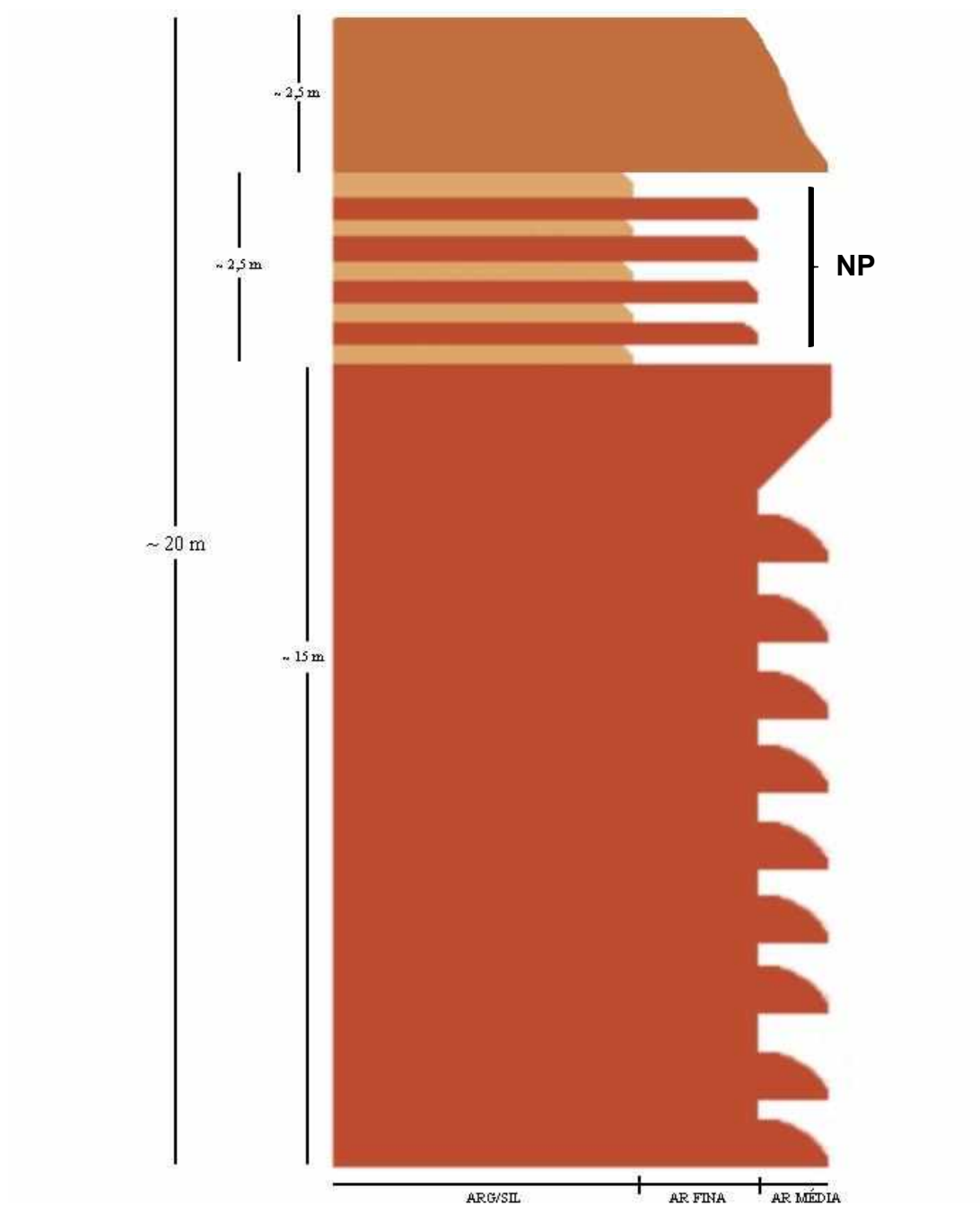


Figura 7 – Coluna Estratigráfica do Afloramento da BR-364; *NP*: nível da pegada; *ARG/SIL*: argila/silte; *AR*: areia (a autora).

Análises petrográficas realizadas em amostras de mão retiradas do mesmo nível de proveniência da pegada, indicam que arenitos finos e siltosos, ricos em carbonato de cálcio, e os argilitos, estão organizados em camadas finas e lâminas plano-paralelas com coloração avermelhada/amarronzada. As estruturas sedimentares observadas nas camadas de arenitos são

estratificações plano-paralelas pouco evidentes, marcas onduladas assimétricas e estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte, além de gretas de ressecção. Regularmente, concreções truncam as estruturas sedimentares de pequeno porte.

A distribuição dos óxidos e dos minerais pesados não é homogênea, concentrando-se nos *foresets* dos estratos cruzados, sendo observados em *foresets* de microondulações a presença de Magnesita sinsedimentar. Estruturas lenticulares milimétricas a centimétricas representam pequenas dunas/microdunas como formas de leito, indicando o transporte de baixa energia junto ao material muito fino que apenas rearranjava os grãos (nichols).

3.1.1 Caracterização das lâminas

Em um microscópio petrográfico de luz polarizada, disponibilizado pelo Museu de Minerais e Rochas do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (IG-UFU), foram analisadas duas lâminas petrográficas (ECH1-A e ECH1-B) feitas a partir de uma amostra de rocha do mesmo nível de proveniência da pegada.

Observou-se na composição mineralógica predominantemente quartzo (~65%) com feldspatos (~10%) e micas (<5%) subordinados. Foram observados também minerais neoformados (<1%) com hábito losangular (Magnesita) e aproximadamente 20% de opacos. Uma análise textural indica boa seleção granulométrica com predomínio de grãos angulosos a subangulosos, observando-se menos de 1% de grãos arredondados, com formatos alongados ou elipsoides; também foram observados grãos de quartzo subarredondados, milimétricos a submilimétricos.

A distribuição irregular de opacos ocasiona eventual predominância destes sobre os transparentes, destaca-se a baixa presença de micas (figura 8). As lâminas evidenciam a boa seleção granulométrica, com pouca variação na qual os grãos menores são mais arredondados e os maiores tendem a apresentar maior angulosidade (figura 8).

Ademais, percebeu-se que a amostra se encontra bastante alterada por processos intempéricos, que ocasionaram uma espécie de contaminação ferruginosa, provável oxidação, que impregna os grãos da rocha, apesar de maneira não uniforme, concentrando-se em alguns pontos mais que em outros.

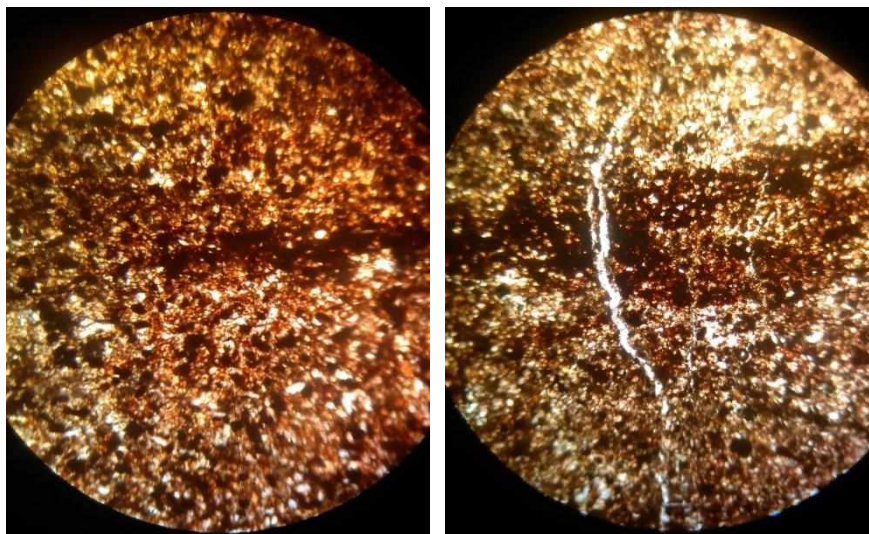


Figura 8 – Fotografias da lâmina ECH1-B, lente de 32x no microscópio petrográfico, mostrando forte homogeneidade textural, a organização plano paralela dos grãos e presença de minerais opacos (arquivos pessoais).

3.2 Caracterização da Pegada

Para a classificação morfológica da pegada se utilizou o que é proposto por Thulborn (1990), analisando o número, tamanho, forma e arranjo dos dígitos, além do formato da impressão. Assim, observou-se que a preservação da pegada estudada segue conforme o modelo simples de impressão proposto pelo autor (figura 9).

