UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO

PRIMEIRO REGISTRO DE OSTEODERMO DE CROCODILIFORMES DA FORMAÇÃO MARÍLIA (GRUPO BAURU, CRETÁCEO SUPERIOR) DO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS, ESTADO DE GOIÁS

Thainara Aparecida Divina Arruda de Paula

GOIÂNIA, GO
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome completo da autora: Thainara Aparecida Divina Arruda de Paula

Título do trabalho: "Primeiro registro de Osteodermo de Crocodiliformes da Formação Marília (grupo Bauru, Cretáceo Superior) do município de Quirinópolis, estado de Goiás"

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;

- Submissão de artigo em revista científica;

- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Documento assinado eletronicamente por **Carlos Roberto Dos Anjos Candeiro**, **Professor do Magistério Superior**, em 22/07/2024, às 08:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Thainara Aparecida Divina Arruda De Paula**, **Discente**, em 22/07/2024, às 12:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4668208** e o código CRC **EAC9320F**.

Thainara Aparecida Divina Arruda de Paula

PRIMEIRO REGISTRO DE OSTEODERMO DE CROCODILIFORMES DA FORMAÇÃO MARÍLIA (GRUPO BAURU, CRETÁCEO SUPERIOR) DO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS, ESTADO DE GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Bacharelado do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel(a) em Ciências Biológicas.

Orientador: *DSc.* Carlos Roberto dos Anjos Candeiro

Coorientadora: *MSc*. Tamires do Carmo Dias

GOIÂNIA, GO

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Paula, Thainara Aparecida Divina Arruda de Paula
PRIMEIRO REGISTRO DE OSTEODERMO DE CROCODILIFORMES DA FORMAÇÃO MARÍLIA (GRUPO BAURU, CRETÁCEO SUPERIOR) DO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS, ESTADO DE GOIÁS [manuscrito] / Thainara Aparecida Divina Arruda de Paula Paula. - 2024.
25 f.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto dos Anjos Candeiro; co orientadora Tamires do Carmo Dias.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, , Ciências Biológicas, Goiânia, 2024.
Bibliografia.
Inclui mapas, fotografias.

1. Mesoeucrocodylia. 2. Neocretáceo. 3. Brasil Central. I. Candeiro, Carlos Roberto dos Anjos, orient. II. Título.

CDU 55

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos dezoito dias do mês de julho de dois mil e vinte e quatro iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "Primeiro registro de Osteodermo de Crocodiliformes da Formação Marília (grupo Bauru, Cretáceo Superior) do município de Quirinópolis, estado de Goiás" de autoria de Thainara Aparecida Divina Arruda de Paula, do curso de Ciências Biológicas Bacharelado, do Instituto de Ciências Biológicas da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo DSc. Carlos Roberto dos Anjos Candeiro - Faculdade de Ciência e Tecnologia /UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: DSc. Paulo Victor Luiz Gomes da Costa Pereira - Departamento de Geologia / Universidade Federal do Rio de Janeiro e MSc. Luciano da Silva Vidal - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição da estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 10,00 (nota), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Carlos Roberto Dos Anjos Candeiro**, **Professor do Magistério Superior**, em 22/07/2024, às 08:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Paulo Victor Luiz Gomes da Costa Pereira**, **Usuário Externo**, em 22/07/2024, às 13:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Luciano Silva Vidal registrado(a) civilmente como Luciano da Silva Vidal**, **Usuário Externo**, em 31/07/2024, às 16:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4668198** e o código CRC **D9F0705B**.

AGRADECIMENTOS

Um novo ciclo se fecha e durante seu processo obtive o apoio de várias pessoas, sendo ele financeiramente ou emocionalmente e deixo aqui minha imensa gratidão por todo esse apoio e por nunca desistirem de me ajudar nesse sonho.

Primeiramente agradeço a Universidade Federal de Goiás (UFG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) que financiou meus projetos e me possibilitou a oportunidade de desenvolvimento de pesquisas tão importante para minha formação. Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Roberto A. Candeiro por desde o início acreditar no meu potencial, por nunca desistir e nem me deixar desistir. Eu não teria conquistado todo o aprendizado e todos os feitos do meu currículo sem seu apoio, confiança, elogios e sem suas broncas ou momento de geladeira. Obrigada por me ensinar que posso ir longe e principalmente, que sou capaz de chegar onde quero. Espero que tenhamos muitos e muitos anos de amizade, troca de aprendizado e apoio.

Aos meus familiares, em especial minha mãe (Alessandra) e irmão (José Carlos), por estarem ao meu lado por todos esses anos, me apoiando não só financeiramente para que eu conseguisse o tão sonhado diploma em Biologia, mas também emocionalmente, estando presente nos meus feitos e me ouvindo a cada novidade que eu aprendia, a cada conquista e a cada surto. Um agradecimento em mais que especial a meu pai Carlos (*in memoriam*), nunca vou me esquecer dos dias que passei estudando ao seu lado para conseguir passar na UFG e dos sorrisos que trocávamos nos intervalos de estudos ou nas tardes onde eu e José jogávamos próximo a sua cama para passar os dias. Eu amo cada um de vocês, obrigada por, mesmo me ensinando sobre independência, serem meus pilares de surto e apoio.

