



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS–DCBIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E  
RECURSOS NATURAIS – PPGDR

GUSTAVO GOMES PINHO

**ANÁLISE DESCRITIVA, PALEOECOLÓGICA E TAFONÔMICA DE INSETOS  
FÓSSEIS DA ORDEM HEMIPTERA (HETEROPERA E  
AUCHENORRHYNCHA) DA FORMAÇÃO CRATO, BACIA DO ARARIPE**

CRATO/CE  
2023

GUSTAVO GOMES PINHO

**ANÁLISE DESCRITIVA, PALEOECOLÓGICA E TAFONÔMICA DE INSETOS  
FÓSSEIS DA ORDEM HEMIPTERA (HETEROPERA E  
AUCHENORRHYNCHA) DA FORMAÇÃO CRATO, BACIA DO ARARIPE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

Linha de pesquisa: Taxonomia, Sistemática e Evolução da Diversidade Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva.

Coorientador: Dr. Dionizio Angelo de Moura Júnior.

CRATO/CE  
2023

\_\_\_\_\_, autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor através do sistema  
de geração automático da Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri - URCA

Pinho, Gustavo Gomes

G633a ANÁLISE DESCRITIVA, PALEOECOLÓGICA E TAFONÔMICA DE INSETOS FÓSSEIS DA ORDEM HEMIPTERA (HETEROPTERA E AUCHENORRHYNCHA) DA FORMAÇÃO CRATO, BACIA DO ARARIPE / Gustavo Gomes Pinho. Crato - CE, 2023.

118p. il.

Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Antônio Álamo Feitosa Saraiva

Coorientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dionizio Angelo de Moura Júnior

1.Paleohemipterofauna, 2.Heteroptera, 3.Auchenorrhyncha, 4.Formação Crato, 5.Bacia do Araripe; I.Título.

CDD: 570

**GUSTAVO GOMES PINHO**

**ANÁLISE DESCRITIVA, PALEOECOLÓGICA E TAFONÔMICA DE INSETOS  
FÓSSEIS DA ORDEM HEMIPTERA (HETEROPERA E  
AUCHENORRHYNCHA) DA FORMAÇÃO CRATO, BACIA DO ARARIPE**

Dissertação de Mestrado em Diversidade Biológica e Recursos Naturais apresentada à Universidade Regional do Cariri – URCA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

APROVADO EM: 15 / 08 / 2023

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva – Orientador  
Instituição vínculo: Universidade Regional do Cariri – URCA.

Assinatura \_\_\_\_\_

Dr. Dionizio Angelo de Moura Júnior – Coorientador (Presidente da Banca)  
Instituição vínculo: Pangeia Soluções Ambientais.

Assinatura \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Flaviana Jorge de Lima (Membro Interno da Banca)  
Instituição vínculo: Universidade Federal de Pernambuco -  
UFPE.

Assinatura \_\_\_\_\_

Dr. Daniel José Marcondes Lima (Membro Externo da Banca)  
Instituição vínculo: Universidade Regional do Cariri – URCA

Assinatura \_\_\_\_\_

Dr. Renan Alfredo Machado Bantim (Suplente do Membro  
Interno)  
Instituição vínculo: Universidade Regional do Cariri – URCA

Assinatura \_\_\_\_\_

Dra. Naiara Cipriano Oliveira (Suplente do Membro Externo)  
Instituição vínculo: Universidade Regional do Cariri – URCA

Assinatura \_\_\_\_\_

Esse trabalho é dedicado à  
Francisca Nubia Gomes  
Pinho, minha mãe, ela que  
sempre me deu todo amor e  
apoio.

## AGRADECIMENTOS

- Agradeço aos meus pais e a toda a minha família pelo apoio durante a pós-graduação, em especial, a minha mãe Francisca Nubia Gomes Pinho por estar presente em toda a minha vida universitária e me ajudar em todos os momentos.
- Ao meu orientador professor, Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva por sua orientação, conselhos e ensinamentos profissionais e de vida que contribuíram para o término dessa pesquisa e para meu desenvolvimento pessoal e profissional.
- Ao meu coorientador, Dr. Dionizio Angelo de Moura Júnior pelas contribuições significativas na taxonomia de Hemiptera durante toda a pesquisa.
- A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
- FUNCAP pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento e defesa dessa pesquisa.
- Ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais  
- PPGDR, por meio dos professores, funcionários e colegas de turma. Meus profundos agradecimentos à secretária do programa Francy Brito, pela paciência e disponibilidade em ajudar.
- Ao Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (MPPCN) pelo empréstimo do material e ao auxiliar administrativo do museu o Me. José Lúcio pelo auxílio na triagem e organização dos espécimes pertencentes ao MPPCN.
- Ao Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X (LTC-RX) da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE pelas microtomografias e acompanhamento. Em especial ao técnico do laboratório Me. Daniel Amâncio Duarte pela paciência e disponibilidade.
- Aos professores Dr. Renan Alfredo Machado Bantim, Dra. Flaviana Jorge de Lima, Me. Edilson Bezerra dos Santos Filho, Me. Thatiane Alencar Batista e Dra. Naiara Cipriano pela amizade, pelos ensinamentos e conselhos ao longo da minha jornada acadêmica, bem como, suas contribuições significativas para essa pesquisa.
- Aos meus amigos e companheiros de laboratório Artur Fernandes, Ednalva Santos, Eugenio Moura, Alita Ribeiro e Elis Maria pelas contribuições pessoais e acadêmicas que me tornaram um pesquisador melhor. Em especial a Elis Maria pelas colaborações na fase final desse trabalho.

“Quando acreditamos apaixonadamente em algo que ainda não existe, nós o criamos. O inexistente é o que não desejamos o suficiente.”

Franz Kafka.

## RESUMO

A ordem Hemiptera é um dos grupos de insetos fósseis com maior diversidade em nível de família para a Formação Crato, sendo representada pelas subordens Heteroptera e Auchenorrhyncha. Neste estudo foram realizadas análises morfológicas, bem como inferências tafonômicas e paleoecológicas de hemípteros fósseis pertencentes as coleções do Laboratório de Paleontologia da Urca (LPU) e Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (MPPCN), ambos da Universidade Regional do Cariri (URCA). Os fósseis foram preparados mecanicamente para remoção do excedente de rocha matriz e submetidos a técnicas de microscopia eletrônica de varredura e microtomografia computadorizada para a visualização de micro e macroestruturas para as comparações taxonômicas com a literatura paleontológica existente. Os espécimes, em sua maioria, puderam ser classificados como representantes de famílias atuais ou extintas. Seis fósseis de Heteroptera e treze Auchenorrhyncha foram classificados a nível de gênero ou espécie, sendo designados novos táxons para as famílias Cydnidae e Naucoridae. A maioria dos fósseis de Auchenorrhyncha estão associados a espécies já descritas, exceto por uma nova espécie de *Colossocossus* Menon, Heads & Martill, 2005, sendo atribuído um novo caractere à diagnose do gênero. Processos de dano *in vivo* e mudanças de componentes químicos pelo intemperismo foram obstáculos taxonômicos significativos para uma classificação precisa de parte das amostras (28 espécimes), sendo esses exemplares indeterminados. Além disso, atribuímos aqui que o processo tafonômico envolto na preservação de acúmulos de insetos próximos em um mesmo plano calcário, bem como, na excepcionalidade dos fósseis da Formação Crato, está vinculado a comunidades microbianas bentônicas no *Konservat-Lagerstätte*. A diversidade taxonômica de hemípteros nessa pesquisa corrobora um paleoambiente diversificado, com possíveis relações de predação e fitofagia. Dessa forma, o presente trabalho se mostra relevante, contribuindo para explorar o potencial taxonômico e ampliar a diversidade da paleohemipterofauna gondwânica, durante o Cretáceo Inferior.

Palavras-chave: Paleohemipterofauna. Heteroptera. Auchenorrhyncha. Formação Crato. Bacia do Araripe.

## ABSTRACT

The order Hemiptera is one of the groups of fossil insects with the greatest diversity at the family level for the Crato Formation, being represented by the suborders Heteroptera and Auchenorrhyncha. In this study, morphological analyzes were carried out, as well as taphonomic and paleoecological inferences of fossil hemipteran belonging to the collections of the Urca Paleontology Laboratory and the Plácido Cidade Nuvens Paleontology Museum, both at the Universidade Regional do Cariri. The fossils were mechanically prepared to remove excess matrix rock and subjected to scanning electron microscopy and microcomputed tomography techniques to visualize micro and macrostructures for taxonomic comparisons with existing paleoentomological literature. Many of the specimens could be classified as representatives of current or extinct families. Six fossils of Heteroptera and thirteen Auchenorrhyncha were classified at the genus or species level, with new taxa being assigned to the families Cydnidae and Naucoridae. Most Auchenorrhyncha fossils are associated with already described species, except for a new species of *Colossocossus* Menon, Heads & Martill, 2005, with a new character being attributed to the diagnosis of the genus. *In vivo* damage processes and changes in chemical components due to weathering were significant taxonomic obstacles to an accurate classification of part of the samples (28 specimens), these specimens being indeterminate. Furthermore, we attribute here that the taphonomic process involved in the preservation of accumulations of nearby insects on the same limestone plane, as well as, in the exceptionality of fossils from the Crato Formation, is linked to benthic microbial communities in the *Konservat-Lagerstätte*. The taxonomic diversity of hemipterans in this research corroborates a diverse paleoenvironment, with possible predation and phytophagy relationships. Thus, the present work is relevant, contributing to explore the taxonomic potential and expand the diversity of the Gondwanic paleohemipterofauna, during the Lower Cretaceous.

Keywords: Paleohemipterofauna. Heteroptera. Auchenorrhyncha. Crato Formation. Araripe Basin.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Número de espécies de insetos fósseis descritas para o Brasil por ano (1955-2016). Retirado de Moura-Júnior *et al.* (2018). .....17
- Figura 2** – Vista dorsal e ventral de um Heteroptera (Pentatomomorpha). Modificado de Grazia *et al.* (2012).....24
- Figura 3** – Vista dorsal de um Auchenorrhyncha (Cicadomorpha). Modificado de Dietrich (2005).....25
- Figura 4** – Hemiélitro de um *Coreus marginatus* Linnaeus, 1758 (Coreidae). Retirado de Betts (1986).....25
- Figura 5** – Asa anterior de *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. Modificado de Ueda (1997). .....26
- Figura 6** - Lupa estereoscópica, equipamentos de preparação mecânica e paquímetro eletrônico. **Fonte:** autor.....27
- Figura 7** - Microscópio eletrônico de varredura SU3500. **Fonte:** autor. ....28
- Figura 8** – Microtomógrafo modelo Nikon XT H 225 ST. **Fonte:** autor. ....29
- Figura 9** – *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). Adulto (A) MPSC I 227; Nífa (B) MPSC I 4317. Vista dorsal. **Fonte:** autor. ....32
- Figura 10** - *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 227. Asa anterior com nervuras R, M e Cu e CuP+A. Vista dorsal. **Fonte:** autor. ...33
- Figura 11** - *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 4317. Pernas com cerdas natatórias (indicado por setas). Vista dorsal. **Fonte:** autor. ....33
- Figura 12** - *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 227. Imagens MEV; (A) – Asa anterior com nervuras R, M e Cu; (B) – Sifão respiratório curto e membrana reticulada (indicados por setas). **Fonte:** autor.....34