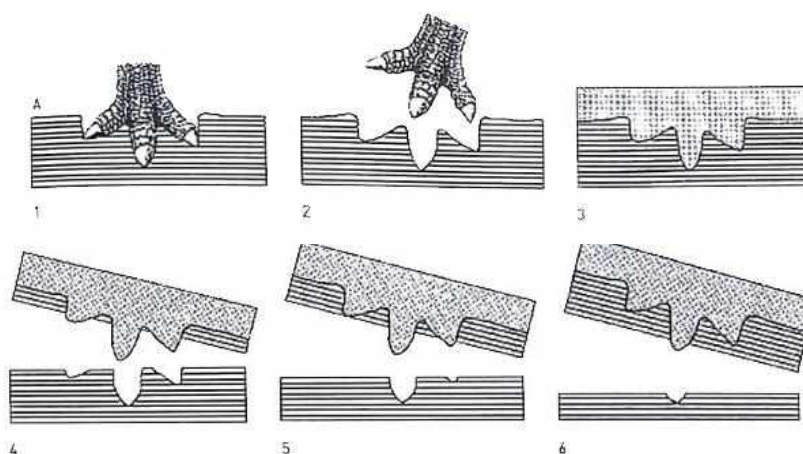


Figura 9 – Modelo simples de impressão de uma pegada (THULBORN, 1990).

O espécime encontrado trata-se de uma pegada isolada (Figura 10), cuja preservação ocorreu como epirrelevo côncavo (figura 10 a), havendo deformação (figura 10 b) ao redor das bordas dos dígitos e margem posterior, conferindo um aspecto crenulado à matriz, o que indica

uma fluidização do sedimento ao redor do *pes*. Essa deformação é causada pelo peso do indivíduo, quando caminha sobre o sedimento inconsolidado.



Figura 10 – a) pegada vista de cima; b) destaque para a deformação na matriz à esquerda da amostra, correspondendo ao contorno da pegada (arquivos pessoais).

A pegada possui 10 cm de comprimento e 5,5 cm de largura. É tridáctila, mesaxônica e digitígrada, cujos dígitos possuem o comprimento de: II - 2cm, III – 4cm, IV – 3cm, com possível impressão do dígito I, com 3,5 cm (figura 11). Os hípex são agudos, com 40° entre os dígitos II-III e 45° entre os dígitos III-IV (figura 11). O esquema demonstrativo de medida dos dígitos e dos ângulos entre eles pode ser observado na figura 12.

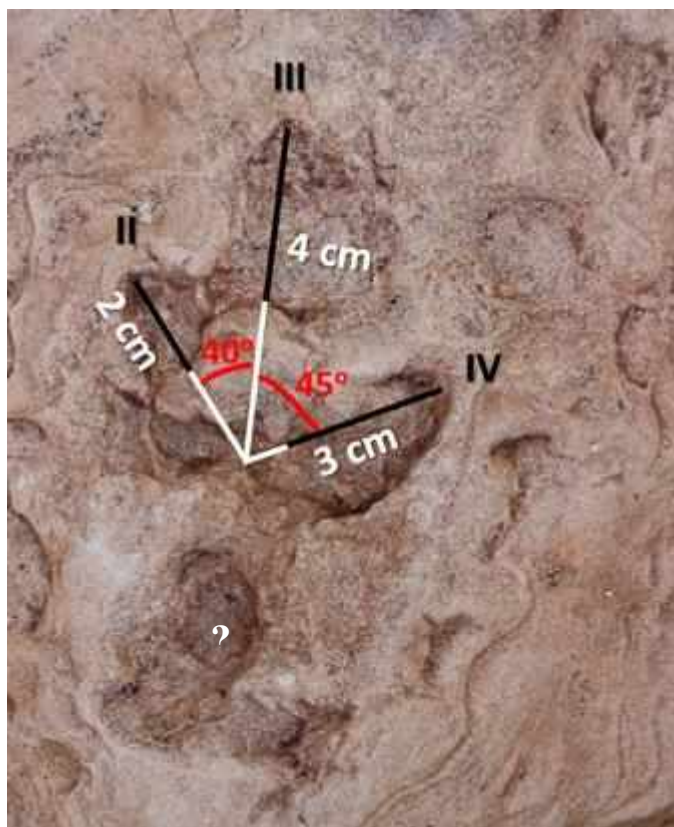


Figura 11 – Esquema de destaque do hípex entre os dígitos e comprimento dos dígitos II, III e IV da pegada; “?” provável impressão do dígito I (arquivos pessoais).

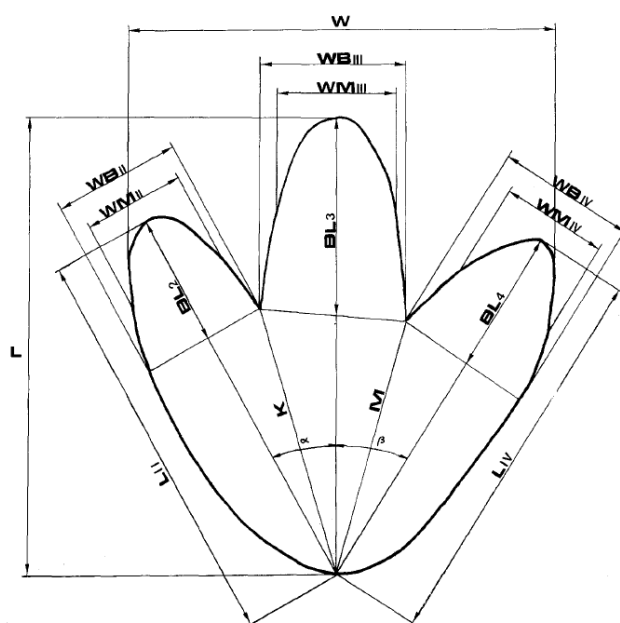


Figura 12 – Esquema de medições para pegadas tridáctilas. L: comprimento da pegada; W: largura da pegada; LII-LIV: extensões completas dos dígitos; BL: comprimentos basais dos dígitos; WB: larguras basais dos dígitos; WM: larguras médias dos dígitos; K e M: hípex (MORATALLA *et al.*, 1988).

É observada também uma depressão na parte posterior da pegada, possivelmente correspondendo a impressão do dígito I ou hálux (figura 11), que em dinossauros terópodes é usualmente curto e voltado para trás, como um esporão (figura 13) (CARVALHO, 1989). Essa característica é observada ainda em aves, como a siriema. Entretanto, as impressões das almofadas plantares e digitais, bem como de garras não são visíveis, apesar de os dígitos mostrarem-se pontiagudos e com pronunciado afilamento em direção às suas extremidades.

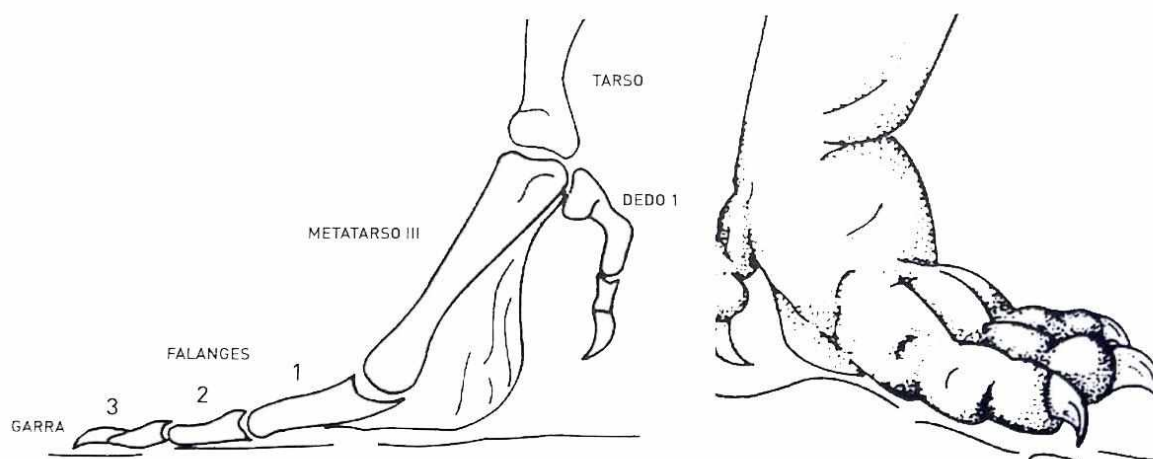


Figura 13 – Anatomia de um autópodio (pé) de um terópode, demonstrando dígito I voltado para trás (CARVALHO, 1989).