Aos meus amigos (Barbara, Gabriela e Marisa) por estarem comigo nesses 11 anos de amizade e que inclusive começou na biologia, vocês foram de grande importância na minha

vida tanto para graduação quanto para as trocas de ensino sobre a vida. Agradeço também meu amigo Dhyemerson por ter sido meu maior apoio no momento de maior perda da minha vida e por nunca ter me deixado desde então, obrigada por ser o meu melhor amigo e meus amigos de curso, Amanda, Felipe, Maria Eduarda e Pedro Henrique, foi incrível passar esses anos com vocês e ver o quanto o curso e a vida nos mudou, tenho imenso orgulho do que nos tornamos e do que estamos traçando para a vida. Amo todos vocês! A meu namorado, Maycon. Obrigada por desde o começo me apoiar, ouvir e sempre se mostrar surpreso e empolgado com minhas novidades e as vezes nem tão novidade assim, por todos os documentários assistidos e debates durante os mesmos, por topar meus projetos para o futuro e sempre se mostrar disposto a ajudar. Obrigada por todo amor e atenção, te amo!

À minha co-orientadora, Ms. Tamires do Carmo Dias. Obrigada por me escutar surtando, sorrindo ou no desespero devido à falta de capacidade (por excesso de estudo) de pensa melhor em alguns momentos e com isso, obrigada pelos conselhos sobre descanso, laboratório, resumos e vida. Obrigada também por topar meus dois projetos e por sempre se fazer presente nas correções e com elas as risadas sobre algumas escritas. Obrigada por todos ensinamentos e principalmente pela amizade!

Ao Dr. Thiago Marinho pela colaboração e ajuda na descrição do espécime, seus artigos e conhecimento foram de grande ajuda e com certeza me ensinaram muito durante esse trabalho. Muito obrigada pela disponibilidade e atenção e aos colegas do Laboratório de Paleontologia e Evolução que estiveram comigo nesses dois anos de aprendizado. Espero encontrar vocês sejam na profissão ou na vida e torço por cada de vocês, em especial pelos meus queridos: Juliano, Lívia, Antônio, Musa, Debora, Bruno e Tamires. Vocês são incríveis.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada!

PUBLICAÇÃO

O manuscrito resultante deste trabalho será submetido a Revista Brasileira de Paleontologia (RBP), ISSN 1519-7530, *Qualis* B1 em Biodiversidade e Geociência segundo avaliação do quadriênio 2017-2020, com fator de impacto (JCR 2023): 0.90 no formato "Nota Paleontológica". A composição textual do corpo do manuscrito está formatado segundo as normas do referido periódico.

SUMÁRIO

RESUMO.....xi
ABSTRACT..... xii
1. **INTRODUÇÃO GERAL** 13
2. **PRIMEIRO OSTEODERMO DE MESOEUCROCODYLIA DA FORMAÇÃO MARÍLIA (GRUPO BAURU, CRETÁCEO SUPERIOR) DO ESTADO DE GOIÁS, BRASIL .....**..... 14
6. **REFERÊNCIAS** 23

RESUMO

Os Mesoeucrocodylia do Neocretáceo da América do Sul foram um dos principais componentes das faunas de tetrápodes encontrados em rochas do Grupo Bauru nos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo. A presença de osteodermos que têm sido reportados em espécies articuladas ou encontrados isoladamente no registro geológico. No presente trabalho é descrito o primeiro osteodermo de Mesoeucrocodylia do Campaniano-Maastrichtiano da Formação Marília (Grupo Bauru) do estado de Goiás. O espécime Paleo-UFG-114 apresenta forma quadrilátera, possui uma textura externa rugosa com corrosão orientada radialmente, uma faceta interna com presença de ranhuras entrecruzadas, forames na região interna e externa e presença de uma quilha pouco desenvolvida. Essas características os difere dos osteodermos de dinossauros titanossauros encontrados nas rochas desta unidade geológica. A presença de Paleo-UFG-114 no estado de Goiás vem reafirmar que os Mesoeucrocodylia foram importantes componentes da fauna de répteis, ainda vem contribuir para o aumento do conhecimento acerca da sua distribuição geográfica do grupo nesta região pouco explorada.

Palavras-Chave: Mesoeucrocodylia, Neocretáceo, Brasil Central.