**Figura 13** - *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 4317 imagens de Micro - CT. (A) Ninfa em vista dorsal; (B) Ninfa em vista ventral. **Fonte:** autor. ....34

**Figura 14** - Naucoridae gen. nov., sp. nov. (A) holótipo (LPU 1951), vista dorsal; (B) parátipo (MPSC I 2229), vista dorsal. **Fonte:** autor.....36

**Figura 15** – Naucoridae gen. nov., sp. nov., holótipo (LPU 1951). Imagens MEV. (A) Olhos compostos (indicado por seta); (B) Escutelo (indicado por seta); (C) Cerdas abdominais (indicado por seta); (D) Espinhos femorais (indicado por seta); (E) Cerdas natatórias tibiais (indicado por seta); (F) Terminália com platô genital (indicado por seta). **Fonte:** autor. ....37

**Figura 16** – Naucoridae gen. nov., sp. nov., parátipo (MPSC I 2229). Imagens MEV. (A) Tecas alares, pronoto e olhos compostos (indicados por setas); (B) Cerdas abdominais (indicado por seta); (C) Espinhos femorais (indicado por seta); (D) Cerdas natatórias tibiais (indicado por seta). **Fonte:** autor.....38

**Figura 17** – Nepidae MPSC I 842. Vista dorsal. **Fonte:** autor. ....40

**Figura 18** - Cydnidae gen., nov., sp. nov. MPSC I 5351, vista ventral. **Fonte:** autor. ....43

**Figura 19** – Cydnidae gen., nov., sp. nov. MPSC I 5351. Imagens MEV. (A) Rostro alongado alcançando as metacoxas; (B) Tubérculos anteníferos, I antenômero, clipeo e primeiro segmento do rostro; (C) Antenômeros I – IV. **Fonte:** autor.....43

**Figura 20** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de MEV. (A e B) Margens laterais do proexterno com pontuações setíferas. Setas indicando cerdas fragmentadas. (C) ms: mesopleura, mse: evaporatório mesopleural, pe: peritrema ostiolar, mt: metapleura, mte: evaporatório metapleural; (D) Microestruturas micoides do evaporatório. **Fonte:** autor. ....44

**Figura 21** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de MEV. (A) Coxa anterior. Seta indicando inserções de cerdas alinhadas; (B) Fêmur medial direito fortemente pontuado; (C) Tíbia posterior esquerda. Círculos indicando espinhos fragmentados; (D) Membrana alar fragmentada. **Fonte:** autor. ....44

**Figura 22** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de MEV. (A) Porção posterior do abdômen; (B) Pequenas pontuações distintas do esternito; (C) tecido muscular a amostra do 7º segmento. **Fonte:** autor. ....45

- Figura 23** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de Micro - CT. (A) Vista ventral. Cabeça, olhos composto, tórax, abdômen e extremidade do cório curvada; (B) Vista dorsal. Pronoto trapezoidal, escutelo triangular, cório com nervuras R e Sc, sutura claval, clavo e nervura claval; (C e D) Vistas laterais. Margens posteriores do pronoto sinuosas lateralmente. **Fonte:** autor. ....46
- Figura 24** – Cydnidae indet. 1 (LPU 895). Vista ventral. **Fonte:** autor.....48
- Figura 25** – Cydnidae indet. 1 (LPU 895). Antenômeros, cerdas do ápice da cabeça e proexterno (indicados por setas). **Fonte:** autor. ....48
- Figura 26** – Cydnidae indet. 2 (LPU 1723). Vista ventral. **Fonte:** autor.....50
- Figura 27** – Cydnidae indet. 2 (LPU 1723). (A) Cabeça triangular; (B) Asa anterior com veia R; (C) Tíbia medial com espinhos (indicado por seta); (D) Tíbia posterior com espinhos (indicado por seta). **Fonte:** autor. ....51
- Figura 28** – *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior *et al.*, 2021a. MPSC I 477. Vista dorsal. **Fonte:** autor. ....56
- Figura 29** – *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior *et al.*, 2021a. MPSC I 477. (A) Cabeça circular e pronoto subtrapezoidal; (B) Hemiélitro com nervuras R, M, Cu distintas juntamente com fratura cuneal (indicado por seta); primeira célula da membrana reduzida (indicado por seta); (C) Tergitos abdominais. **Fonte:** autor.....57
- Figura 30** – MPSC I 407. Vista dorsal. **Fonte:** autor. ....59
- Figura 31** – MPSC I 407. (A) Cabeça semicircular; (B) Cório com nervuras R, M, Cu distintas juntamente com a fratura cuneal (indicado por seta); (C) Tarso tri-segmentado. **Fonte:** autor.....60
- Figura 32** – MPSC I 407. Imagem MEV. Cório com pequenas pontuações; nervuras R, M, Cu distintas. **Fonte:** autor. ....60
- Figura 33** – MPSC I 407. Imagens de Micro – CT. (A) Vista dorsal; (B) Vista ventral. **Fonte:** autor. ....61
- Figura 34** – Tettigarctidae indet. (MPSC I 2354). Vista lateral. **Fonte:** autor.....63

- Figura 35** - Tettigarctidae indet. (MPSC I 2354). Linha nodal atravessando a asa anterior (indicado por seta). **Fonte:** autor. ....64
- Figura 36** - *Ovojassus concavifer* Hamilton, 1990. LPU 1948; vista lateral. **Fonte:** autor. ....66
- Figura 37** - *Hallex brevipes* Hamilton, 1990. MPSC I 473; vista lateral. **Fonte:** autor. ....68
- Figura 38** - *Hallex cf. martinsnetoi* MPSC I 380. Vista ventral; frontoclípeo plano ou ligeiramente convexo (indicado por seta). **Fonte:** autor. ....69
- Figura 39** - *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005. MPSC I 149; vista dorsal. **Fonte:** autor. ....71
- Figura 40** - *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005. MPSC I 149; (A) região discal pós-nodal grande (indicado por seta); (B) região discal antenodal triangular (indicado por seta); (C) asa posterior com R, M e CuP visíveis. **Fonte:** autor. ....72
- Figura 41** - *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. (A) MPSC I 3908; (B) MPSC I 3909. **Fonte:** autor. ....74
- Figura 42** - *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. MPSC I 3908. (A) célula abaixo da Rs + M1 (indicado por seta); (B) região discal pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados (indicado por seta); (C) CuA1 alinhada com o caule de CuA. **Fonte:** autor. ....74
- Figura 43** - *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. MPSC I 3909. (A) célula abaixo da Rs + M1 (indicado por seta); (B) região discal pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados (indicado por seta); CuA1 alinhada com o caule de CuA. **Fonte:** autor. ....75
- Figura 44** - *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005. (A) MPSC I 1589 P asa anterior e posterior; (B) MPSC I 1589 CP asa anterior e posterior parcialmente preservadas. **Fonte:** autor. ....78
- Figura 45** - *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005. MPSC I 1589 P. (A) região discal antenodal com célula dividida (indicado por seta); (B) coloração em faixas. **Fonte:** autor. ....78

**Figura 46** – *Colossocossus* n. sp. (A) LPU 176 P asa anterior completa; (B) LPU 176 CP asa anterior parcialmente preservada. **Fonte:** autor. ....78

**Figura 47** - *Colossocossus* n. sp. LPU 176 P. (A) região discal antenodal com célula dividida (indicado por seta); (B) região discal pós-nodal reduzida e retangular (indicado por seta); (C) ponto de origem de M3 partindo de M; (D) forquilha atípica (indicado por seta) que liga M1+2 a RS. **Fonte:** autor. ....79

**Figura 48** - *Lalax mutabilis* Hamilton, 1990. LPU 1087. Vista lateral. **Fonte:** autor. .81

**Figura 49** - *Lalax mutabilis* Hamilton, 1990. LPU 1087. Imagens de Micro - CT. (A) Vista lateroventral. (B) Vista laterodorsal. **Fonte:** autor. ....81

**Figura 50** - *Ancorale aschemon* Hamilton, 1990. MPSC I 2248. Vista lateral. **Fonte:** autor. ....83

**Figura 51** - *Protodelphax* Hamilton, 1990. (A) *Protodelphax chamus* Hamilton, 1990. MPSC I 376; (B) *Protodelphax chamus* Hamilton, 1990. MPSC I 481; (C) *Protodelphax miles* Hamilton, 1990. MPSC I 428. **Fonte:** autor. ....86

**Figura 52** – Espécimes de Heteroptera parcialmente preservados. (A) MPSC I 1836; (B) MPSC I 382; (C) MPSC I 1427; (D) LPU 1895; (E) MPSC I 2246 e (F) MPSC I 317. **Fonte:** autor. ....88

**Figura 53** – Espécimes de Auchenorrhyncha parcialmente preservados. (A) MPSC I 350; (B) MPSC I 1516; (C) MPSC I 5067 P; (D) MPSC I 5067 CP; (E) LPU 1109; (F) MPSC I 1018; (G) MPSC I 5125 e (H) LPU 1135. **Fonte:** autor. ....89

**Figura 54** – LPU 1723. Imagens de Micro – CT. Fóssil não isolado da matriz rochosa. **Fonte:** autor. ....91

**Figura 55** – LPU C 026 P/CP. Acúmulo de insetos (Hemiptera – Orthoptera). **Fonte:** autor. ....94

**Figura 56** – LPU C 026 P/CP. (A e B) Orthoptera e Hemiptera tridimensionais com leves sinais de desarticulação; (C) Heteroptera bidimensionais, aparentemente terrestres; (D) Nephomorpha (Nepidae?) levemente desarticulado; (E) Heteroptera tridimensional e fragmentos de insetos indeterminados; (F) Orthoptera fragmentados, bidimensionais e impressos. **Fonte:** autor. ....95

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Total de espécimes analisados com os respectivos números de tomo, tipo de calcário e classificação taxonômica com família, gênero e espécie. **Fonte:** autor. ....20
- Tabela 2.** Caracteres morfológicos de LPU 1951, MPSC I 2229 e das espécies de Naucoridae do Cretáceo do Brasil e China. **Fonte:** autor. ....38
- Tabela 3.** Caracteres morfológicos do MPSC I 5351, LPU 895 e LPU 1723 e das espécies de Cydnidae (Amenastinae) do Cretáceo. **Fonte:** autor. ....52
- Tabela 4.** Caracteres morfológicos de MPSC I 407, MPSC I 477 e das espécies de Saldidae (Chiloxanthinae) do Cretáceo. **Fonte:** autor. ....61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

### Abreviações

BSE	Detector de elétrons retroespelhados
CP	Contraparte
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
Micro – CT	Microtomografia computadorizada de raio X
P	Parte

### Abreviações morfológicas

Cu	Nervura cubital
CuA	Nervura cubital anal
CuP	Nervura cubital posterior
CuP+A	Nervura cubital posterior mais nervura anal
M	Nervura medial
M1+2	Nervura medial 1 mais segunda nervura medial
R	Nervura radial
R+Rs	Nervura radial mais setor radial
Rs	Setor radial

### Siglas institucionais

DEN	Departamento de Energia Nuclear
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral – Divisão de Crato
LPU	Laboratório de Paleontologia da URCA
MPSC I	Museu de Paleontologia de Santana do Cariri - I usado para insetos fósseis
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
URCA	Universidade Regional do Cariri