Quanto aos aspectos preservacionais da pegada, é preciso frisar que a preservação dessas estruturas de bioturbação depende muitas vezes das condições de boa umidade do sedimento, que resulta na coesão dos grãos, condições de baixa energia, como a de áreas lacustres e de planícies fluviais, e de um hiato de sedimentação (CARVALHO & KATTAH, 1997, CARVALHO, 2007), principalmente em ambientes áridos a semiáridos, como o existente no período de produção do registro. No entanto, outro fator fundamental para esse processo, segundo Carvalho *et al.* (2013), é a existência de esteiras microbianas de cianobactérias mescladas à lama do substrato (limo), dando-o consistência gelatinosa e favorecendo a preservação de pegadas, além de impermeabilizar a camada através de uma cimentação precoce, protegendo da erosão e perda das características das patas (figura 14).

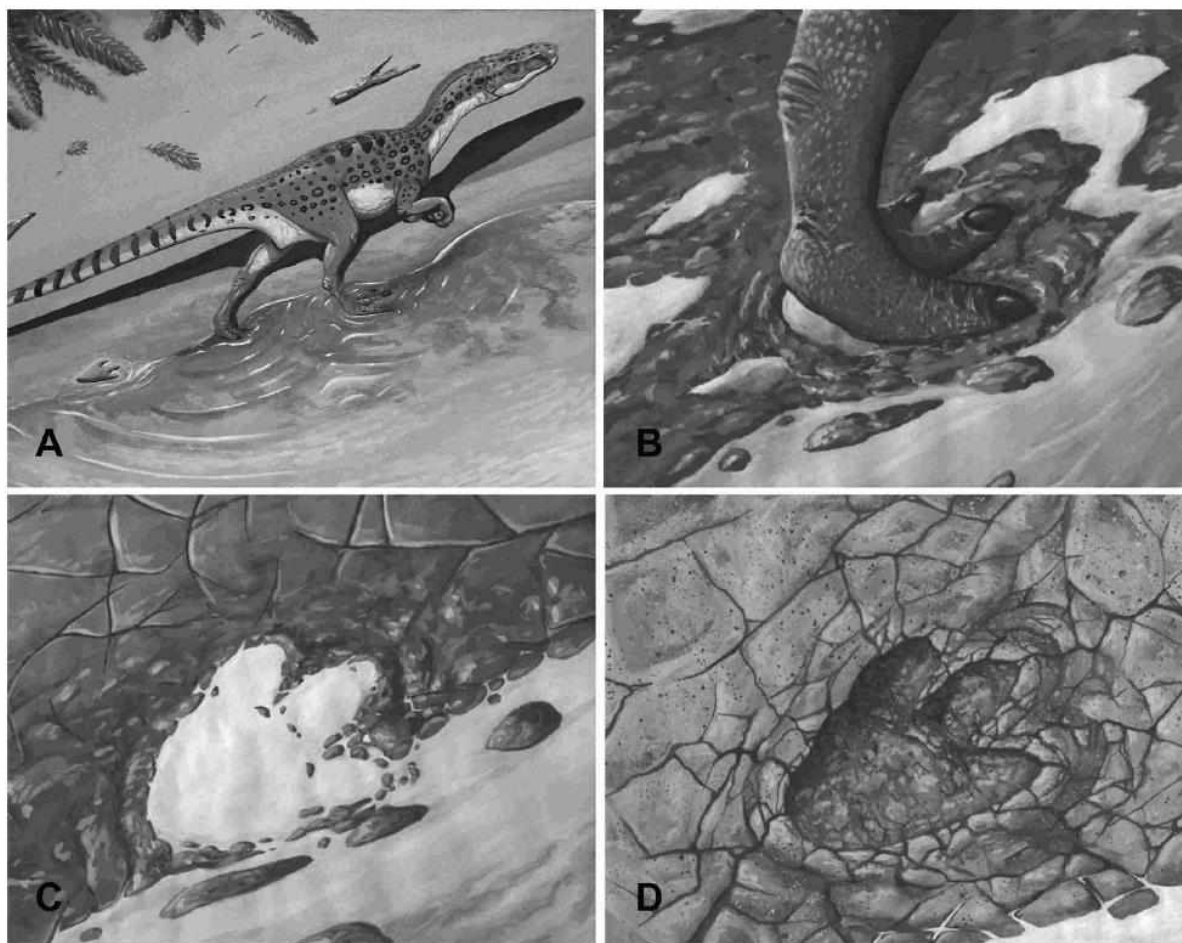


Figura 14 – A) Cenário tafonômico da preservação de pegada de um terópode; B) marca da pegada no substrato úmido e colonizado por biofilmes; C) Biofilmes continuam a desenvolver na superfície, promovendo a impressão da pegada; D) calcificação do limo e ocorrência de gretas de ressecamento durante uma fase de seca (CARVALHO *et al.*, 2013).

Sendo assim, a falta de maiores detalhes morfológicos e anatômicos condicionados pelas condições tafonômicas, como das garras e das almofadas falangeiais e plantares pode significar que o substrato encontrava-se inconsistente ou apresentava uma restrita colonização microbiana.

Pegadas com morfologias similares à descrita neste trabalho e atribuídas à dinossauros terópodes ocorrem em outras unidades estratigráficas de bacias sedimentares brasileiras, como na Formação Alcântara e da Bacia de São Luís (Cenomaniano) (figura 15) (CARVALHO & GONÇALVES, 1994; CARVALHO, 2001) e na Formação Sousa da Bacia de Sousa (Berriasiano/Valanginiano) (figura 16) (CARVALHO *et al.*, 2013).



Figura 15 – Pegada de Terópode da Bacia de São Luís-MA (CARVALHO & GONÇALVES, 1994).

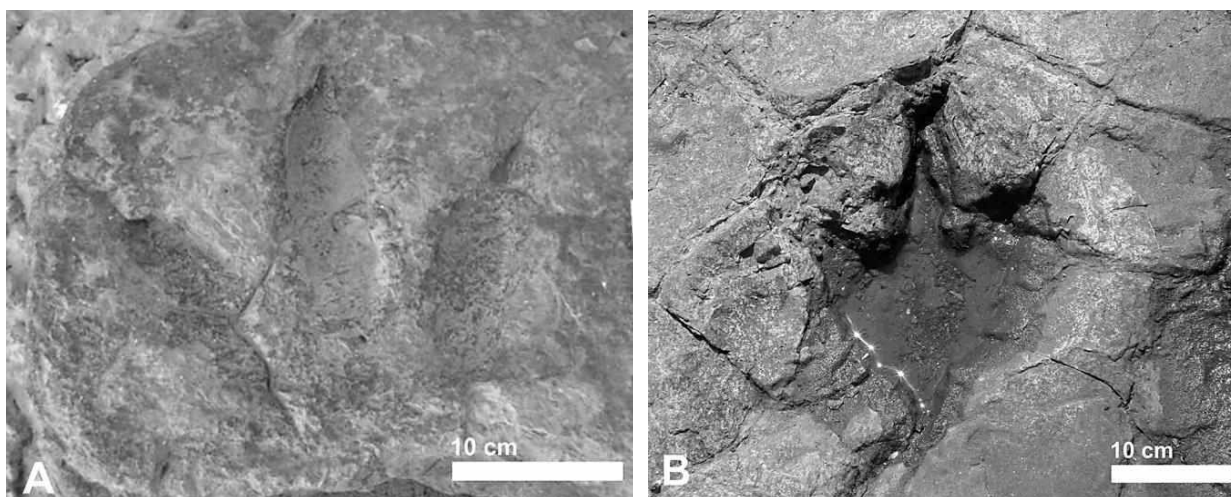


Figura 16 – Pegadas de Terópodes da Formação Sousa – PB (CARVALHO *et al.*, 2013).

Considerando sua morfologia e a comparação com outras pegadas similares, a pegada estudada é aqui atribuída a um pequeno dinossauro terópode, grupo bem documentando no Membro Serra da Galga da Formação Marília por ossos e dentes de maniraptores e abelissaurídeos, e na Formação Adamantina, por restos de noassaurídeos.

4 REGISTROS PALEONTOLÓGICOS

Neste capítulo é apresentado o levantamento do registro de somatofósseis e icnofossilífero da Bacia Bauru, com ênfase no Grupo Bauru e em suas Formações Adamantina e Marília. Destas são destacados icnofósseis, tanto de vertebrados quanto de invertebrados, e notificados outros icnofósseis encontrados recentemente. Além disso, são indicados os dinossauros terópodes não-avianos do Grupo Bauru, a fim de identificar prováveis produtores para a pegada analisada. Pretende-se, com esses dados, consolidar a excepcionalidade do novo registro icnológico de vertebrado objeto de estudo desta pesquisa, uma pegada de dinossauro terópode.