ABSTRACT

The Mesoeucrocodylia from the Late Cretaceous of South America were one of the main components of the tetrapod faunas found in rocks of the Bauru Group in the states of Goiás, Minas Gerais and São Paulo. The presence of osteoderms has been reported in articulated species or found isolated in the geological record. In the present work, the first osteoderm of Mesoeucrocodylia from the Campanian-Maastrichtian of the Marília Formation (Bauru Group) of the state of Goiás is described. Paleo-UFG-114 has a quadrilateral shape, has a rough external texture with radially oriented corrosion, an internal facet with the presence of intersecting grooves, foramina in the internal and external region and the presence of a poorly developed keel. These features differentiate them from the osteoderms of titanosaur dinosaurs found in the rocks of this geological unit. The presence of Paleo-UFG-114 in the state of Goiás reaffirms that mesoeucrocodylians were important components of the reptile fauna, and also contributes to increasing knowledge about the group's geographic distribution in this little-explored region.
Keywords: Mesoeucrocodylia, Late Cretaceous, Central Brazil.

Introdução Geral

Esta monografia é um resultado do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e está organizada em um capitulo com o objetivo de apresentar a pesquisa realizada para a disciplina mencionada. Este capitulo é composto por um manuscrito que será submetido à Revista Brasileira de Paleontologia e devido a isto, encontra-se em língua inglesa. O capitulo possui uma estrutura separada nas seguintes seções: introdução, cenário geológico, materiais e métodos, resultados, discussão e conclusão. Desta forma todos os levantamentos, resultados e discussões são apresentados no artigo que será publicado, bem como as conclusões obtidas durante a realização da pesquisa.

FIRST RECORD OF MESOEUCROCODYLIA OSTEODERM FROM THE UUPER CRETACEOUS BAURU GROUP, STATE OF GOIÁS

THAINARA APARECIDA DIVINA ARRUDA DE PAULA[1]; CARLOS ROBERTO CANDEIRO DOS ANJOS[1]; TAMIRES DO CARMO DIAS[1]; LUCIANO VIDAL[2]; PAULO VICTOR LUIZ GOMES DA COSTA PEREIRA[2]

[1]Laboratório de Paleontologia e Evolução, Curso de Geologia, Campus Aparecida de Goiânia, Universidade Federal de Goiás, Estrada Municipal s/n Quadra e Área Lote 04 – Bairro Fazenda Santo Antônio, 74971-451 – Aparecida de Goiânia – Brasil. thainara.arruda.84@gmail.com, candeiro@ufg.br, dias.tamiresdc@gmail.com

[2]Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do, Av. Athos da Silveira Ramos, 274 – Cidade Universitária, 21941-909, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. science.vidal@gmail.com, paulovictor29@yahoo.com.br

ABSTRACT

The Mesoeucrocodylia from the Late Cretaceous of South America were one of the main components of the tetrapod faunas found in rocks of the Bauru Group in the states of Goiás, Minas Gerais and São Paulo. The presence of osteoderms has been reported in articulated species or found isolated in the geological record. In the present work, the first osteoderm of Mesoeucrocodylia from the Campanian-Maastrichtian of the Marília Formation (Bauru Group) of the state of Goiás is described. Paleo-UFG-114 has a quadrilateral shape, has a rough external texture with radially oriented corrosion, an internal facet with the presence of intersecting grooves, foramina in the internal and external region and the presence of a poorly developed keel. These features differentiate them from the osteoderms of titanosaur dinosaurs found in the rocks of this geological unit. The presence of Paleo-UFG-114 in the state of Goiás reaffirms that mesoeucrocodylians were important components of the reptile fauna, and also contributes to increasing knowledge about the group's geographic distribution in this little-explored region.

Keywords: Mesoeucrocodylia, Late Cretaceous, Central Brazil.

RESUMO

Os Mesoeucrocodylia do Neocretáceo da América do Sul foram um dos principais componentes das faunas de tetrápodes encontrados em rochas do Grupo Bauru nos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo. A presença de osteodermos que têm sido reportados em espécies articuladas ou encontrados isoladamente no registro geológico. No presente trabalho é descrito o primeiro osteodermo de Mesoeucrocodylia do Campaniano-Maastrichtiano da Formação Marília (Grupo Bauru) do estado de Goiás. O espécime Paleo-UFG-114 apresenta forma quadrilátera, possui uma textura externa rugosa com corrosão orientada radialmente, uma faceta interna com presença de ranhuras entrecruzadas, forames na região interna e externa e presença de uma quilha pouco desenvolvida. Essas características os difere dos osteodermos de dinossauros titanossauros encontrados nas rochas desta unidade geológica. A presença de Paleo-UFG-114 no estado de Goiás vem reafirmar que os Mesoeucrocodylia foram importantes componentes da fauna de répteis, ainda vem contribuir para o aumento do conhecimento acerca da sua distribuição geográfica do grupo nesta região pouco explorada.

Palavras-Chave: Mesoeucrocodylia, Neocretáceo, Brasil Central.