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1. Objetivo geral .....	13
2.2. Objetivos específicos .....	13
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
3.1. Histórico de Heteroptera para o Cretáceo Inferior .....	14
3.2. Histórico de Auchenorrhyncha para o Cretáceo Inferior .....	17
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
4.1 Material de estudo .....	19
4.2. Métodos .....	22
4.2.1 Levantamento Bibliográfico .....	22
4.2.2 Nomenclatura e Terminologia .....	22
4.2.3 Trabalhos de laboratório .....	26
4.2.4 Microscopia Eletrônica de Varredura .....	27
4.2.5 Microtomografia Computadorizada de Raio X .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	30
5.1 Fósseis de Heteroptera .....	30
5.1.1 Belostomatidae .....	30
5.1.2 Naucoridae .....	34
5.1.3 Nepidae .....	38
5.1.4 Cydnidae .....	40
5.1.5 Saldidae .....	54
5.2 Fósseis de Auchenorrhyncha .....	61
5.2.1 Tettigarctidae .....	61
5.2.2 Cicadellidae .....	64
5.2.3 Palaeontinidae .....	70
5.2.4 Lalacidae .....	79
5.3 Fósseis indeterminados .....	86
5.4 Microtomografia Computadorizada aplicada a fósseis de Hemiptera .....	89
5.5 Processos Tafonômicos e Paleoecológicos de um acúmulo de insetos (Hemiptera – Orthoptera) .....	91
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	96
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	97
<b>ANEXOS</b> .....	109

## 1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe encontra-se situada ao Sul do estado do Ceará, Nordeste de Pernambuco e Leste do Piauí. Com cerca de 12.000 km<sup>2</sup>, é considerada a maior bacia sedimentar do interior do Nordeste brasileiro (Saraiva *et al.*, 2007). É delimitada ao nordeste pelo lineamento de Patos e ao sul pelo lineamento Pernambuco (Assine, 1992). Na sequência estratigráfica da Bacia do Araripe está o Grupo Santana, que é o mais complexo e o mais estudado, não só pelas extensas jazidas de gipsita e calcário laminado, mas principalmente por se constituir no principal jazigo fossilífero brasileiro (Assine, 1992; Custódio, 2017).

A Formação Crato (Grupo Santana) é constituída principalmente por calcários micríticos laminados, de cores cinza e creme, com pseudomorfos de sal (halita) (Neumann *et al.*, 2003). Nesta formação são encontrados os mais variados grupos de animais e plantas fósseis por metro quadrado (m<sup>2</sup>) (Saraiva *et al.*, 2015). Nas lâminas de calcário são comuns os restos de peixes (*Dastilbe crandalli* Jordan, 1910), bem como diversos outros vertebrados e invertebrados fósseis como anuros, quelônios, crocodilomorfos, pterossauros e principalmente artrópodes (Saraiva *et al.*, 2021). Por apresentar uma paleobiota excepcional, bem preservada e diversificada, esta formação é considerada um dos mais importantes *Konservat-Lagerstätten* de fósseis do Mesozoico (Martill, 1993; Martill; Bechly; Loveridge, 2007).

O registro fossilífero de insetos da Formação Crato é um dos mais abundantes e diversificados que se tem conhecimento no registro geológico, totalizando 379 espécies descritas até 2018, distribuídas em 121 famílias (Moura-Junior; Scheffler; Fernandes, 2018). Neste *Lagerstätten* estão representados táxons holometábolos (Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Raphidioptera, Trichoptera e Neuroptera) e hemimetábolos (Ephemeroptera, Odonata, Orthoptera, Blattodea, Mantodea, Phasmatodea, Dermaptera e Hemiptera) (Pinto, 1989). Dentre estes insetos, os fósseis de hemípteros recebem destaque por serem numerosos e taxonomicamente diversos, presumivelmente um reflexo de uma maior presença na comunidade regional de insetos (Menon; Martill, 2007).

Segundo Moura-Júnior *et al.* (2015) e EDNA (2020), hemípteros possuem um extenso registro fossilífero ao longo do Cretáceo, com 390 espécies descritas, encontradas em ambientes paleoclimáticos variados, abrangendo zonas áridas, semiáridas, quentes e úmidas. Sua distribuição é predominante para o Laurásia com 287 espécies descritas, sendo 166 pertencentes aos *Lagerstätten* da China (Yixian) e Rússia (Transbaikalia). Para o hemisfério norte também são encontrados na França (Archingeay-les-Nouillers), Espanha (Peñacerrada), Myanmar (Burma), Inglaterra (KeymerTileworks), Bélgica (Bernissart), Japão (Kaseki-kabe), China e Mongólia (Formação Laiyang City) (Moura-Júnior *et al.*, 2015) (EDNA, 2020).

Em comparação ao Laurásia, o Hemisfério Sul (Gondwana) apresenta um conhecimento limitado com relação a paleohemipterofauna possuindo apenas 104 espécies conhecidas. A América do Sul possui 66 espécies descritas, sendo 64 para o Brasil (61 para a Bacia do Araripe, duas para a Bacia do Pará-Maranhão e uma para a Bacia Sanfranciscana) e duas para a Argentina (Bacia San Luis). O Líbano apresenta 34 espécies e a Austrália possui quatro espécies (The Koonwarra Fossil Bed), sendo uma das ordens de insetos menos estudadas no Novo Mundo e Crescente Fértil (Jattiot *et al.*, 2012; Moura-Júnior *et al.*, 2015; Moura-Júnior; Scheffler; Fernandes, 2018; EDNA, 2020; Pella; Nel, 2020 & Moura-Júnior *et al.*, 2021a).

Hemiptera é um dos grupos de insetos fósseis com maior diversidade ao nível de família para a Formação Crato, compreendendo 17 famílias e 61 espécies (Jattiot *et al.*, 2012; Moura-Júnior; Scheffler; Fernandes, 2018; Pella; Nel, 2020; Moura-Júnior *et al.*, 2021a & Monferran *et al.*, 2021). Mesmo assim, os hemípteros da Formação Crato não têm sido estudados quanto outros táxons, principalmente no que se refere aos Heteroptera e, portanto, é difícil estimar sua diversidade (Menon; Martill, 2007). No entanto, publicações da paleohemipterofauna ainda são consideradas raras, e tendo em vista tal escassez, faz-se necessária a ampliação de pesquisas científicas voltadas às análises morfológicas, paleoecológicas e principalmente, descrições de espécies, com base em espécimes depositados no Laboratório e Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri - URCA.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

Realizar a descrição e fazer inferências paleoecológicas e tafonômicas da Paleohemipterofauna, subordens Heteroptera e Auchenorrhyncha (Hemiptera), da Formação Crato, Bacia do Araripe.

### 2.2. Objetivos específicos

- Detalhar caracteres morfológicos que possam ser utilizados como diagnósticos e que possam auxiliar nas descrições de gêneros e espécies de Hemiptera (Heteroptera e Auchenorrhyncha) do LPU e do MPPCN ambos da Universidade Regional do Cariri;
- Realizar inferências paleoecológicas e tafonômicas de Hemiptera com foco em associação biológica;
- Efetuar um inventário taxonômico das coleções de Hemiptera do LPU e MPPCN.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Histórico de Heteroptera para o Cretáceo Inferior

O termo "Heteroptera" deriva do grego *hetero* (= diferente) e *pteron* (= asa), referindo-se aos hemiélitros, estruturas que são metade coriáceas e metade membranosas. Esses insetos são comumente conhecidos como percevejos, maria-fedida (família Pentatomidae) e barbeiro (família Reduviidae) (Grazia *et al.*, 2012). A maioria dos Heteroptera possui hábitos terrestres, exceto as infraordens Nepomorpha e Gerromorpha, que incluem espécies exclusivamente aquáticas ou semiaquáticas. Heterópteros apresentam uma predominância de hábitos fitófagos, especialmente nas infraordens Pentatomomorpha e Cimicomorpha (Schuh; Slater, 1995; Panizzi; Grazia, 2015). Espécies predadoras, além de hematófagas, também são encontradas entre os heterópteros, destacando a diversidade de estratégias alimentares dentro do grupo taxonômico (Panizzi; Grazia, 2015).

Segundo Grazia *et al.* (2012), existem aproximadamente 89 mil espécies de Hemiptera descritas, sendo 38 mil em Heteroptera, 35 mil em Auchenorrhyncha e 16 mil em Sternorrhyncha. Hemiptera é a maior e mais diversa ordem de insetos hemimetábolos recentes e fósseis, sendo Heteroptera o mais heterogêneo grupo, seguido por Auchenorrhyncha. Sua filogenia foi resumida por Schuh & Slater (1995) e por Grimaldi & Engel (2005). A maioria das mais de 75 famílias de Hemiptera aceitas, ocorre em todo o globo exceto na Antártida. A paleoentomofauna de Heteroptera é ampla e conhecida para o Mesozoico e Cenozoico da Eurásia, bem como América do Norte e do Sul. No entanto, pesquisas da heteropterofauna para o continente sul-americano são limitadas e praticamente restritas ao Cretáceo Inferior do Brasil e Argentina, nas formações: Crato no Ceará, Codó no Maranhão, Areado em Minas Gerais e La Cantera na Província de San Luis (Popov; Bechly, 2007). Para esses mesmos autores, a maioria dos espécimes do Cretáceo ainda não foi descrita.

No Brasil, o início do conhecimento de Heteroptera para o Cretáceo se deu com a descrição de *Latiscutella santosi* e *Pricecoris beckeriae* por Pinto e Ornellas (1974), ambas espécies encontradas na Formação Codó.

Posteriormente, um novo registro de *L. santosi* foi feito por Martínez (1982), para a Formação Crato. Entretanto, os primeiros grandes levantamentos de artrópodes em geral foram realizados décadas depois por Martins-Neto (Martins-Neto 1991; 2002; 2005a; Moura-Júnior *et al.*, 2015).

Entre 1992 e 2007, cerca de 130 espécimes de Heteroptera novos da Formação Crato foram coletados em um programa colaborativo com a Universidade Federal do Ceará - UFC, Departamento Nacional da Produção Mineral - Divisão de Crato DNPM, Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe e, mais recentemente, a URCA, evento que aumentou consideravelmente o número de representantes da paleoheteropterofauna da Bacia do Araripe (Popov; Bechly, 2007). Provavelmente, este material pode ser referente às famílias modernas e, embora grande parte esteja aguardando descrição formal, muitos foram classificados ao nível de família, sendo predominante o número de ninfas de Belostomatidae (Popov; Bechly, 2007). Segundo Popov e Bechly (2007) os Belostomatidae dominam os insetos fósseis em muitas das coleções da Formação Crato. *Cretaceometra brasiliensis* Nel & Popov, 2000 (Hydrometridae), um percevejo semiaquático, também foi descrito desse material, com base em três espécimes encontrados (Nel; Popov, 2000). Foram registrados, ainda, alguns exemplares de Veliidae e seis Leptopodomorpha (um pertencente a Archegocimicidae e cinco de famílias não determinadas). O restante do material, 80 espécimes, trata-se de percevejos terrestres, provavelmente pertencentes à Pachymeridiidae (Popov; Bechly, 2007).