Nas rochas do Grupo Caiuá são encontrados fósseis de pterossauros, dinossauros terópodes, lagartos, bem como icnofósseis de vertebrados, como pistas e pegadas de dinossauros terópodes e de pequenos mamíferos, e de invertebrados (FERNANDES *et al.*, 2008; KELLNER *et al.*, 2019; LANGER *et al.*, 2019; SIMÕES *et al.*, 2015; MANZIG *et al.*, 2014; FERNANDES & RIBEIRO, 2015).

Já para o registro fossilífero do Grupo Bauru a diversidade biológica reportada é maior que no Grupo Caiuá, seja para organismos terrestres ou aquáticos (MANZIG *et al.*, 2014; FERNANDES & RIBEIRO, 2015), e são apontados entre os vertebrados peixes, anfíbios anuros, serpentes, aves, dinossauros, quelônios, crocodilomorfos e mamíferos, enquanto dentre os invertebrados têm-se bivalves, gastrópodes, conchostráceos e ostracodes (OLIVEIRA *et al.*, 2011, VASCONCELLOS & CARVALHO, 2006; CARBONARO, 2013; MINEIRO, 2014; MARTINELLI & TEIXEIRA 2015; MENEGAZZO *et al.*, 2016; FREITAS, 2018; FACHINI *et al.*, 2020).

Para a flora do Grupo Bauru, preservaram-se girogonites e caulóides de carófitas, esporocarpos de pteridófitas (Marsileaceae), um registro de cone de Araucariaceae e paleoraízes (DIAS-BRITO *et al.*, 2001; GOBBO-RODRIGUES, 2009; MINEIRO, 2014; MINEIRO *et al.*, 2013, CARBONARO, 2013; LOPES RODRIGUEZ *et al.*, 2018).

4.1 *Dinossauros Terópodes Não-Avianos do Grupo Bauru*

Uma significativa quantidade de restos fósseis isolados, como dentes e fragmentos ósseos, além de ovos e cascas de ovos, indicam diversificada ocorrência de dinossauros terópodes não-avianos, como abelissaurídeos, abelissauridóis (noassauros), megaraptoras e maniraptoras, nas Formações Adamantina (inclui as Formações Vale do Rio do Peixe e São

José do Rio Preto) e Marília do Grupo Bauru, e apontam variações de tamanho relevantes, dentro e entre os grupos (DELCOURT & GRILLO, 2014; BRUM *et al.*, 2018; MARTINELLI *et al.*, 2019; DELCOURT & IORI, 2019;). Outros estudos apontam dentes isolados e uma parte de um maxilar foram referidos a carcharodontosauros, porém sua ocorrência ainda é incerta (AZEVEDO *et al.*, 2013). Além disso, Langer *et al.* (2019), recentemente demonstraram que dinossauros Noosauridae existem na Bacia Bauru, em camadas do Aptiano, através a identificação da nova espécie *Vespesaurus paranaensis*, em depósitos da Formação Rio Paraná, do Grupo Caiuá.

Dentre os dinossauros Abelissaurídeos nomeados do Grupo Bauru, há o *Pycnonemosaurus nevesi*, proveniente de rochas do indefinidas do Grupo (ou do Grupo Parecis) a sudeste do estado do Mato Grosso (KELLNER & CAMPOS, 2002; DELCOURT, 2017), o *Thanos simonattoi*; de tamanho mediano, proveniente da Formação São Jose do Rio Preto (?Formação Adamantina), do estado de São Paulo (DELCOURT & IORI, 2018).

No entanto, esses animais apresentavam dimensões relativamente grandes para serem produtores da pegada analisada, sendo mais provável que os Noosauridae, grupo de abelissauróides, fossem o táxon produtor, visto que diferem dos abelissaurídeos principalmente pelo tamanho corporal reduzido e especialização alimentar (CARRANO *et al.*, 2011).

No Brasil, ainda são reconhecidos poucos dinossauros noosaurídeos, grupo irmão dos abelissaurídeos, cujos registros provêm das seguintes unidades: Formação Adamantina do Grupo Bauru, dos estados de São Paulo e Minas Gerais, de idade Campaniana-Santoniana (BRUM *et al.*, 2018; MARTINELLI *et al.*, 2019); Formação Rio Paraná, Grupo Caiuá, de idade Aptiana (LANGER *et al.*, 2019); da Formação Alcântara da Bacia de São Luís no estado do Maranhão, de idade Albiana-Cenomaniana (LINDOSO *et al.*, 2012); e da Formação Quirico de idade Aptiana, pertencente à Bacia Sanfranciscana em Minas Gerais (MARTINELLI *et al.*, 2019; DELCOURT & IORI, 2019). É atribuída ao clado uma complexa paleobiogeografia, com ocorrência variada desde o Jurássico Superior na Ásia e na África, até o Cretáceo Superior na África, Índia, Europa e América (MARTINELLI *et al.*, 2019).

Martinelli *et al.* (2019), descreveram um fêmur incompleto e de pequenas dimensões, proveniente da Formação Adamantina, da região de Campina Verde (Minas Gerais), que é atribuído a um noosaurídeo de tamanho pequeno. Igualmente de tamanho pequeno, Brum *et al.* (2018), apresentam um registro de noosaurídeos da mesma unidade, porém proveniente da região de Santo Anastácio, em São Paulo. Ainda, esses últimos autores indicam que é muito provável que parte dos registros osteológicos de pequenos abelissauróides representem, na realidade, noassaurídeos.

Para a pegada estudada aqui, devido ao seu tamanho pequeno e ao tamanho dos dinossauros terópodes reconhecidos para aquele paleoambiente, os Noosauridae seriam os candidatos a produtores mais prováveis, visto que o clado representa abelissauróides menores que os demais do grupo.

4.2 Icnofósseis do Grupo Bauru

Em consonância com a riqueza de somatofósseis, o registro icnofossilífero dessa unidade estratigráfica é consideravelmente vasto, seja para vertebrados ou invertebrados. Apesar da abundância de icnofósseis de invertebrados encontrados, eles são ainda pouco estudados, sendo, geralmente, apenas mencionados associados a restos de vertebrados. Porém, isso começa a mudar com trabalhos recentes sobre paleossolos e que destacam a importância dos traços fósseis de invertebrados.

São encontrados frequentes icnofósseis que evidenciam colonização de plantas nas Formações Araçatuba, Adamantina e Marília, como *rhizohalos* (halos de redução), rizólitos, que são fundamentais para a interpretação dos paleoambientes e da formação de paleossolos (FERNANDES & CARVALHO, 2006; ALBARELLI, 2013; MINEIRO *et al.*, 2013; MINEIRO, 2014; PEREIRA, 2014; MINEIRO *et al.*, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2019).

No Grupo Bauru, os icnofósseis de vertebrados registrados são cascas de ovos de dinossauros e de crocodiliformes, ninhos fossilizados, gastrólitos e coprólitos (NAVA, 2013; FERNANDES & CARVALHO, 2006; CARVALHO *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2010; AZEVEDO, 2009 e 2010; MINEIRO, 2014; FREITAS, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2011; MAGALHÃES-RIBEIRO *et al.*, 2006, CARVALHO *et al.*, 2010; MARSOLA *et al.*, 2016; CARRIJO *et al.*, 2012). Além desses, são relatadas marcas de mordidas em ossos de crocodiliformes (*Baurusuchus*) (VASCONCELLOS & CARVALHO, 2010; ÁVILA *et al.* 2004, NOBRE *et al.*, 2008).

Abundantes que são, os icnofósseis de invertebrados são muito presentes nas formações do Grupo Bauru, obtendo-se registros de estruturas de bioturbações e outras evidências, como estruturas de nidificação (MINEIRO *et al.*, 2013; MINEIRO, 2014; FREITAS, 2018; AZEVEDO, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2010; PAIVA JUNIOR, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2017a, 2017b; CARVALHO *et al.*, 2010); além de perfurações em pseudo-coprólitos apontadas por Francischini *et al.* (2016), marcas de bioerosão em ossos de Titanossauro (PAES NETO *et al.*, 2018) e marcas de perfuração em ossos de crocodilomorfos, possivelmente por insetos (CABRAL *et al.*, 2011).