INTRODUCTION

The strata of the Bauru Group have extensive and irregular coverage in areas of the states of Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais and São Paulo (Fernandes & Coimbra, 1996; Batezelli *et al.*, 2019). Recently studies have proposed a new lithostratigraphic arrangement for this geological unit composed of the Adamantina, Uberaba, Marília and Serra da Galga formations (Batezelli *et al.*, 2019; Soares *et al.*, 2020). These layers have a rich fossil content regarding by plants, invertebrates to vertebrate (Ihering, 1911; Pacheco, 1913; Huene, 1931, 1933; Candeiro *et al*., 2006; Martinelli & Teixeira, 2015; Santos-Pereira *et al*. 2016; Candeiro & Figueirôa, 2017; see review in Brusatte *et al.*, 2017; Candeiro *et al.*, 2018; Candeiro *et al*., 2020) remains found mainly in the Adamantina, Marília and Serra da Galga formations in areas of the states of Minas Gerais and São Paulo. Records of crocodyliforms have been reported since the beginning of the last century for these states (Carvalho *et al*., 2004; Candeiro *et al*., 2018).

Crocodyliform records from the Bauru Group are known from complete skeletons and mainly teeth. Records of osteoderms have been described and present important elements found in this taxa (Marinho et al., 2006). The known materials of these dermal plates from the Bauru Group of Baurusuchidae, mainly from peirosaurids such as *Montealtosuchus arrudacamposi* Carvalho, Vasconcellos, Tavares, 2007, *Istausuchus jesuinoi* Price, 1955, *Peirosaurus torminni* Price, 1955 and *Uberabasuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro, Avilla, 2004 and some isolated osteoderms (e.g., Torres *et al.*, 2001) found in the states of Minas Gerais and São Paulo.

The south of the state of Goiás presents outcrops of sedimentary rocks belonging to the Adamantina and Marília formations, with great fossiliferous potential where very fragmentary records of invertebrates (Mezzalira, 1974), plants (Basilici & Dal'Bo (2010;

Candeiro *et al*., 2022), fish, turtles, crocodyliforms, sauropods and theropods (Candeiro *et al.*, 2018, 2020, 2024). This is one of the regions with great fossiliferous potential for records of crocodyliforms from the Bauru Group, which could enable increased knowledge of the distribution of records of this taxa. In 2022, unpublished materials of crocodyliforms and dinosaurs were collected from strata of the Marília Formation in the municipality of Qurinópolis, state of Goiás by the team from the Laboratório de Paleontologia e Evolução (Curso de Geologia, Universidade Federal de Goiás). This article aims to describe the first crocodyliform osteoderm for the state of Goiás and thus contribute to records of this taxon for the region.

GEOLOGICAL SETTING

The municipality of Quirinópolis is located in the south of the state of Goiás (Brazil), where rocks from the Adamantina and Marília formations of the Bauru Group are exposed (Fig. 1; Soares et al., 1980). Ages are estimated to vary between Campanian-Maastrichtian (*sensu* Batezelli *et al.*, 2019). The Marília Formation in the state of Goiás is the most prolific in terms of Cretaceous vertebrate remains in the state, but with records concentrated in the neighboring municipality of Rio Verde (see review in Candeiro *et al.*, 2020).