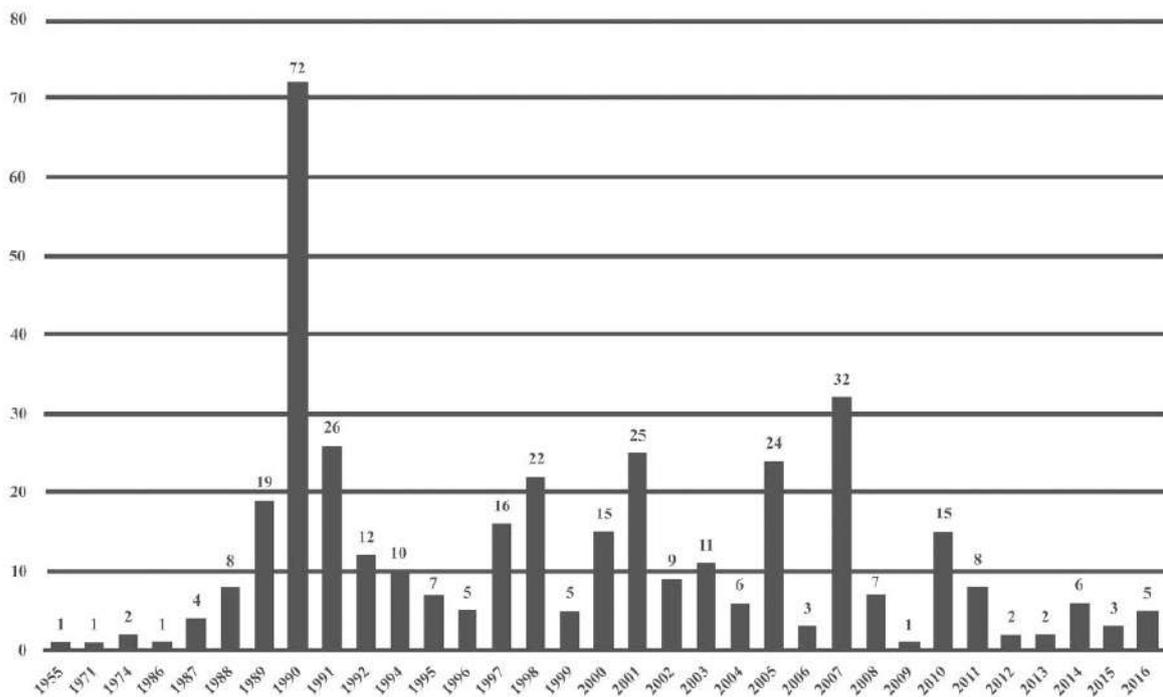
Embora várias espécies de percevejos da Formação Crato tenham sido descritas, Martins-Neto (2005b), em sua compilação de insetos fósseis da Formação Crato, cita apenas duas espécies de Belostomatidae: *Araripebelostomum martinsnetoi* Nel & Paicheler, 1994 e *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001. Nessa mesma publicação, são citados ainda três Heteroptera: *Laticutella santosi* Pinto & Ornellas, 1974, *Cratocoris schechenkoae* Martins-Neto, Popov & Zamboni, 1999 e *Cratogocimex popovi* Martins-Neto, 2002, mas erroneamente atribuídos a família extinta Progonocimicidae, de Coleorrhyncha (Popov; Bechly, 2007).

Pachymeridiidae, uma família supostamente basal de Pentatomomorpha, é um dos grupos mais abundantes e difundidos nas faunas mesozoicas,

especialmente no Jurássico Superior e no Cretáceo Inferior (Grimaldi, 1991). A maioria das espécies dessa família foi descrita do Cretáceo Inferior da Mongólia (Popov, 1986), Sibéria (Popov, 1990) e várias foram relatadas do Jurássico Inferior da Alemanha (Handlirsch, 1925; 1939; Bode, 1953). Já Pentatomomorpha é uma infraordem de Heteroptera com representantes contemporâneos e fósseis. Espécimes de Pentatomomorpha do Cretáceo Inferior do Brasil são pouco estudados (Popov; Bechly, 2007). Um Pachimeridiidae, *Cratocoris shevchenkoae* Martins-Neto, Popov & Zamboni, 1999 foi descrito para a Formação Crato, tendo sido agrupado em Coreoidea, em família incerta (Martins-Neto; Popov; Zamboni, 1999). Vários outros espécimes de Alydidae e Coreidae também foram encontrados na Formação Crato, entretanto ainda não foram descritos (Popov; Bechly, 2007).

Segundo Moura-Júnior; Scheffler & Fernandes (2018), dois períodos foram cruciais na pesquisa paleoentomológica mundial, especificamente para a Bacia do Araripe. O primeiro, na década de 1990, foi marcado por descrições simultâneas de diversos táxons globalmente (Carle; Wighton, 1990; Darling; Sharkey, 1990; Grimaldi, 1990; Hamilton, 1990; Krishna, 1990; Martins-Neto 1990a, b, c; Martins-Neto; Vulcano 1990; Mccafferty, 1990; Popham, 1990). No segundo (pós 2012), as descrições de espécies, sobretudo para a Bacia do Araripe, caíram exponencialmente. Os mesmos autores atribuem o déficit de publicações ao falecimento do principal pesquisador que trabalhava com insetos fósseis no Brasil, Martins-Neto, bem como a diminuição de publicações por autores estrangeiros (Moura-Júnior; Scheffler; Fernandes, 2018). Essa diminuição ocorreu pelo fato da maioria dos espécimes descritos por estrangeiros ser produto do tráfico de fósseis, e a partir da criação do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens e do Laboratório de Paleontologia da URCA – LPU houve um intenso combate ao tráfico por parte do poder público brasileiro. Assim, as descrições de Heteroptera para a Formação Crato a partir de 2012 se limitaram a duas espécies de Nepidae: *Cratonepa enigmatica* Jattiot, Bechly, Garrouste & Nel, 2012 (Jattiot *et al.*, 2012) e *Araripenepa vetussiphonis* Pella & Nel, 2020 (Pella; Nel, 2020). Além de, uma espécie de Saldidae: *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior, Scheffler, Moreira, Nel & Mejdalani, 2021 (Moura-Júnior *et al.*, 2021a), e uma espécie de Hydrometridae: *Christometra paradoxae* Pêgas, Leal & Damgaard, 2017 (Pêgas; Leal; Damgaard, 2017), bem

como a redescrição do antigo *Paranoika placida* Zamboni, Martins-Neto & Popov, 2002 (Zamboni *et al.*, 2002) (Belostomatidae) para *Lethocerus placidus* Moura-Júnior, Scheffler, Nel & Mejdalani, 2021 (Moura-Júnior *et al.*, 2021b) e redescrição do *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Belostomatidae) (Moura-Júnior *et al.*, 2021c).



**Figura 1** - Número de espécies de insetos fósseis descritas para o Brasil por ano (1955-2016). Retirado de Moura-Júnior *et al.* (2018).

### 3.2. Histórico de Auchenorrhyncha para o Cretáceo Inferior

Do grego *auchenos* (= pescoço) e *rhyncos* (= nariz, rosto), refere-se à localização do rosto, emergindo da região posterior da cabeça, próximo ao pescoço. Os representantes dessa subordem são conhecidos popularmente como cigarras, cigarrinhas, soldadinhos e outros (Grazia *et al.* 2012). Alimentam-se exclusivamente da seiva de plantas, podendo ser xilemáticos, floemáticos ou alimentar-se do mesófilo, exceto alguns grupos de Fulgoroidea, Achilidae e Derbidae, que, no estágio de ninfas, se alimentam de fungos (Grimaldi, 1990; Hamilton, 1990). A maioria está associada a angiospermas (Grimaldi;Engel, 2005; Popov; Bechly, 2007). Auchenorrhyncha é subdividida atualmente em duas infraordens (Cicadomorpha e Fulgoromorpha), quatro superfamílias atuais

(Cercopoidea, Cicadoidea, Membracoidea e Fulgoroidea) e cinco superfamílias extintas (Dysmorphoptiloidea, Hylcelloidea, Palaeontinoidea, Pereborioidea e Prosboloidea) (Carver; Gross; Woodward, 1991; Menon; Heads; Szwedo, 2007).

O estudo de Cicadomorpha na Formação Crato começou na década de 1990 com trabalhos amplamente descritivos (Hamilton, 1990; 1996). Hamilton (1990) registrou a presença de Cicadellidae para a formação e estabeleceu uma nova família, †Cercopionidae, com o gênero monotípico *Cercopion* Hamilton, 1990. Ele também descreveu táxons de Jascopidae, que posteriormente foram sinonimizados em Ledrinae de Cicadellidae (Shcherbakov, 1992). Myerslopiinae, mencionada por Hamilton (1990), com as tribos Ovojassini e Hallicini, nove anos depois passou a se chamar Myerslopiidae (Hamilton, 1999). No mesmo artigo, esse autor relacionou a tribo Hallicini como Membracidae. Além disso, Hamilton (1990) também estabeleceu o gênero *Architettix* Hamilton, 1990 e atribuiu a Cicadoprosbolidae, que foi posteriormente reconhecido como um sinônimo júnior de Tettigarctidae (Menon, 2005). Estudos subsequentes realizados por Ueda (1997), Martins-Neto (1998), Menon, Heads & Martill (2005); Menon & Heads (2005) documentaram a ocorrência de uma assembleia diversificada de espécies de cigarras de grande porte, que foram atribuídas a Palaeontinidae (Menon; Heads; Szwedo, 2007).

O histórico de publicações de Cicadomorpha para a Formação Crato contempla quatro famílias formalmente descritas, dispostas em 12 gêneros e 22 espécies, tendo somente uma espécie descrita após 2012: *Hallex martinsnetoi* Monferran, Lima, Kellner, Sayão, Filho, Saraiva, Sabatera & Bantim, 2021 (Monferran *et al.*, 2021) (Menon; Heads & Szwedo, 2007).

O estudo de Fulgoromorpha da Formação Crato começou com a descrição do gênero *Vulcanoia* Martins-Neto, 1988 e, no ano seguinte, o gênero *Fennahia* Martins-Neto, 1989 (Martins-Neto, 1988; 1989). Esses estudos preliminares foram rapidamente seguidos pelo estudo extensivo de Hamilton (1990), que estabeleceu uma nova família, Lalacidae, para acomodar vários insetos altamente variáveis da Formação Crato e registrou a primeira ocorrência de Achilidae dessa formação (Hamilton, 1990). A diversidade dos fulguromorfos é bastante subestimada no registro fóssil da Bacia do Araripe, com apenas 3 famílias, 10 gêneros e 19 espécies (Szwedo, 2007).

## 4.MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material de estudo

Foram analisados 73 fósseis de Hemiptera (49 Heteroptera e 24 Auchenorrhyncha) bem como uma placa calcária contendo fósseis de Orthoptera e Hemiptera, pertencentes as coleções do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri (LPU), em Crato-CE e do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (MPPCN), em Santana do Cariri-CE. Os espécimes encontram-se preservados em calcários intemperizados (azul/acinzentados) e não intemperizados (creme/alaranjados) e em sua maioria, podem ser classificados taxonomicamente como representantes de famílias atuais ou extintas, gêneros e espécies (Tabela 1).

Os fósseis estão representados com o número de tombo das duas coleções paleontológicas supracitas sendo o material fossilífero do MPPCN cedido mediante solicitação de empréstimo e triado na reserva técnica do museu. Os espécimes analisados no LPU receberão o tombo posteriormente do MPPCN uma vez que integrarão a coleção do mesmo a partir do presente estudo.

**Tabela 1.** Total de espécimes analisados com os respectivos números de tomo, tipo de calcário e classificação taxonômica com família, gênero e espécie.  
**Fonte:** autor.