Os icnogêneros reportados para a Formação Adamantina são *Skolithos* isp., *Taenidium* isp. (*Taenidium barretti*), *Palaeophycus* isp. (*Palaeophycus heberti*), *Arenicolites* isp., *Coprinisphaera* cf. *C. ecuadoriensis*, ?*Macanopsis* isp. (similar ao *M. plagueyi*) e *Trypanites* isp. (OLIVEIRA *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2010; FERNANDES & CARVALHO, 2006; VASCONCELLOS & CARVALHO, 2010; CARRIJO *et al.*, 2012).

Tão diversificados quanto nos depósitos da Formação Adamantina, os icnogêneros reportados para a Formação Marília são *Arenicolites*, perfurações em pseudo-coprólitos por *Asthenopodichnium*, *Macanopsis*, *Skolithos*, *Taenidium*, *Camborygma litonomos*, possível *Daimoniobarax* e estruturas similares a *Thalassinoides* (MINEIRO, 2014; MINEIRO *et al.*, 2013 e 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2017a, 2017b; MINEIRO & SANTUCCI, 2018; PAIVA JUNIOR, 2011).

4.3 Ocorrências adicionais de cascas de ovos na Formação Adamantina

Em trabalho de campo realizado como excursão do XXVI Congresso Brasileiro de Paleontologia, nos dias 26 e 27 outubro de 2019, foram encontrados novos ovos e cascas de ovos fósseis (figura 17), provenientes de um afloramento da Formação Adamantina, localizado no Município de Gurinhatã (MG).



Figura 17 – Cascas de ovos fósseis da Formação Adamantina, Gurinhatã-MG (arquivos pessoais).

Vale salientar, que foram encontrados no mesmo nível estratigráfico e a poucos metros de distância que ossos de crocodilomorfos, inclusive crânio. Os espécimes foram removidos do

substrato e encaminhados para a coleção do Laboratório de Paleontologia, do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (INBIO-UFU). Entretanto, devido ao tempo, não foi possível retirar os ossos e crânio do crocodilomorfo do afloramento. Mesmo assim, foi feita uma espécie de capa de proteção com gesso, para evitar sua destruição.

4.4 Ocorrência adicional de *Taenidium* associado a ossos de *Sauropoda*

No mesmo trabalho de campo referido anteriormente, realizado durante o XXVI CBP, foi encontrada em um afloramento da Formação Adamantina, um traço fóssil identificado como um *Taenidium* (figura 18), devido as características que apresenta. O espécime (MBC-018-PIC) foi levado para o Laboratório de Paleontologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia e incorporou o acervo do Museu de Biodiversidade do Cerrado. O traço trata-se de uma escavação com preenchimento meniscado, desprovida de qualquer estrutura de revestimento, sem ramificação, com meniscos homogêneos e pouco espaçados, cuja distância entre eles é menor que o diâmetro da escavação.



Figura 18 – *Taenidium* (MBC-018-PIC) da Formação Adamantina em Campina Verde-MG, escala de 3 cm (arquivos pessoais).

O icnogênero *Taenidium* Heer, 1877, caracteriza-se por traços meniscados verticais ou horizontais, sem ramificações e sem parede delineada, sendo considerado estrutura da alimentação (*Fodinichnia*) de organismos detritívoros, com oligoquetas, coleópteros ou hemípteros como possíveis produtores (FERNANDES & CARVALHO, 2006; MINEIRO *et*

al., 2017). A icnoespécie *Taenidium Barretti* já foi descrita em camadas das Formações Adamantina e Marília (FERNANDES & CARVALHO, 2006; MINEIRO *et al.*, 2017).

4.5 Icnofácies

Icnofácies é o termo utilizado para indicar as associações comuns, em ambientes característicos, de icnotáxons que ocorrem em composições semelhantes, as chamadas icnocenoses, que representam uma assembleia de pistas ou trilhas preservadas estratigráficamente (BUATOIS & MÁNGANO, 2011; FERNANDES, 2007).

As Icnofácies sugeridas para as Formações Adamantina e Marília trata-se da Icnofácies *Scoyenia*, para ambas, devido a associação existente de icnofósseis, dentro de um contexto de planície de inundação (CARVALHO *et al.*, 2009; FERNANDES & CARVALHO, 2006; MINEIRO, 2014; MINEIRO *et al.*, 2017; MINEIRO & SANTUCCI, 2018). Paes Neto *et al.* (2018), indicaram a Icnofácies *Cubiculum* para um afloramento do Membro Ponte Alta, da Formação Marília, devido a existência de marcas e modificações em ossos.

A Icnofácies *Scoyenia* engloba ambientes continentais e os icnogêneros que podem ser encontrados nela são *Scoyenia*, *Taenidium*, *Skolithos*, *Palaeophycus*, *Beaconites*, *Merostomichnites*, *Planolites* e *Unfolozia*, com ocorrência de pegadas de vertebrados, gretas de contração e pingos de chuva (figura 19) (BUATOIS & MÁNGANO, 2011; FERNANDES, 2007). Além disso, os sedimentos dessa icnofácies são caracterizados por serem de depósitos lacustres ou fluviais ligeiramente submersos e periodicamente subaéreos, ou o inverso, e intermediários entre os totalmente aquáticos e não-aquáticos, sendo os ambientes sedimentares as zonas transicionais aluvial-lacustre, planícies de inundação, lagos efêmeros, charcos e interdunas encharcadas (; FERNANDES, 2007).

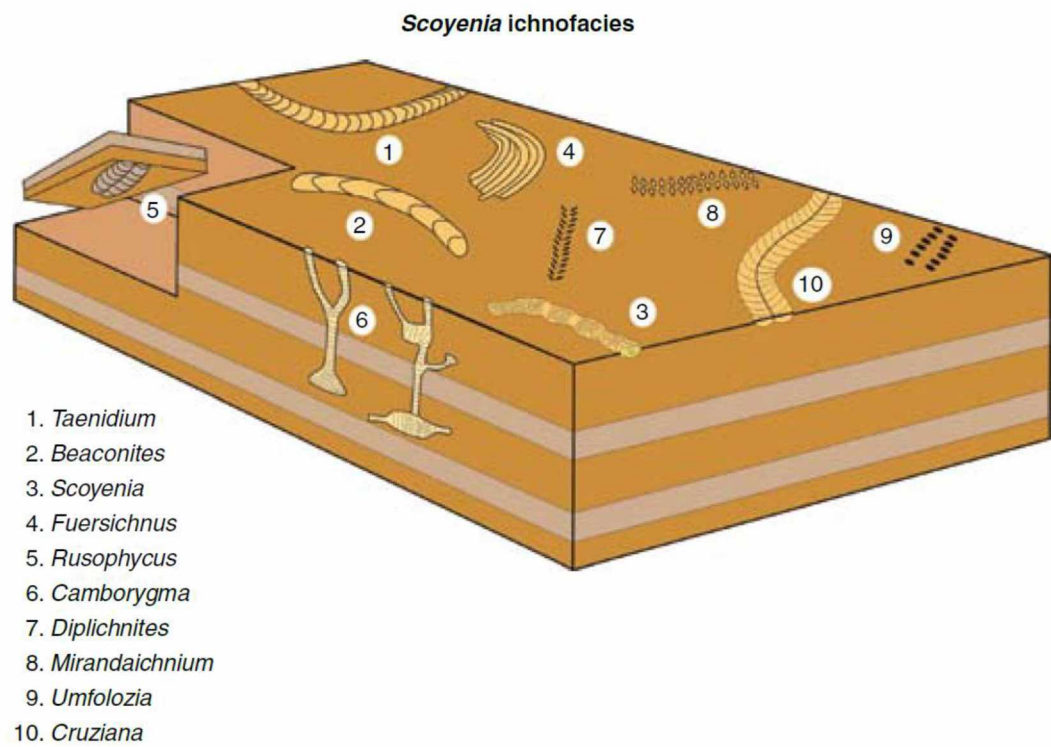


Figura 19 – Esquema da Icnofácies *Scoyenia* (modificado de BUATOIS & MÁNGANO, 1996).

5 CONCLUSÃO

No que se refere aos icnofósseis, as Formações Adamantina e Marília do Grupo Bauru possuem no território mineiro afloramentos importantes com vastos registros de icnofósseis de vertebrados, invertebrados e plantas, sendo possível observar esses últimos em inúmeros cortes de estrada nas rodovias da região, como o *Taenidium* apresentado.

Quanto às capsulas de ovos apresentados, encontrados em um afloramento da Formação Adamantina, são necessários estudos para obter sua descrição morfológica detalhada, identificação da oofamília e possível produtor, representando uma agenda de pesquisa futura. No entanto, pode-se relacioná-los tentativamente, desde já, a crocodiliformes, considerando seus tamanhos e a significativa proximidade de restos esqueléticos desses indivíduos encontrados no mesmo local.