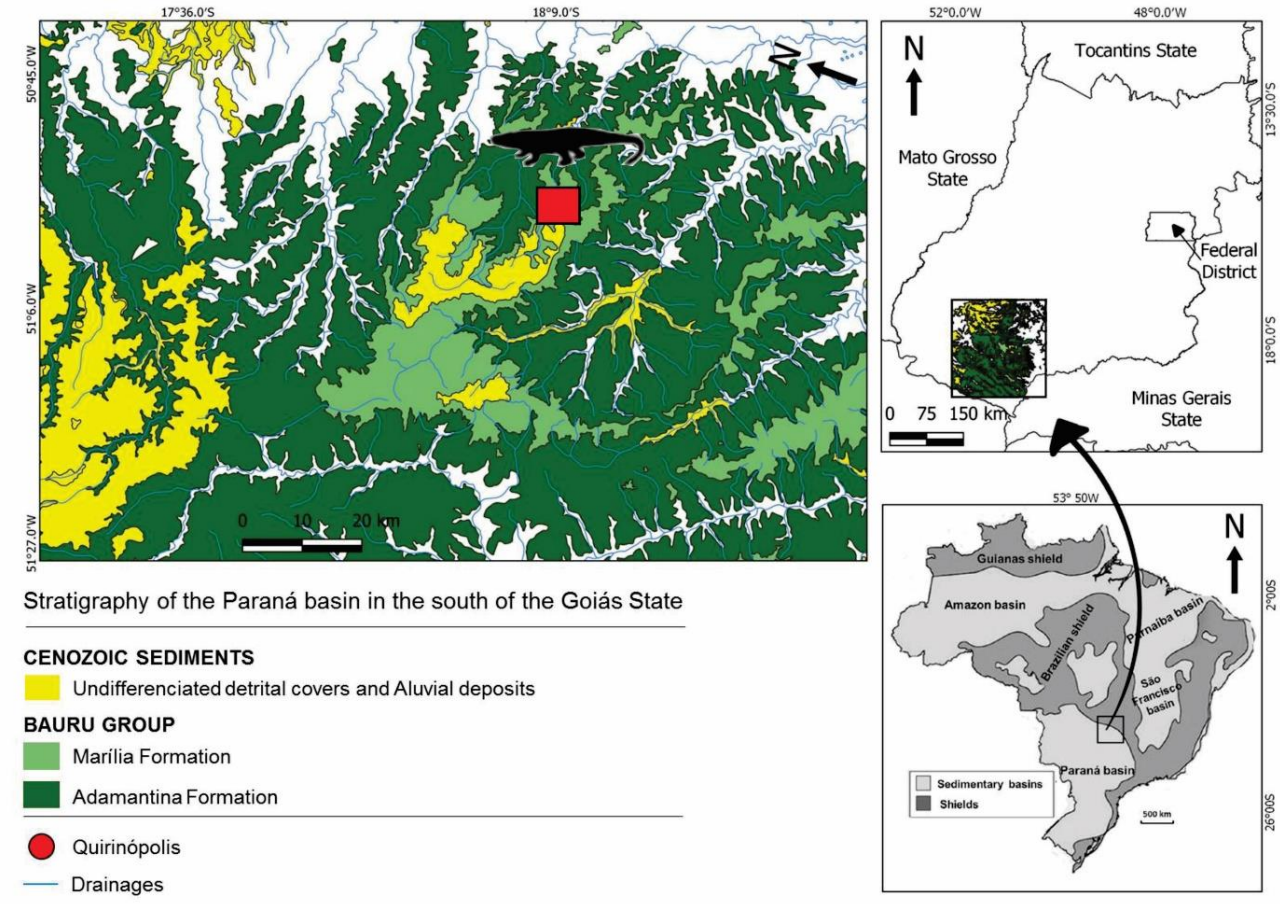

Figure 1 - Lithostratigraphic map of the Bauru Group and the study area in the municipality of Quirinópolis, Goiás, Brazil (adapted from SIGAS, 2003).

Morro da Antena rural outcrop in Quirinópolis municipality (Marília Formation)

Fine-grained deposits, mainly claystones, siltstones and fine sandstones, form tabular to cuneiform bodies up to 8 m thick and are laterally extensive and intercalated between dune units (fine-grained sandstones with cross bedding) (Fig. 2). Internally, these units are characterized by massive to laminated claystones from 4 to 22 cm thick and siltstones with abundant rootlets and desiccation cracks. In addition, there are beds from 2 to 17 cm thick, composed of laminated claystones interspersed with fine sandstones, mainly massive or with asymmetrical subcritical climbing ripples. A very striking feature of these deposits is that both the upper and lower contacts are non-erosive abrupt.

Fig. 2 - (A) stratigraphical profile of Morro da Antena outcroup of the Marília Formation; (B) locality of Morro da Antena in rural area of the municipality of Quirinópolis, southern Goiás State, indicating the level at which the osteoderm Paleo-UFG/114 was found (black silhouette).

Institutional abbreviation

Paleo-UFG: Coleção de Paleontologia, Laboratório de Paleontologia e Evolução, Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, state of Goiás, Brazil.

MATERIALS AND METHODS

Paleo-UFG/114 consists of an osteoderm in a good state of preservation from Morro da Antena, municipality of Quirinópolis, state of Goiás, Brazil. The method was carried out following Marinho et al. (2006) taking into account the shape of the specimen, the external and internal ornamentation and the position of the keel.

Paleo-UFG/114 was collected manually in the field in 2023 and prepared in 2023 and 2024 at the Laboratório de Paleontologia e Evolução, Curso de Geologia, Universidade Federal de Goiás. Measurements were recorded using a Mitutoyo caliper from the 500 series, ABSOLUTE AOS Digital model with Absolute technology, with a capacity of 150mm/6. The

views were taken using a Leica model EZ4 binocular stereomicroscope and the photographs were taken using a Canon EOS Rebel T4i camera with a Canon 18-55 lens. The measurement accuracy is on average ±0.02mm. Samples and reference and comparison figures came from publications.

RESULTS

Systematic palaeontology

Crocodylomorpha Walker, 1970

Crocodyliformes Hay, 1930 (*sensu* Clark, in Benton & Clark, 1988)

Mesoeucrocodylia Whetstone & Whybrow, 1983

Mesoeucrocodylia indet.

Description

The fossil is well preserved and has signs of breakage on the sides. The preservation and slight abrasion of the material indicate that it was rolled from the collection site, breaking on the side. Paleo-UFG/114 has a nearly flat internal face and a slightly convex external face, measuring 3 cm in length, 0.62 cm in depth and 2.15 cm in width. It has a quadrilateral shape and is compressed dorsoventrally (Fig. 3).

The internal surface of crocodyliform osteoderms usually has a smooth to rough texture, with the presence of foramina in the region and intersecting grooves (Marinho et al. 2006). In Paleo-UFG/114, the presence of these grooves is clearly evident on the internal surface, and there are foramina distributed throughout the region (Fig. 3E). The lateral surfaces show signs of possible breakage, possibly caused by rolling of the collection site. The external surface has a rough texture, with the presence of grooves distributed throughout

the region (Fig. 3D) and a centralized keel (Fig. 3A), not extending beyond the margin of the specimen.