Subordem	Tomo	Tipo de Calcário	Família	Gênero	Espécie
Heteroptera	LPU 118	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1810	Cinza/Azul	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1019	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1192	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1199	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1334	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 150	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1595	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 2275	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 229	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 363	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 365	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 366	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 4409	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 4418	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 4419	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 491	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 6374	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 786	Creme	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 879	Cinza/Azul	Belostomatidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 227	Creme	Belostomatidae	<i>Neponymphes</i>	<i>Neponymphes godoi</i>
	MPSC I 4317	Creme	Belostomatidae	<i>Neponymphes</i>	<i>Neponymphes godoi</i>
	MPSC I 5351	Creme	Cydnidae	gen. nov.	sp. nov.
	LPU 1723	Cinza/Azul	Cydnidae	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 895	Cinza/Azul	Cydnidae	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1184	Cinza/Azul	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1895	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1950	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1952	Cinza/Azul	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1244	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1427	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1561	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1836	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
MPSC I 2246	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	
MPSC I 248	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	
MPSC I 317	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	

	MPSC I 374	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 379	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 382	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 410	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 427	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 430	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 500	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 5353	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1951	Creme	Naucoridae	gen. nov.	sp. nov.
	MPSC I 2229	Creme	Naucoridae	gen. nov.	sp. nov.
	MPSC I 842	Creme	Nepidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 407	Creme	Saldidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 477	Creme	Saldidae	<i>Olindasalda</i>	<i>Olindasalda gondwanica</i>
<b>Auchnorryncha</b>	MPSC I 473	Creme	Cicadellidae	<i>Hallex</i>	<i>Hallex brevipes</i>
	MPSC I 380	Creme	Cicadellidae	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1948	Creme	Cicadellidae	<i>Ovojassus</i>	<i>Ovojassus concavifer</i>
	MPSC I 2354	Cinza/Azul	Cicadoprosobolidae	<i>Architettix</i>	<i>Architettix compacta</i>
	LPU 1109	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1135	Cinza/Azul	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	LPU 1807	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1018	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 1516	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 350	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 5067 P/CP	Cinza/Azul	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 5125	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 731	Creme	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 2248	Creme	Lalacidae	<i>Ancorale</i>	<i>Ancorale aschemon</i>
	LPU 1089	Creme	Lalacidae	<i>Lalax</i>	<i>Lalax mutabilis</i>
	MPSC I 376	Creme	Lalacidae	<i>Protodelphax</i>	<i>Protodelphax chamus</i>
	MPSC I 428	Creme	Lalacidae	<i>Protodelphax</i>	<i>Protodelphax macroceps</i>
	MPSC I 481	Creme	Lalacidae	<i>Protodelphax</i>	<i>Protodelphax chamus</i>
	MPSC I 149	Creme	Palaeontinidae	<i>Baeocossus</i>	<i>Baeocossus finchae</i>
	LPU 1589 P/CP	Cinza/Azul	Palaeontinidae	<i>Colossocossus</i>	<i>Colossocossus loveridgei</i>
	LPU 176 P/CP	Creme	Palaeontinidae	<i>Colossocossus</i>	sp. nov.
	MPSC I 1196	Creme	Palaeontinidae	Indeterminado	Indeterminado
	MPSC I 3908	Cinza/Azul	Palaeontinidae	<i>Parawonnacottella</i>	<i>Parawonnacottella araripensis</i>
	MPSC I 3909	Cinza/Azul	Palaeontinidae	<i>Parawonnacottella</i>	<i>Parawonnacottella araripensis</i>

## 4.2. Métodos

### 4.2.1 Levantamento Bibliográfico

Os estudos bibliográficos foram realizados durante todo o desenvolvimento da pesquisa, sendo direcionados às publicações de Hemiptera realizadas para o Mesozoico, com ênfase para o Cretáceo no Brasil, e morfologia de hemípteros recentes a fim de auxiliar em estudos comparativos com os espécimes fósseis. Pesquisas referentes aos "*Lagerstätten*" da Eurásia e América do Sul também foram empregadas no que se refere a ecologia desse grupo pelo Laurásia e Gondwana.

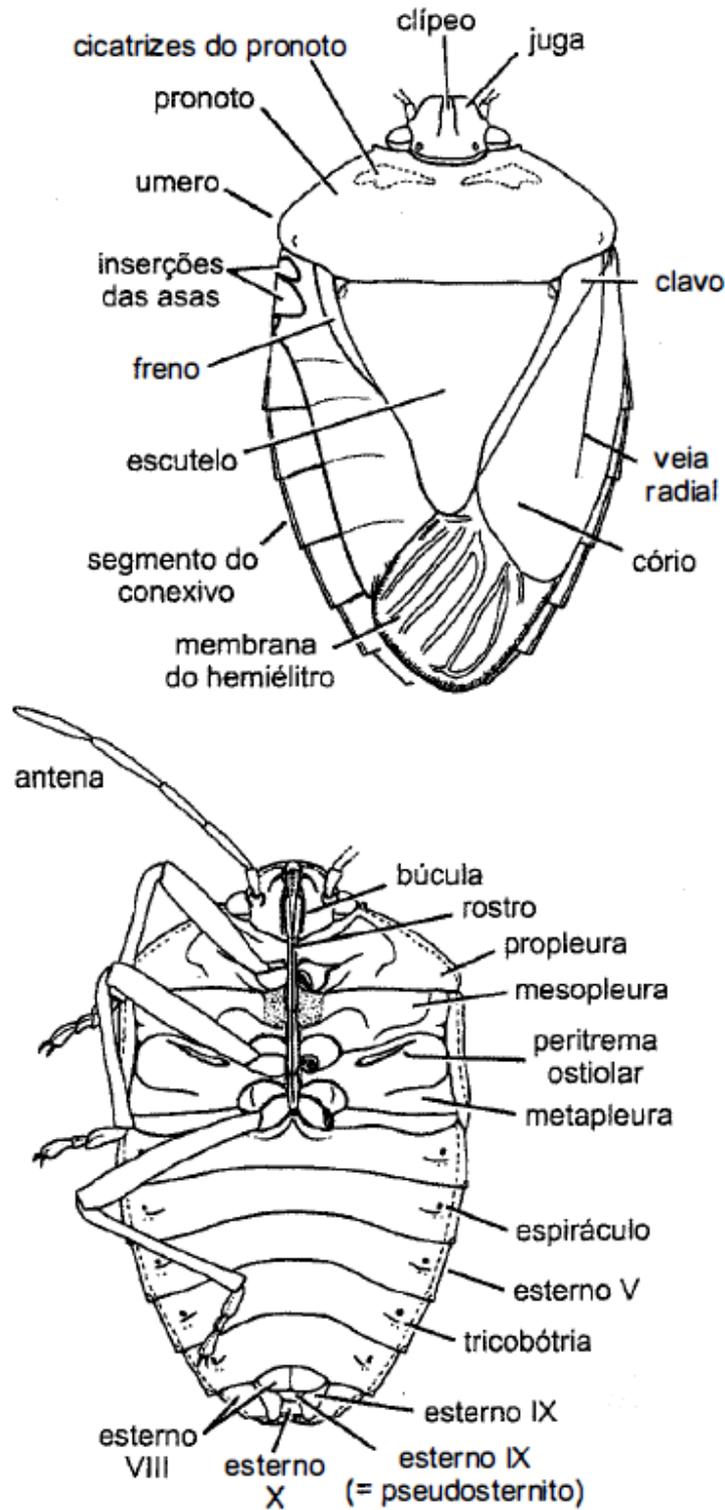
### 4.2.2 Nomenclatura e Terminologia

Os hemípteros aqui descritos apresentam as medidas em milímetros (mm) e seguem as terminologias morfológicas adotadas por Grazia *et al.* (2012) e Dietrich (2005) (Figuras 2 e 3). Para as partes dos espécimes que estavam ausentes ou apenas parcialmente preservadas, utilizamos o símbolo "?" para indicar essas áreas.

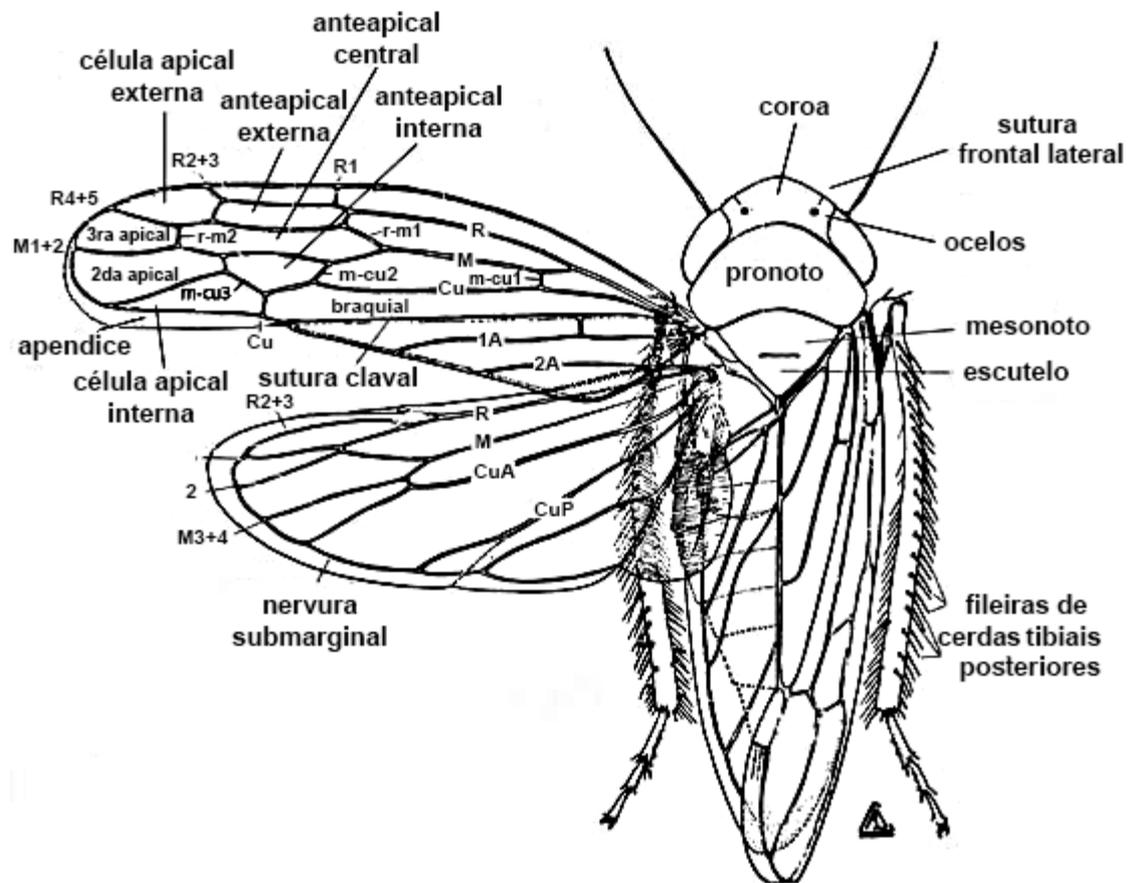
- Apêndice: Expansão da membrana da asa que se projeta sobre a parte anterior do abdômen quando a cigarra está em repouso.
- Búcula: Crista situada no lado ventral da cabeça dos hemípteros, em cada lado do rosto.
- Célula anteapical: Célula localizada anteriormente a célula apical.
- Célula apical: Área específica na margem distal da asa, perto do ápice ou extremidade da asa.
- Clavo: Área situada do lado interno do cório, geralmente alongada.
- Clípeo: Esclerito da cabeça, situado entre o labro e a fronte e, às vezes, subdividido em anteclípeo e pós-clípeo.