A pegada objeto desse estudo, reconhecida como de um pequeno dinossauro terópode, através dos detalhes anatômicos dos dígitos, é o primeiro registro dessa categoria reportado para o Grupo Bauru e sinaliza para o potencial de encontrar outras pegadas preservadas naquele nível de finos do Membro Echaporã da Formação Marília (Maastrichtiano), no afloramento da BR-364 no município de Gurinhatã-MG. O nível estratigráfico de proveniência do icnofóssil representa um período de deposição mais úmido para a área, com transporte de baixa energia, porém com intervalos mais secos, o que pode ser característica de um pequeno lago/lagoa efêmero ou de planícies de fluviais.

E, como visto, são documentados registros osteológicos de diversas espécies de répteis nessa formação, porém, seu registro icnológico se mostrava restrito à presença de icnofósseis de invertebrados (tubos verticais e escavações horizontais), coprólitos, ovos e rizólitos, até o momento. Consequentemente, o reconhecimento de um elemento da atividade de interação entre o substrato e a produção dinâmica da pegada de um dinossauro abre novas perspectivas para o estudo das faunas dinossaurianas na Bacia Bauru.

De acordo com suas características morfológicas, com a comparação com pegadas similares de outras unidades cretácicas brasileiras e segundo a fauna de terópodes reconhecida para a Formação Marília, os produtores mais prováveis para a pegada são os noassaurídeos. Entretanto, é certo que o produtor se tratava de um pequeno terópode, proporcional à morfologia preservada, bem como com registros osteológicos para a Formação Marília (Abelisauridae e Maniraptora) e demais formações do Grupo Bauru (noassaurídeos).

Reforça-se a ideia, de pesquisadores aqui apresentados, de ser muito provável que parte dos registros osteológicos de pequenos abelisauróides da Formação Marília representem, na realidade, noassaurídeos.

As características observadas para o afloramento mais a presença da pegada, juntamente às informações da icnofauna da Formação Marília, corroboram com a indicação da Icnofácies *Scoyenia* para essa unidade.

Por fim, são imprescindíveis estudos futuros referentes aos aspectos sedimentares do nível de proveniência da pegada, das particularidades preservacionais, tafonômicas, do espécime e comparativos com outras pegadas similares do Cretáceo Superior. Para tanto, uma extensa agenda de pesquisa se delineia.

REFERÊNCIAS

- ALBARELLI, D. S. N. A. **Ambientes deposicionais e caracterização cerâmica da Formação Araçatuba (Bacia Bauru) no Vale do Rio Santo Anastácio, Estado de São Paulo**. 71 f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.
- AZEVEDO, R.P.F.; SIMBRAS, F.M.; FURTADO, M.R.; CANDEIRO, C.R.A.; BERGQVIST, L.P. First Brazilian Carcharodontosaurid and other new theropod dinosaur fossils from the Campanian-Maastrichtian Presidente Prudente Formation, São Paulo State, southeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 40, 2013, p. 131-142.
- AVILLA, L.S.; FERNANDES, R.; RAMOS, D.F.B. **Bite Marks on a Crocodylomorph from the Upper Cretaceous of Brazil: evidence of social behavior?** *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 24, n. 4, 2004, p. 971-973.
- AZEVEDO, S. A.; GALLO, V.; FERIGOLO, J. A Possible Chelonian Egg from The Brazilian Late Cretaceous. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, nº 2, p. 187-193, 2000.
- BATEZELLI, A. **Análise da Sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua Correlação com Áreas Adjacentes**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 183 p, 2003.
- BATEZELLI, A. Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, nº 2, p. 265-285, 2010.
- BATEZELLI, A. Continental systems tracts of the Brazilian Cretaceous Bauru Basin and their relationship with the tectonic and climatic evolution of South America. **Basin Research**, 2015, p. 1-25.
- BATEZELLI, A.; LADEIRA F.S.B. Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 65, 2016, p. 1-24.
- BATEZELLI, A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; PERINOTTO, J. A. J.; FULFARO, V. J. Análise Estratigráfica Aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru – Ks) no Centro-Oeste do Estado de São Paulo. **Geociências**, v. 22, nº Especial, p. 5-19, 2003.

BERTINI, R.J.; SANTUCCI, R.M.; ARRUDA-CAMPOS, A.C. Titanossauros (Sauropoda: Saurischia) no Cretáceo Superior Continental (Formação Marília, Membro Echaporã) de Monte Alto, Estado de São Paulo, e Correlação com Formas Associadas do Triângulo Mineiro. **Geociências**, v. 20, n. 1, 2001, p. 93-103.

BRUM, A.S.; MACHADO, E.B.; CAMPOS, D.A.; KELLNER, A.W.A. Description of uncommon pneumatic structures of a noosaurid (Theropoda, Dinosauria) cervical vertebra from the Bauru Group (Upper Cretaceous), Brazil. **Cretaceous Research**, v. 85, 2018, p. 193-206.

BUATOIS, L. A.; MÁNGANO, M. G. **Ichnology: organism-substrate interactions in space and time**. Cambridge University Press, 2011, 358 p.

CABRAL, U.G., RIFF, D.; KELLNER, A.W.A. HENRIQUES, D.D.R. Pathological features and insect boring marks in crocodyliform from the Bauru Basin, Cretaceous of Brazil. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 163, 2011, p. 140–151.

CANDEIRO, C. R. A.; RICH, T. Overview of the Late Cretaceous Biota of the western São Paulo State, Brazil, Bauru Group. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 29, 2010, p. 346–353.

CARBONARO, F. A. **Conchostráceos (Spinicaudata, Crustacea) do Grupo Bauru (Cretáceo Superior, Bacia Bauru): taxonomia, paleoecologia e paleogeografia**. 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2013.

CARRANO, M.T.; LOEWEN, M.A.; SERTICH, J.J.W. **New materials of Masiakasaurus knopfleri Sampson, Carrano, and Forster, 2001, and implications for the morphology of the Noosauridae (Theropoda: Ceratosauria)**. Smithsonian contributions to paleobiology, n. 95. Smithsonian Institution Scholarly Press: Washington, D.C., 2011, 64 p.

CARVALHO, I. S.; GRACIOSO, D. E.; FERNANDES, A. C. S. **Uma Câmara de Coleóptero (Coprinisphaera) do Cretáceo Superior, Bacia Bauru**. Revista Brasileira de Geociências, v. 39, nº 4, p. 679-684, 2009.

CARVALHO, I.S.; BORGHI, L.; LEONARDI, G. **Preservation of dinosaur tracks induced by microbial mats in the Sousa Basin (Lower Cretaceous), Brazil.** Cretaceous Research, v. 44, 2013, p. 112-121.

CARVALHO, I.S. Icnocenoses continentais: bacias de Sousa, Uiraúna-Brejo e Mangabeira. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989, 167 p.

CARVALHO, I. S. Icnofósseis de Vertebrados. In: CARVALHO, I.S.; FERNANDES, A.C.S. (eds.) **Iconologia**. Sociedade Brasileira de Geologia, 2007, p. 58-73.

CARVALHO, I.S.; KATTAH, S.S. **As Pegadas Fósseis do Paleodeserto da Bacia Sanfranciscana (Jurássico Superior-Cretáceo Inferior, Minas Gerais).** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 70, n. 1, 1998, p. 53-67.

CARVALHO, I. S. Pegadas de Dinossauros em depósitos estuarinos (Cenomaniano) da Bacia de São Luís (MA), Brasil. In: ROSSETTI, D. F.; GÔES, A. M.; TRUCKENBRODT (Editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Coleção Friedrich Katzer, 2001, p. 245-264.

CARVALHO, I.S.; GONÇALVES, R.A. Pegadas de Dinossauros Neocretáceas da Formação Itapecuru, Bacia de São Luís (Maranhão, Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências c. 66, n. 3, 1994, p. 279-292.

CARVALHO, I.S.; VASCONCELLOS, F.M.; MARINHO, T.S.; NOBRE, P.H.; CAMPOS, A.C.A.; ARRUDA, J.T. Répteis Fósseis de General Salgado, SP. – Registro de transformações ambientais na Bacia Bauru durante o Cretáceo. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E.T.; (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Publicado na Internet em 20/08/2010 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio053/sitio053.pdf> .