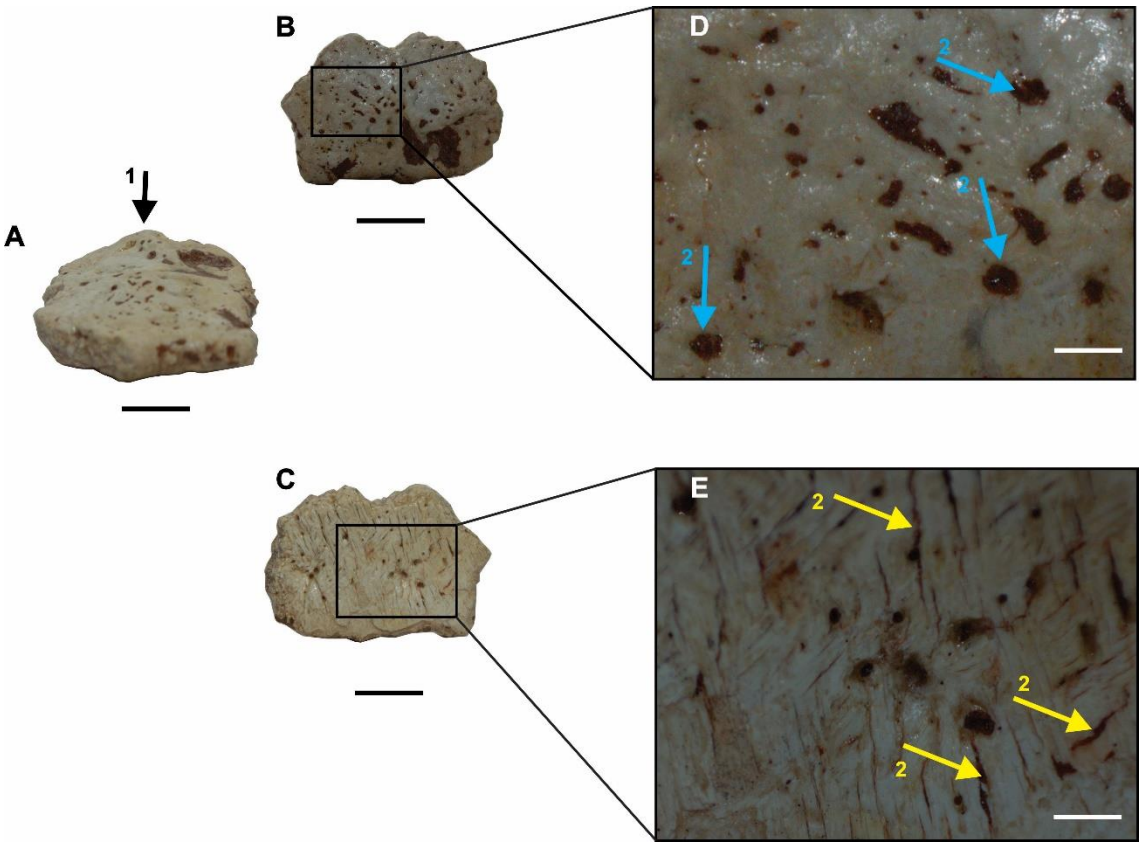

Fig. 3 - Paleo-UFG/114, A: view of the external region, where the arrow with number 1 shows the position of the keel, B: view of the externa region; C: View of the internal region; D: grooves and foramina; E: intersecting grooves. Scale A, B = 20cmm, C and D = 100mm.

Taphonomic characteristics: The external surface of the specimen is moderately well preserved, with little evident abrasion or significant weathering, as is the internal surface. The margins of the osteoderm fragment are semi-rounded and polished, indicating that the bone surface was exposed to the physical impacts of transportation prior to burial, such as the polishing effect of tiny particles in wind or flowing water.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The identification of Paleo-UFG/114 as a mesoeucrocodylian is based on: (1) its rough external texture with radially oriented pitting; (2) an internal facet, with the presence of intersecting grooves that may have been caused by contact with underlying tissue, with the presence of foramina in this region (Mook, 1921); (3) presence of a keel whose elevation differs according to the region to which the osteodems belongs. Comparing with other groups that have osteoderms, the closest were the titanosaurs, however the characteristics mentioned above differ from the osteoderms of titanosaurs due to the lack of a rough internal surface, with an interlaced bone pattern, the presence of a bulb and root separated by a cingulum, according to characteristics regarded by Lindoso *et al.* (2013) and D'Emic *et al*. (2009).