- Cório: Porção basal mais esclerotizada da asa anterior dos Hemiptera.
- Coroa: Placa esclerotizada que se situa na parte dorsal da cabeça das cigarras, geralmente entre os olhos compostos.
- Escutelo: Pequeno esclerito, em geral de aspecto triangular, que aparece logo atrás do pronoto.
- Espiráculo: Abertura externa da traqueia.
- Esterno/Esternitos: Esclerito único ou cada uma das subdivisões da placa ventral que constitui o exoesqueleto dos artrópodes.
- Face: Porção vertical anterior da cabeça dos insetos, entre o labro e o vértice.
- Freno: Depressão da margem lateral do escutelo que se estende mais ou menos até ao nível da constrição, onde se fixam as asas quando em repouso.
- Juga: Par de estruturas tubulares presentes na região anterior da cabeça de alguns Hemiptera. Essas estruturas estão associadas à alimentação e são características de alguns membros da subordem Heteroptera.
- Membrana do hemiélitro: Parte distal além do cório.
- Membrana: Estrutura fina, geralmente transparente.
- Mesopleura: Pleura do mesotórax.
- Metapleura: Pleura do metatórax.
- Nervura submarginal: localizada na área submarginal da asa, ou seja, próxima à margem externa da asa, e percorre paralelamente à borda.
- Ostíolo: Abertura da glândula de cheiro.
- Peritrema ostiolar: O mesmo que ruga ostiolar; margem do ostíolo elevada com formas que variam entre os grupos de Hemiptera.
- Pronoto: Superfície dorsal do protórax.
- Propleura: Região lateral do protórax.
- Rostro: Conjunto alongado do labro, lábio e estiletos (formados pelas duas mandíbulas e duas maxilas alongadas).

- Sutura claval: Sutura da asa anterior que separa o clavo do cório.
- Sutura frontal: Uma ou duas suturas em que a sutura coronal se divide para a frente, em direção a sutura epistomal.

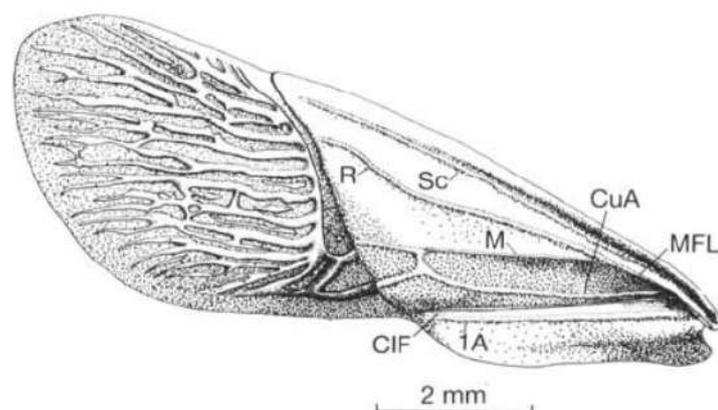


**Figura 2** – Vista dorsal e ventral de um Heteroptera (Pentatomomorpha). Modificado de Grazia *et al.* (2012).



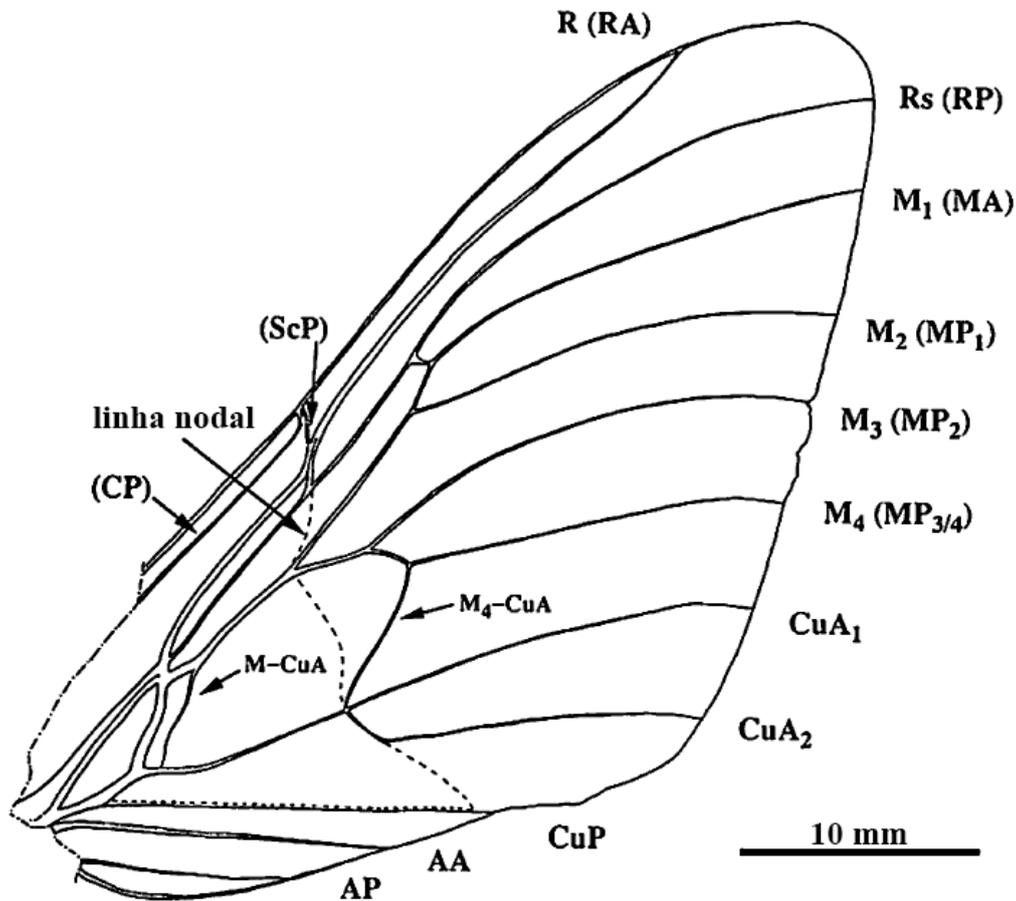
**Figura 3** – Vista dorsal de um Auchenorrhyncha (Cicadomorpha). Modificado de Dietrich (2005).

As terminologias morfológicas para as asas de Heteroptera seguem principalmente Snodgrass (1935) e Betts (1986) (Figura 4). Para outras partes do corpo (microestruturas micoides e pentes coxais) da família Cydnidae (Figuras 20 D e 21 A) seguem Schuh & Slater (1995) e Lis (2010).



**Figura 4** – Hemiéltro de um *Coreus marginatus* Linnaeus, 1758 (Coreidae). Retirado de Betts (1986).

Para a venação das asas em Auchenorrhyncha as terminologias morfológicas seguem Hamilton (1990) e Dietrich (2005) (Figura 3). Para a família Palaeontinidae (Figuras 39 - 47) as terminologias seguem Ueda (1997) e Menon, Heads & Martill (2005) (Figura 5).



**Figura 5** – Asa anterior de *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. Modificado de Ueda (1997).

#### 4.2.3 Trabalhos de laboratório

Prioritariamente, os fósseis foram preparados de forma mecânica em duas etapas: a primeira com auxílio de agulhas finas e ponteiras para a remoção do excedente de matriz rochosa. Para a segunda etapa, a metodologia de Selden (2003) foi seguida. Ela consiste na utilização de um “Aeroneedle”, ferramenta de preparação confeccionada utilizando aerador de aquário e agulhas hipodérmicas, com intuito de remover camadas superficiais

de sedimento e micro detritos a partir de jatos de ar. Para essa pesquisa a ferramenta foi adaptada utilizando inaladores InalaPOP bivolt e agulhas de insulina com 0,25 mm de calibre. Após a preparação, os fósseis foram mensurados com paquímetros eletrônicos e direcionados ao estereomicroscópio Leica série E (Leica EZ4) para a obtenção de imagens. As análises morfológicas foram realizadas com o auxílio de lupas estereoscópicas, onde os espécimes foram comparados com a literatura paleoentomológica existente, bem como foram definidas suas afinidades taxonômicas.

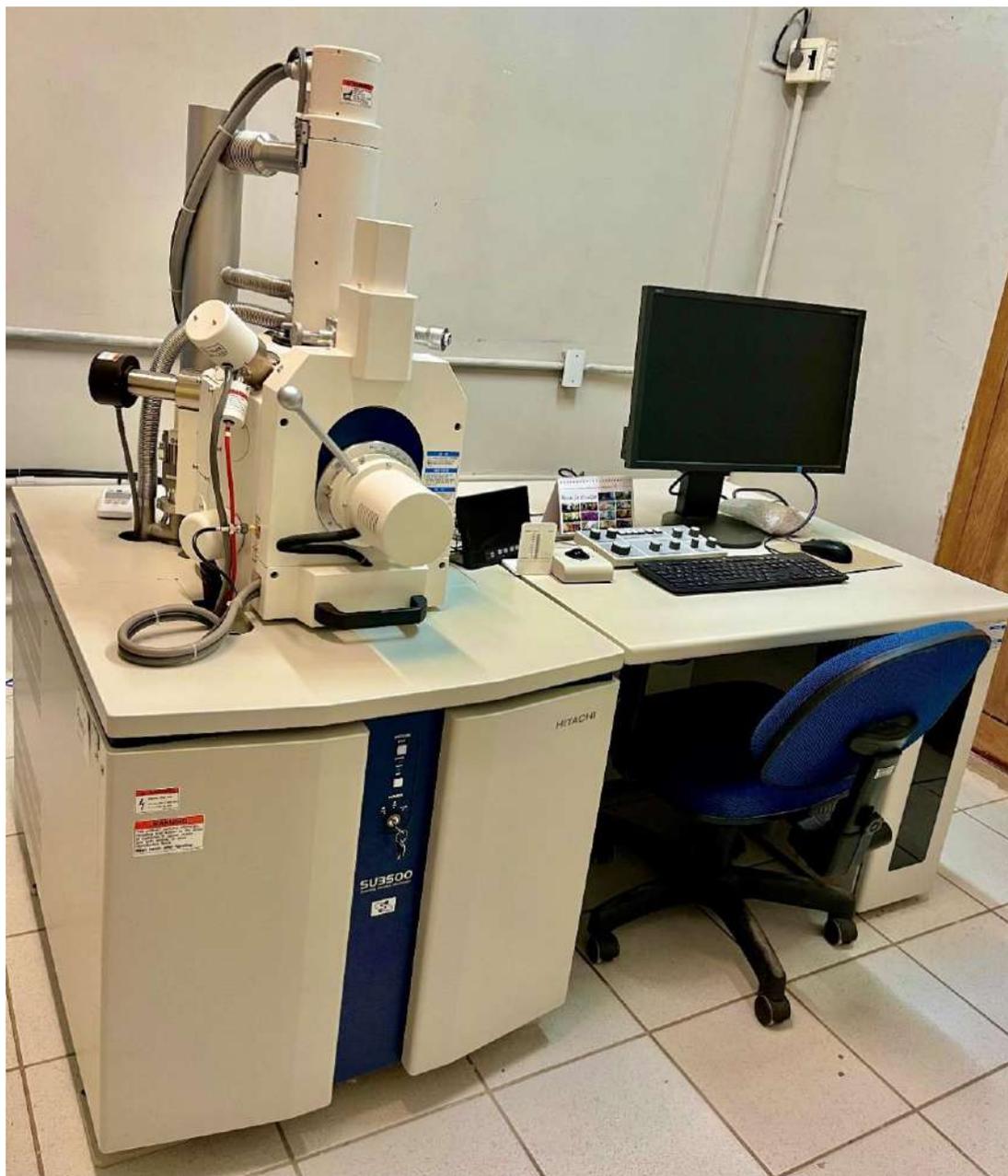


**Figura 6** - Lupa estereoscópica, equipamentos de preparação mecânica e paquímetro eletrônico. **Fonte:** autor.

#### 4.2.4 Microscopia Eletrônica de Varredura

As micrografias foram obtidas em um microscópio eletrônico de varredura SU3500 (Hitachi, Tóquio, Japão). As regiões de interesse nas amostras fossilizadas foram imageadas utilizando um detector de elétrons retroespalhados (BSE), que permite a obtenção de imagens superficiais com um caráter tridimensional (BSE-3D). Tal característica é obtida devido a sobreposição dos sinais de BSE de contraste topográfico e composicional. Os espécimes foram introduzidos na câmara do microscópio sem nenhuma preparação especial, sendo a câmara mantida em baixo vácuo (100 Pa) para evitar o carregamento da superfície das amostras. As micrografias foram

adquiridas com uma tensão de aceleração de elétrons de 20 kV e uma corrente de 18  $\mu$ A.