CARRIJO, L.; MATOS, J. A. F.; RIFF, D.; AGOSTINHO, S. **Iconofósseis de Invertebrados Associados a Restos de Dinossauro Proveniente de Prata-MG (Formação Adamantina, Cretáceo Superior).** Paleontologia em Destaque: boletim informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia, Edição Especial, Bauru: 2012, p. 29.

CASTRO, M.C.; GOIN, F.J.; ORTIZ-JAUREGUIZAR, E.; VIEYTES, E.C.; TSUKUI, K.; RAMEZANI, J.; BATEZELLI, A.; MARSOLA, J.C.A.; LANGER, M.C. A Late Cretaceous mammal from Brazil and the first radioisotopic age for the Bauru Group. **Royal Society open science**, v. 5, n. 5, p. 180482, 2018.

COHEN, K.M., FINNEY, S.C., GIBBARD, P.L. & FAN, J.-X. (2013). The ICS International chronostratigraphic Chart. Episodes 36, p. 199-204.

DAL'BÓ, P.F.F.; BASILICI, G.; ANGELICA, R.S. & LADEIRA, F.S.B. Paleoclimatic interpretations from pedogenic calcretes in a Maastrichtian semi-arid eolian sand-sheet palaeoenvironment: Marília Formation (Bauru Basin, southeastern Brazil). **Cretaceous Research**, v. 30, n. 3, 2009, p. 659-675.

DELCOURT, R. GRILLO, O.N. **On Maniraptoran Material (Dinosauria: Theropoda) From Vale Do Rio do Peixe Formation, Bauru Group, Brazil**. Revista Brasileira de Paleontologia. v. 17, n. 3, 2014, p. 307-316.

DELCOURT, R; IORI, F.V. **A new Abelisauridae (Dinosauria: Theropoda) from São José do Rio Preto Formation, Upper Cretaceous of Brazil and comments on the Bauru Group fauna**. Historical Biology, v. 32, n. 7, 2020, p. 917-924.
<https://doi.org/10.1080/08912963.2018.1546700>

DELCOURT, R. **Revised morphology of *Pycnonemosaurus nevesi* Kellner & Campos, 2002 (Theropoda: Abelisauridae) and its phylogenetic relationships**. Zootaxa: 4276 (1), 2017, p. 1-45.

DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; CASTRO, J. C. MARANHÃO, A. S. A. S.; SUÁREZ, J. M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Revue Paléobiologie**, Genève, v. 20, n. 1, p. 245-304, 2001

FACHINI, T.S.; ONARY, S.; PALCI, A.; LEE, M.S.Y.; BROZANTI, A.S. Cretaceous Bind Snake from Brazil Fills Major Gap in Snake Evolution. **iScience**, v. 23, n. 12, 2020, 101834.

FERNANDES, A. C. S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I. S.; ABREU, C. J. **Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil**. Editora Interciência: Rio de Janeiro, 2002.

FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, I. S. Invertebrate Ichnofossils from the Adamantina Formation (Bauru Basin, Late Cretaceous), Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, n. 2, p. 211-220, 2006.

FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, I. S.; AGOSTINHO, S. Icnofósseis: conceitos gerais. In: CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. (eds). **Iconologia**. Sociedade Brasileira de Geologia, 2007, p. 08-23.

FERNANDES, L.A. Calcretes e registros de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 1, 2010, p. 19-35.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 2, 1996, p. 195-205.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão Estratigráfica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, nº 4, p. 717-728, 2000.

FERNANDES, L. A.; RIBEIRO, C.M.M. Evolution and palaeoenvironment of the Bauru Basin (Upper Cretaceous, Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 61, p. 71-90, 2015.

FERNANDES, L. A.; SEDOR, F. A.; SILVA, R. C.; SILVA, L. R.; AZEVEDO, A. A.; SIQUEIRA, A. G. 2009. Icnofósseis da Usina Porto Primavera, SP - Rastros de dinossauros e de mamíferos em rochas do deserto neocretáceo Caiuá. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, p. 479-488.

FERNANDES, M.A. Icnofácies Continentais. In: CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. (eds). **Iconologia**. Sociedade Brasileira de Geologia, 2007, p. 48-57.

FRANCISCHINI, H.; NETO, V. D. P.; MARTINELLI, A. G.; PEREIRA, V. P.; MARINHO, T. S.; TEIXEIRA, V. P. A.; FERRAZ, M. L. F.; SOARES, M. B.; SCHULTZ, C. L. Invertebrate traces in pseudoecoprolites from the upper Cretaceous Marília Formation (Bauru Group), Minas Gerais State, Brazil. **Cretaceous Research**, v. 57, 2016, p. 29-39.

FREITAS, J. S. **A Coleção Paleontológica do INBIO/UFU: História, Curadoria e Acervo.** 2018. 56 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.

GENISE, J.F., MÁNGANO, M.G., BUATOIS, L.A., LAZA, J.H., VERDE, M. Insect trace fossil associations in paleosols: the *Coprinisphaera* Ichnofacies. **Palaio**, v. 15, 2000, p. 49-64.

GOBBO, S.R.; BERTINI, R.J. 2017. Chronostratigraphic correlations and biogeography of upper Cretaceous non-marine ostracods in India, Congo, Argentina and Brazil. In: Langer MC, AlHalabi WA, Ferreira GS, Hermanson G, Marsola JCA & Onary-Alves SY (eds.). **Paleontologia em Destaque - Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, Edição Especial de Julho de 2017, p. 129.

GOBBO-RODIGUES, S. R.; PETRI, S.; BERTINI, R. J. Ocorrência de ostrácodes na Formação Araçatuba do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná, e Possibilidades de Correlação com Depósitos Isócronos Argentinos – parte II: família *Limnocytheridae*. **Revista Universidade Guarulhos - Geociências**, v. 6, p. 05-10, 1999.

GOBBO-RODRIGUES, S. R. Ocorrência de Caulóides de Charophytas Maastrichtianas na Formação Marília (Grupo Bauru), na região de Uberaba (MG), Brasil e considerações paleoecológicas. **Revista Universidade Guarulhos - Geociências**, v. 8, p. 29-38, 2009.

GOLDBERG, K.; GARCIA, A.J.V. Palaeobiogeography of the Bauru Group, a dinosaur-bearing Cretaceous unit, northeastern Parana Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, v. 21, 2000, p. 241-254.

KELLNER, A.W.A.; AZEVEDO, S.A.K. A New Sauropod Dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. In: TOMIDA, Y.; RICH, T.H. VICKERS-RICH, P. (eds.). **Proceedings of the Second Gondwanan Dinosaur Symposium**, National Science Museum Monographs, n. 15, Tokyo, 1999, p. 111-142.

KELLNER, A.W.A.; CAMPOS, D.A. **On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil.** Arquivos do Museu Nacional, v. 60, n. 3, 2002, p. 163–170.

KELLNER, A.W.A.; WEINSCHÜTZ, L.C.; HOLGADO, B.; BANTIM, R.A.M.; SAYÃO, J.M. 2019. A new toothless pterosaur (Pterodactyloidea) from Southern Brazil with insights

into the paleoecology of a Cretaceous desert. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, suppl. 2, 2019: e20190768. DOI 10.1590/0001-3765201920190768.

LANGER, A.C.; MARTINS, N.O.; MANZIG, P.C.; FERREIRA, G.S.; MARSOLA, J.C.A.; FORTES, E.; LIMA, R.; SANT'ANA, L.C.F.; VIDAL, L.S.; LORENÇATO, R.H.S.; EZCURRA, M.D. **A new desert-dwelling dinosaur (Theropoda, Noosaurinae) from the Cretaceous of South Brazil**. *Nature, Scientific Reports*, v. 9, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45306-9>

LINDOSO, R.M.; MEDEIROS, M.A.; CARVALHO, I.S.; MARINHO, T.S. ***Masiakasaurus*-like theropod teeth from the Alcântara Formation, São Luís Basin (Cenomanian), northeastern Brazil**. *Cretaceous Research*, v. 36, 2012, p. 119-124.

LOPES RODRIGUES, C.J.; BORGATTI, H.; GOMES, M.O.S.; KNAUER, L.G.; DUTRA, T.L.; RIFF, D.; BITTENCOURT, J.S. 2018. Ocorrência de conífera na Formação Marília, Cretáceo Superior da Bacia Bauru, Triângulo Mineiro. In: PALERMO, N.; ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; MACHADO, F.B.; CORVAL, A.; VALENTE, S.C.; DAL'BÓ, P.F. (eds). **Anais do 49º Congresso Brasileiro de Geologia**, Rio de Janeiro, 2018, p. 1369.