When dealing with crocodyliforms, osteoderms are separated into nuchal (cervical), dorsal (thoracic), caudal, gastral (ventral/abdominal) and appendicular parts of the body (Ross and Mayer, 1983; Frey, 1988; Salisbury and Frey, 2001). Hill (2010) subdivided the dorsal osteoderms into paravertebral and dorsal accessory regions, the latter of which may be the region belonging to the osteoderm described here in this work because they are quadrilateral, dorsoventrally compressed and similar to plates in general structure. Also according to Hill (2010), this type of osteoderm can vary in its dimensions depending on the region in which it is found, those closest to the paravertebrals are longer than they are wide, those located more laterally can be the same or wider. Another characteristic for this morphotype is that the keel is not so large, reaching but not exceeding the upper margin. On the inner surface of Paleo-UFG/114, there are intercrossing grooves reported for other osteoderms of Mesoeucrocodylia (e.g., *Itasuchus* [Marinho *et al.*, 2006]; *Montealtosuchus* [Tavares *et al.*, 2015]).

The Mesoeucrocodylia form a clade of crocodyliforms of varying sizes and habits known, mainly from the Upper Cretaceous strata of South America (Carvalho, *et al.* 2004; Tavares *et al.*, 2015; Candeiro *et al*., 2018). Recently, postcranial remains belonging to

mesoeucrocodilians were reported from the strata of the Marília Formation in the municipality of Rio Verde (Candeiro *et al.*, 2018). Paleo-UFG/114 is the first osteoderm occurrence of this taxon in strata of the Bauru Group in the state of Goiás. Therefore, the discovery presented reinforces the morphological diversity of these elements and their importance for the paleoecological and paleobiogeographic interpretation of the region. Additionally, it contributes to the group's knowledge in the state of Goiás, indicating the fossiliferous potential of the location and enriching the understanding of the Cretaceous fauna in South America.

Acknowledgements

Our collaborative project was funded by a grant from the Fundação de Amparo à Pesquisa de Goiás (FAPEG).

REFERENCES

Basilici, G. & Dal' Bo, P. F. F. 2010. Anatomy and controlling factors of a Late Cretaceous aeolian sand sheet depositional system - the Marília and the Adamantina formations, NW of the Bauru Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, **226**:71-93.

Batezelli, A.; Ladeira, F.S.B.; Nascimento, D.L. & Silva, M.L. 2019. Facies and palaeosol analysis in a progradational distributive fluvial system from the Campanian – Maastrichtian Bauru Group, Brazil. *Sedimentology* **66(2)**:699-735. https://doi.org/10.1111/sed.12507.

Candeiro, C. R. A., Martinelli, A. G., Avilla, L. S. & Rich, T. 2006. Tetrapods from the Upper Cretaceous (Turonian-Maastrichtian) Bauru Group of Brazil - a reappraisal. Cretaceous Research, 27, 923-946.

Candeiro, C. R. A. & Figueirôa, S.F.M. 2017. Early twentieth-century paleontological research of Freidrich von Huene - contributions to the knowledge of Late Cretaceous vertebrates of Central Brazil. Historical Biology, 29, 1-10.

Candeiro, C. R. A. *et al.*, 2018. New reports of Late Cretaceous reptiles from the Bauru Group of southern Goiás State, Brazil. JOURNAL OF SOUTH AMERICAN EARTH SCIENCES, v. 85, p. 229-235, 2018.

Candeiro, C. R. A.; Brusatte, S. L. & Simbras, F. M. 2018. Occurrence of tetrapod fossils in Goiás state: A rediscovery in Central Brazil. In: Figueiredo, A. E. Q., Oliveira, P. V. (Eds). Proceedings of the XI Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados; Jul 16-20; Teresina (PI): Boletim de Resumos.

Candeiro, C. R. A.; Brusatte, S. L.; Simbras, F. M.; Costa, R. G. F.; Ulian, M.; Ferreira, B. M.; Lima, C. V.; Pereira, P. V. & Morais, E. M. 2020. First record of a theropod (Dinosauria, Theropoda) from the Late Cretaceous of the Bauru Group, southern Goiás state, Brazil. Research, Society and Development, 9, e563985261.

Candeiro, C. R. A.; Lima, C. V.; Canile, F. M.; Brusatte, S. L.; Dias, T. C.; Ferreira, B. M.; Lopes, R. F. & Rodrigues, J. E. C. 2022. Late Paleozoic, Late Cretaceous and Pleitocene-Holocene reptiles and mamals fauna: a review from Goiás State, Brazil. BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO **133 (4), 2022**:37-53.

Candeiro, C. R. A.; Ribeiro, T.; Paula, T. A.; Pereira, P. V. G. C.; Vidal, L.; Gil, L. M.; Dias, T.; Gonzalez-Riga, B.; Brusatte, S. L. & Carabajal, A. P. 2024. The northernmost record of Abelisauridae (Theropoda: Ceratosauria) from the Upper Cretaceous Bauru Basin, Brasil. Journal of South American Earth Sciences *submitted*.

Carvalho, I. S.; Vasconcellos, F. M. & Tavares, S. A. S., 2007. Montealtosuchus arrudacamposi, a new peirosaurid crocodile (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous Adamantina Formation of Brazil. Zootaxa 1607, 35e46.