**Figura 7** - Microscópio eletrônico de varredura SU3500. **Fonte:** autor.

#### 4.2.5 Microtomografia Computadorizada de Raio X

Um dos grandes problemas no estudo de hemípteros fósseis é o fato de não ser possível retirá-los completamente da rocha. Devido a fragilidade dos espécimes, o processo de preparação pode resultar em perda de caracteres morfológicos, sobretudo para aqueles encobertos por resina paralóide. A resina diluída em acetona age como um revestimento, penetrando o sedimento e

endurecendo o fóssil, aumentado sua resistência. Contudo, sua aplicação inviabiliza processos de preparação e dificulta a visualização de partes morfológicas por microscopia eletrônica de varredura. Uma solução é o uso da microtomografia computadorizada de raios X (micro-CT). Essa técnica é um processo não destrutivo que possibilita a visualização de estruturas anatômicas encobertas pelo sedimento, proporcionando a reconstrução de modelos matemáticos tridimensionais de amostras (Augusto, 2016). As microtomografias dessa pesquisa foram realizadas no Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X (LTC-RX), do Departamento de Energia Nuclear (DEN), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O modelo de equipamento utilizado foi um Nikon XT H 225 ST tendo seu feixe de raios X gerado utilizando-se uma tensão de aceleração de 125 kV e uma corrente de 130  $\mu$ A. Um filtro de alumínio de 1,0 mm foi inserido na fonte de raios X para atenuar o aparecimento de artefatos nas imagens e as amostras foram posicionadas de forma que o tamanho efetivo do pixel fosse de 20-55  $\mu$ m. Os modelos digitais tridimensionais das amostras foram gerados, processados e visualizados utilizando-se os softwares CT Pro 3D e VGStudio Max 2.2.”



**Figura 8** – Microtomógrafo modelo Nikon XT H 225 ST. **Fonte:** autor.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Fósseis de Heteroptera

#### 5.1.1 Belostomatidae

#### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
 Subordem Heteroptera Latreille, 1810  
 Infraordem Nepomorpha Popov, 1968  
 Superfamília Nepoidea Latreille, 1802  
 Família Belostomatidae Leach, 1815  
 Subfamília Belostomatinae Leach, 1815  
 Tribo Belostomatini Leach, 1815  
 Gênero *Neponymphes* Zamboni, 2001

**Diagnose:** Como para a espécie-tipo, por monotipia (Moura-Júnior *et al.*, 2021c)

**Espécie-tipo:** *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001

Espécie *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001

Figuras 9 – 13

**Espécimes:** MPSC I 227 e MPSC I 4317.

**Diagnose:** Belostomatini com comprimento corporal total (adultos) 10,35 – 12,40 mm; corpo aproximadamente duas vezes mais longo que largo. Olhos compostos globulares, com suas margens laterais nunca alinhadas com as margens laterais do pronoto e fronte; comprimento total interocular aproximadamente duas vezes maior que o comprimento total anteocular. Comprimento total do pronoto 0,79–0,89 mm; largura pronotal posterior aproximadamente três vezes maior que o comprimento na linha mediana. Margens laterais do abdome aparentemente lisas, nunca interrompidas nas

bordas entre os segmentos. Ninfa (provavelmente quinto instar) com comprimento total do corpo 9,75 mm; tecas alares visíveis, bem desenvolvidas, atingindo o segundo tergito abdominal (primeiro visível) (Moura-Júnior *et al.*, 2021c).

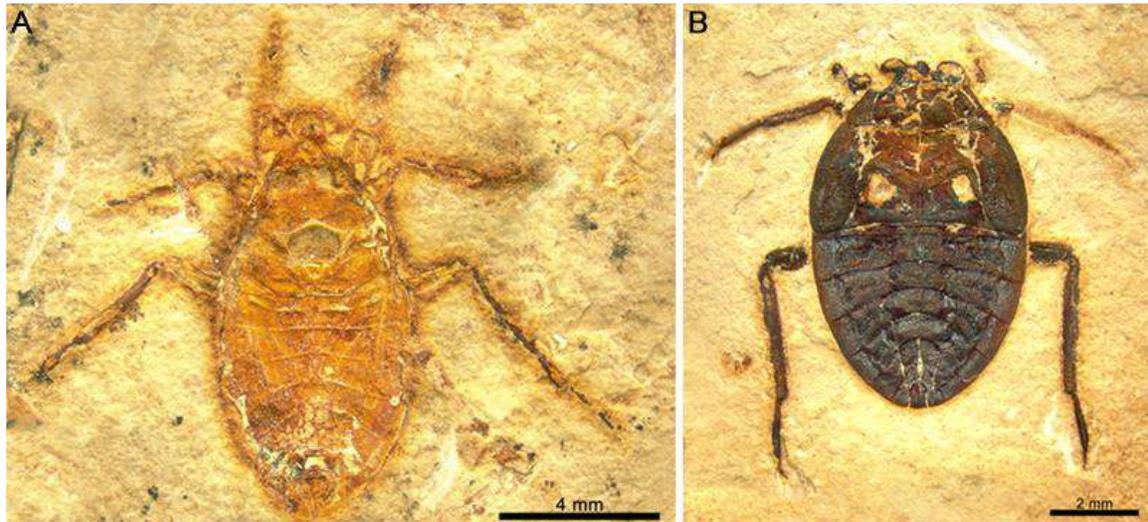
**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

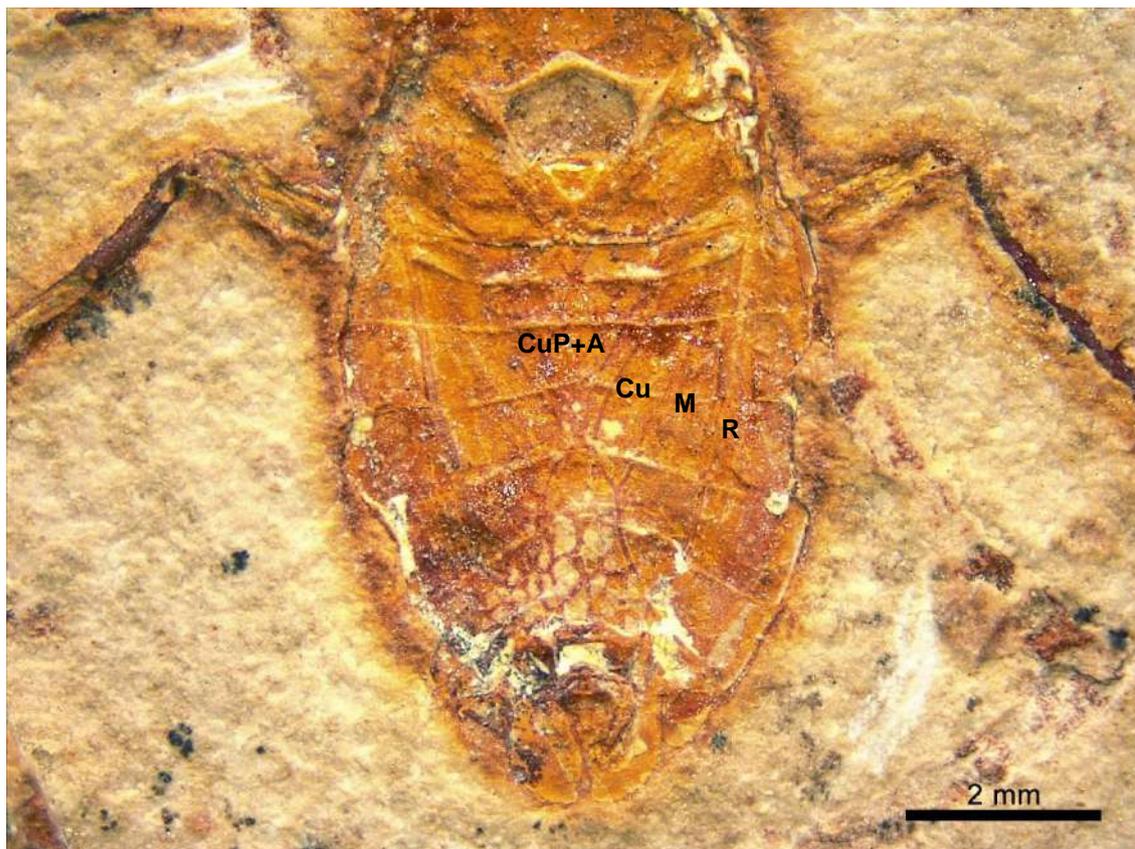
**Descrição:** MPSC I 227: espécime adulto apresentando corpo mais longo do que largo de proporções 11,75 mm – 5,54 mm (comprimento e largura) (Figura 9 A); olhos compostos encobertos pelas pernas mediais; cabeça com 1,25 mm – 1,80 mm; clipeo presente; pronoto com 0,60 mm - 2,25 mm, côncavo anteriormente e aproximadamente reto posteriormente, largura pronotal posterior aproximadamente três vezes maior que o comprimento na linha mediana; mesonoto e escutelo presentes; hemiélitros preservados, veias: R, M, Cu e CuP+A visíveis (Figuras 10 e 12 A), membrana com reticulação (Figura 12 B); pernas anteriores com 1,97 mm (esquerda) e 2,80 mm (direita) de comprimento, fêmures anteriores com largura subigual e comprimento variando entre 0,60 e 1,10 mm, tíbias e tarsos presentes mas parcialmente preservados; pernas medias com aproximadamente 3,18 mm de comprimento, fêmures com 0,66 mm de comprimento aproximadamente, tíbias e tarsos parcialmente preservados; pernas posteriores com aproximadamente 6,92 mm de comprimento, fêmures com 1,54 mm de comprimento, tíbias e tarsos parcialmente preservados; abdômen mais longo do que largo, com 6,17 mm - 5,11 mm ; margens laterais lisas do lado direito; sifão respiratório curto parcialmente preservado (Figura 12 B).