MAGALHÃES-RIBEIRO, C. M.; CARVALHO, I. S.; NAVA, W. R. 2006. Ovos de crocodilomorfos da Formação Araçatuba (Bacia Bauru, Cretáceo Superior), Brasil. 285–292. In GALLO, V., BRITO, P. M., SILVA, H. M. A.; FIGUEIREDO, F. J. (eds). *Paleontologia de Vertebrados: grandes temas e contribuições científicas*. Interciência, Rio de Janeiro, 332 pp.

MANZIG, P.C.; KELLNER, A.W.A.; WEINSCHÜTZ, L.C.; FRAGOSO, C.E.; VEJA, C.S.; GUIMARÃES, G.B.; GODOY, L.C.; LICCARDO, A.; RICETTI, J.H.Z.; MOURA, C.C. Discovery of a Rare Pterosaur Bone Bed in a Cretaceous Desert with Insights on Ontogeny and Behavior of Flying Reptiles. **PLOS ONE**, v. 9, n. 8, 2014, e100005.

MANZINI, F.F. **Redefinição da Formação Marília em seu Local Tipo: Estratigrafia, Ambiente de Sedimentação e Paleogeografia**. 1999. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1999.

MARSOLA, J.C.A.; BATEZELLI, A.; MONTEFELTRO, F.C.; GRELLT-TINNER, G.; LANGER, M.C. Palaeoenvironmental characterization of a crocodilian nesting site from the

Late Cretaceous of Brazil and the evolution of crocodyliform nesting strategies. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, V. 457, 2016, p. 221–232.

MARTINELLI, A. G.; MARINHO, T. S.; EGLI, F. B.; HECHENLEITNER, E.M.; IORI, F.V.; VEIGA, F.H.; BASICILI, G.; SOARES, M.V.T.; MARCONATO, A.; RIBEIRO, L.C.B. **Noosaurid theropod (Abelisauria) fêmur from the Upper Cretaceous Bauru Group in Triângulo Mineiro (Southeastern Brazil)**. *Cretaceous Research*, v. 104, 2019.

MARTINELLI, A.; RIFF, D.; LOPES, R.P. Discussion about the occurrence of the genus *Aeolosaurus* Powell 1987 (Dinosauria, Titanosauria) in the Upper Cretaceous of Brazil. **Gaea**, v. 7, n. 1, 2011, p. 34-40.

MARTINELLI, A. G.; TEIXEIRA, V. P. A. The Late Cretaceous vertebrate record from the Bauru Group in the Triângulo Mineiro, southeastern Brazil. **Boletín Geológico y Minero**, v. 126, n. 1, 2015, p. 129-158.

MENEGAZZO, M.C.; CATUNEANU, O.; CHANG, H.K. 2016. The South American retroarc foreland system: The development of the Bauru Basin in the back-bulge province. **Marine and Petroleum Geology**, v. 73, 2016, p. 131-156.

MINEIRO, ADRIANO SANTOS. **Ícnofósseis de Invertebrados e Raízes Fósseis da Formação Marília (Membro Echaporã), Grupo Bauru, Cretáceo Superior, Brasil**. 2014. 31 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

MINEIRO, A. S.; SANTUCCI, R. M. Ichnofabrics and ichnofossils from the continental deposits of the Serra da Galga Member, Marília Formation, Bauru Group (Upper Cretaceous), Uberaba, Minas Gerais, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 86, 2018, 287-300.

MINEIRO, A. S.; SANTUCCI, R. M.; NAVA, W. R. Ocorrência dos Icnogêneros *Skolithos* e *Taenidium* na Formação Marília, Grupo Bauru, Cretáceo Superior, Marília-SP. In: XXIII Congresso Brasileiro de Paleontologia. Boletim de Resumos, Gramado, RS, p. 308, 2013.

MINEIRO, A. S.; SANTUCCI, R. M.; ROCHA, D. M. S.; ANDRADE, M. B.; NAVA, W. R. Invertebrate ichnofossils and rhizoliths associated with rhizomorphs from the Marília

Formation (Echaporã Member), Bauru Group, Upper Cretaceous, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 80, 2017, p. 529-540.

MORATALLA, J.J.; SANZ, J.L.; JIMENEZ, S. Multivariate Analysis on Lower Cretaceous Dinosaur Footprints: discrimination between ornithopods and theropods. **Geobios**, n.21, fasc. 4, 1988, p. 395-408.

NASCIMENTO, D. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. First record of lobed trace fossils in Brazil's Upper Cretaceous paleosols: Rhizoliths or evidence of insects and their social behavior? **Journal of South American Earth Sciences**, v.79, 2017a, p. 364-376.

NASCIMENTO, D. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Freshwater Decapoda Trace Fossils in Floodplain Paleosols of Marília Formation in Minas Gerais State (SE Brazil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 20, n. 3, 2017b, p. 287-298.

NASCIMENTO, D. L.; BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. The paleoecological and paleoenvironmental importance of root traces: Plant distribution and topographic significance of root patterns in Upper Cretaceous paleosols. **Catena**, v. 172, 2019, p. 789–806.

NASCIMENTO, D.L.; LADEIRA, F.S.B.; BATEZELLI, A. 2017a. Pedodiagenetic Characterization of Cretaceous Paleosols in Southwest Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2017, 41: e0160065.

NOBRE, P.H.; CARVALHO, I.S.; VASCONCELLOS, F.M.; SOUTO, P.R. Feeding behavior of the Gondwanic Crocodylomorpha *Mariliasuchus amarali* from the Upper Cretaceous Bauru Basin, Brazil. **Gondwana Research**, v. 13, 2008, p. 139-145.

OLIVEIRA, C. E. M.; SANTUCCI, R. M.; ANDRADE, M. B.; FULFARO, V. J.; BASÍLIO, J. A. F.; BENTON, M. J. Crocodylomorph Eggs and Eggshells From The Adamantina Formation (Bauru Group), Upper Cretaceous of Brazil. **Palaeontology**, v. 54, part 2, 2011, p. 309–321.

OLIVEIRA, F. A.; SANTUCCI, R. M. Criteria for recognition and taphonomy of coprolites from the Serra da Galga Member, Marília Formation (Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 2017, p. 1-16

PAES NETO, V.D.; FRANCISCHINI, H.; MARTINELLI, A.G.; MARINHO, T.S. RIBEIRO, L.C.B.; SOARES, M.B. SCHULTZ, C.L. **Bioerosion traces on titanosaurian sauropod bones from the Upper Cretaceous Marília Formation of Brazil.** Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology, v. 42, n. 3, 2018, p. 415-426.

PEREIRA, C.T. **Paleossolos da Formação Marília no Município de Campina Verde, Oeste de Minas Gerais.** 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.

RETALLACK, G.J. **Core concepts of paleopedology.** Quaternary International 51/ 52, 1998. 203–212.

RICCOMINI, C. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, v. 27, n. 2, 1997, p. 153-162.

SANTUCCI, R. M.; BERTINI R. J. **Distribuição Paleogeográfica e Biocronológica dos Titanossauros (Saurishia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do Sudeste Brasileiro.** Rev. Bras. Geociências, v. 31, nº 3, p. 307-315, 2001.

SIMÕES, T. R.; WILNER, E.; CALDWELL, M. W.; WEINSCHÜTZ, L. C.; KELLNER, A. W. A. A stem acrodontan lizard in the Cretaceous of Brazil revises early lizard evolution in Gondwana. **Nature Communications**, v. 6, 2015, 8149.

SOARES P.C.; LANDIM P.M.B.; FÚLFARO V.J.; SOBREIRO NETO A. F. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 10, nº 3, p. 177-185, 1980.

TEICHERT, C. (ed.). **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part W - supplement 1 – trace fossils and problematica. Geological Society of America & University of Kansas: New York, 1975.

THULBORN, R. A. **Dinosaur tracks.** Londres: Chapman & Hall, 1990, 410 p.

VASCONCELLOS, F. M.; CARVALHO, I. S. Condicionante Etológico na Tafonomia de *Uberabasuchus Terrificus* (Crocodyliformes, Peirosauridae) da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). UNESP – **Geociências**: São Paulo, v. 25, n. 2, p. 225-230, 2006.

VASCONCELLOS, F. M.; CARVALHO, I. S. Paleoichnological Assemblage Associated with *Baurusuchus Salgadoensis* Remains, A *Baurusuchidae* Mesoeucrocodylia from the Bauru Basin, Brazil (Late Cretaceous). In: Milàn, J.; Lucas, S.G.; Lockley, M.G.; Spielmann, J.A. (eds.). **Crocodyle tracks and traces**. New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin 51, 2010, p. 227-238.