Carvalho, I.S.; Ribeiro, L.C.B. & Avilla, L.S. 2004. Uberabasuchus terrificus sp. nov. a new crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. Gondwana Research, **7(4)**:975-1002.

D'emic, M. D.; Wilson J. A. & Chatterjee S. 2009. The Titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) osteoderm record: Review and First Definitive Specimen from Índia. Journal of Vertebrate Palenontology **29(1)**:165-177, Mach 2009.

Fernandes, L. A &Coimbra, A. M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 195205.

Frey, E. 1988. Das Tragsystem der Krokodileeine biomechanische und phylogenetische Analyse. Stuttgarter Beitr ¨age zur Naturkunde A **426**:1–60.

Hill, R. V. Hill. 2010. Osteoderms of Simosuchus clarki (Crocodyliformes: Notosuchia) from the Late Cretaceous of Madagascar, Journal of Vertebrate Paleontology, **30**:sup1, 154-176, DOI: 10.1080/02724634.2010.518110

Huene, F. 1931. Verschiedene mesozoische Wirbeltierreste aus Südamerika. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abteilung A, 66, 181-198.

Huene, F. 1933. Ein Versuchzur Stammesgeschichte der Krokodile. Central blatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abteilung B, 11, 577-585.

Ihering, F. 1911. Fósseis de São José do Rio Preto. Revista do Museu Paulista, 8, 141-146.

Lindoso, R. M.; Marinho, T. S.; Santucci, R. M.; Medeiros, M. A. & Carvalho, I. S. 2013. A Titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) osteoderm from the Alcântara Formation (Cenomanian), São Luís Basin, Northeastern Brazil. Cretaceous Research **45 (2013)**:43 - 48.

Marinho, T. S., Ribeiro, L. C. B. & Carvalho, I, S. 2006. Morfologia de Osteodermos de Crocodilomorfos do Sítio Paleontológico de Peirópolis (Bacia Bauru, Cretáceo Superior). Anuário do Instituto de Geociência - UFRJ. Vol. 29 -2 /2006. p. 44-53

Martinelli, A. G. & Teixeira, V. P. A. 2015. The Late Cretaceous vertebrate record from the Bauru Group at the Triângulo Mineiro, southeastern Brazil. Boletin Geologico y Minero, 62, 129-158.

Mezzalira, S. 1974. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, **51**:1-163.

Mook, C.C. 1921. Notes on the postcranial skeleton in the Crocodilia. Bulletin of the American Museum of Natural History, **44**: 67-100.

Pacheco, J. A. 1913. Notas sobre a geologia do vale do Rio Grande a partir da foz do Rio Pardo até sua confluência com o Rio Paranaíba. Comissão Geográfica Geológica, 1, 33-38.

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.

Ross, F. D. & G. C. Mayer. 1983. On the dorsal armor of the Crocodilia; pp. 305–331 in A. G. J. Rhodin and K. Miyata (eds.), Advances in Herpetology and Evolutionary Biology (Essays in Honor of Ernest E. Williams). Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachusetts.

Salisbury, S. & E. Frey. 2001. A biomechanical transformation model for the evolution of semi-spheroidal articulations between adjoining vertebral bodies in crocodilians; pp. 85–134 in G. C. Grigg, F. Seebacher, and C. E. Franklin (eds.), Crocodilian Biology and Evolution. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, New SouthWales.

Santos-Pereira, C.; Figueiredo-Lima, C. & Candeiro, C. R. A. 2016. Resultados preliminares del análisis de sedimentos del Grupo Bauru del sur de la Provincia de Goiás en la búsqueda de microvertebrados. In: Novas, F. E. (Ed). Proceedings of the XXX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados Libro de resúmenes; May 17-20; Buenos Aires. p. 111.

Soares, P. C.; Landim, P. M. B.; Fulfaro, V. J. & Sobreiro Neto, A. F. 1980. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo, Revista Brasileira de Geociências, **10**:177-185.

Soares, M. V. T.; Basilici, G.; Marinho, T. S.; Martinelli, A. G.; Marconato, A.; Mountney, N. P.; Colombera, L.; Mesquita, Á. F.; Vasques, J. T.; JUNIOR, Abrantes, F. R. & Ribeiro, L. C. B. 2020. Sedimentology of a distributive fluvial system: The Serra da Galga Formation, a new lithostratigraphic unit (Upper Cretaceous, Bauru Basin, Brazil). GEOLOGICAL JOURNAL, v. x, p. 105807, 2020.

Tavares, S. A. S.; Ricardi-Branco, F & Carvalho, I. S. 2015. Osteoderms of Montealtosuchus arudacamposi (Crocodyliformes, Peirosauridae) from the Turonian-Santonian (Upper Cretaceous) of Bauru Basin, Brazil. Cretaceous Research **56**: 651-661.

Torres, S. R.; Avilla, L. S.; Abrantes, E. A. L. & Bergqvist, L. P. 2001. Dinosaur osteoderms from the Adamatina Formation, Upper Cretaceous of São Paulo state, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências (2002) **74(2)**:361-370