MPSC I 4317: ninfa com corpo de proporções 9,29 – 5,69 mm (comprimento e largura) (Figuras 9 B e 13 A e B); cabeça com 0,54 mm - 2,20 mm; olhos compostos globulares com aproximadamente 0,64 mm de comprimento; cabeça triangular com 0,53 mm – 2,20 mm ; tórax com pronoto trapezoidal com 1,13 mm – 3,88 mm apresentando linha central; tecas alares preservadas e bem desenvolvidas, chegando ao segundo tergito abdominal, primeiro tergito abdominal visível; tecas alares no mesonoto se estendendo ao metanoto; pernas anteriores parcialmente preservadas medindo 0,69 mm ? (esquerda) e 0,88 mm ? (direita) respectivamente; pernas mediais bem preservadas do lado esquerdo e impressas no lado direito tento, tarsos dímeros com garras tarsais; pernas posteriores relativamente longas com 5,40 mm de comprimento, cerdas natatórias presentes (Figura 11); abdômen medindo 5,00 mm – 5,69 mm, mais largo do que longo, seis segmentos abdominais visíveis (II – VII), espiráculos preservados, visíveis do II a VI segmento; protuberância abdominal ventral; sifão respiratório visível.

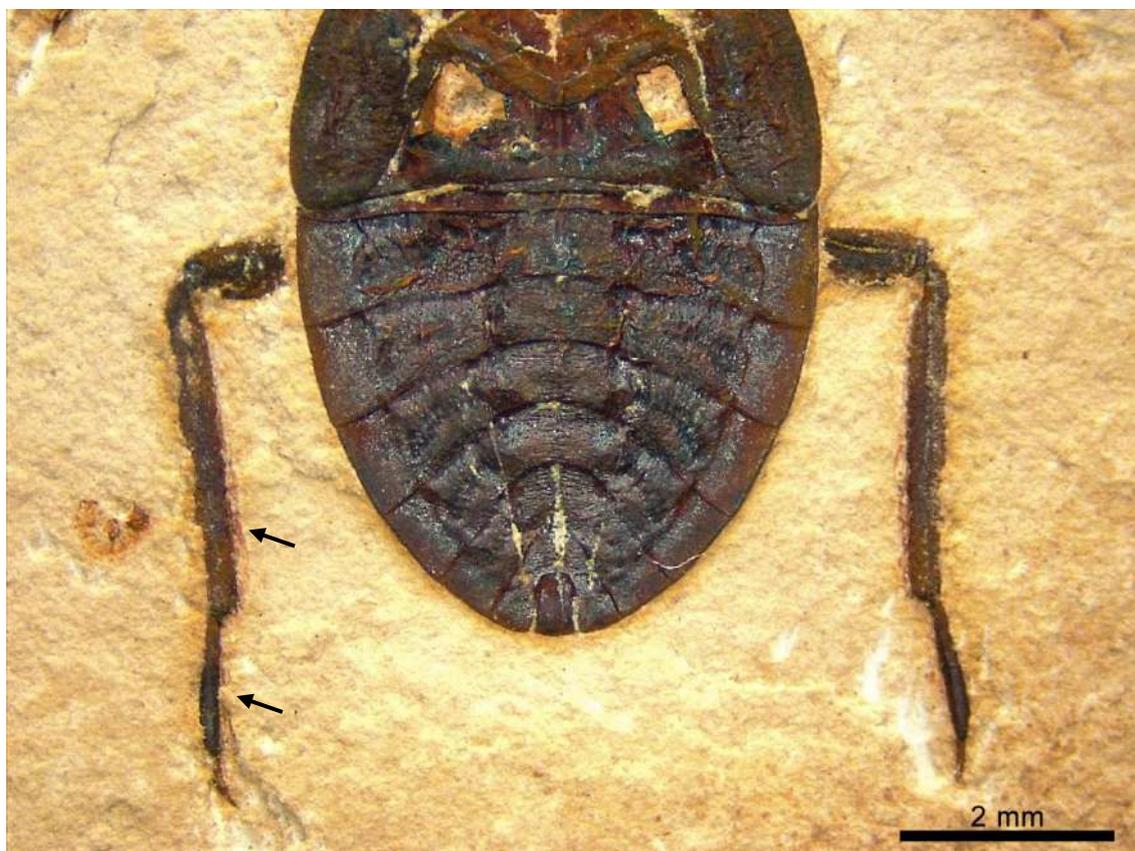
**Discussão:** Das famílias de Heteroptera que compõem as coleções do LPU e MPPCN, Belostomatidae é a mais abundante (23 espécimes). Entretanto, somente dois espécimes puderam ser classificados a nível de gênero e espécie: MPSC I 227 e MPSC I 4317. Ambos os fósseis são representantes de fase adulta e juvenil (ninfa de quinto instar) da espécie *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c), por apresentarem o seguinte padrão de diagnose: corpo quase duas vezes mais longo que largo, largura pronotal posterior três vezes maior que o comprimento da linha mediana, margens laterais abdominais lisas e ninfa com tecas alares visíveis e bem desenvolvidas, atingindo o segundo tergito abdominal.



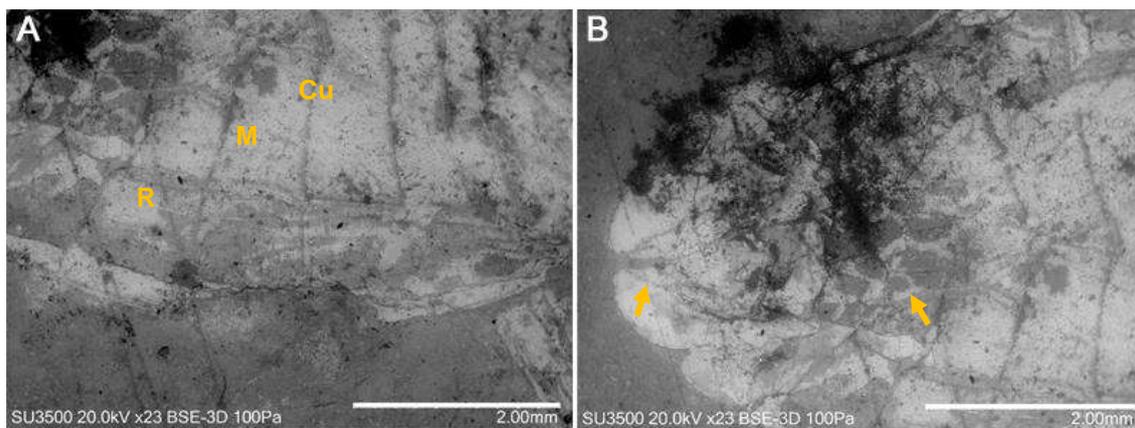
**Figura 9** – *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). Adulto (A) MPSC I 227; Ninfa (B) MPSC I 4317. Vista dorsal. **Fonte:** autor.



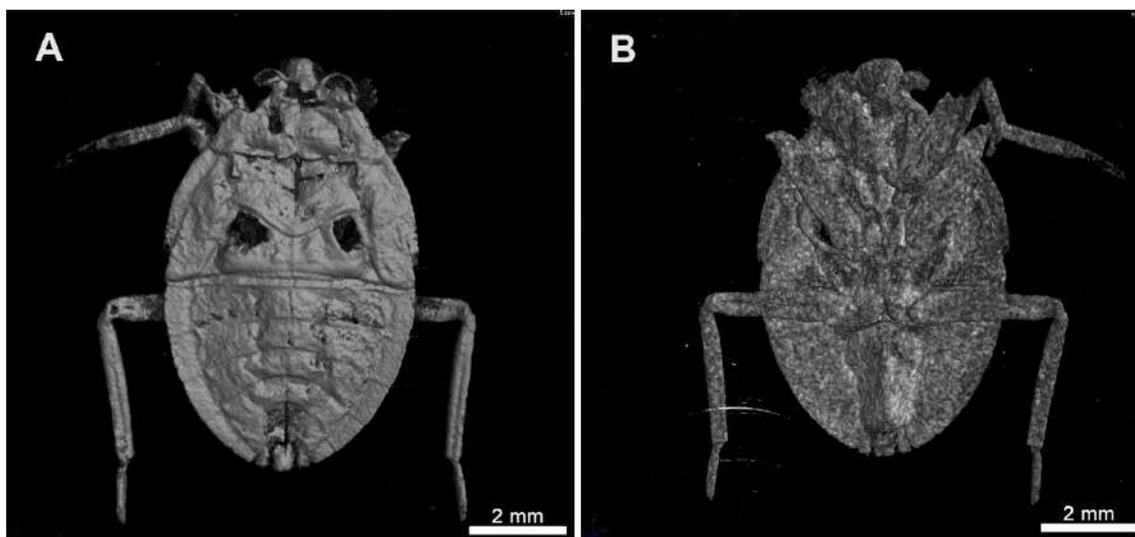
**Figura 10** - *Neponymphes godoii* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 227. Asa anterior com nervuras R, M e Cu e CuP+A. Vista dorsal. **Fonte:** autor.



**Figura 11** - *Neponymphes godoii* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 4317. Pernas com cerdas natatórias (indicado por setas). Vista dorsal. **Fonte:** autor.



**Figura 12** - *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 227. Imagens MEV; (A) – Asa anterior com nervuras R, M e Cu; (B) – Sifão respiratório curto e membrana reticulada (indicados por setas). **Fonte:** autor.



**Figura 13** - *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 (Moura-Júnior *et al.*, 2021c). MPSC I 4317 imagens de Micro - CT. (A) Ninfa em vista dorsal; (B) Ninfa em vista ventral. **Fonte:** autor.

### 5.1.2 Naucoridae

#### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
 Subordem Heteroptera Latreille, 1810  
 Infraordem Nepomorpha Popov, 1968  
 Família Naucoridae Fallen, 1814  
 Gênero gen. nov.

Espécie sp. nov.

Figuras 14 – 16

**Espécimes:** LPU 1951 e MPSC I 2229

**Diagnose:** Pequeno Naucoridae (6,20 mm) com corpo ovalado; bordas anteriores da cabeça arredondadas; cerdas abdominais delicadas; fêmures com espinhos espessos.

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.  
Idade: Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** LPU 1951: espécime adulto, preservado em posição dorsal (Figura 14 A), com corpo ovalado, mais longo do que largo (6,20 mm – 2,95 mm); cabeça larga e achatada com 0,40 mm de comprimento, bordas anteriores arredondadas; olho composto esquerdo ovalado e direito parcialmente preservado de aspecto subtriangular (possivelmente uma variação tafonômica) (Figura 15 A); distância interocular de 0,33 mm; pronoto trapezoidal mais largo que longo com 1,08 mm – 2,39 mm (comprimento – largura); escutelo triangular de proporções subiguais (Figura 15 B); parte coriácea da asa esquerda parcialmente preservada; abdômen alongado (2,95 mm) com sete tergitos abdominais, cerdas abdominais delicadas (Figura 15 C), alongadas nos tergitos V e VI e reduzida no IV, terminália com platô genital (Figura 15 F); pernas posteriores com proporções 1,92 mm – 0,15 mm (comprimento – largura), fêmures com espinhos espessos (Figura 15 D); cerdas natatórias nas tibiais parcialmente visíveis (Figura 15 E).

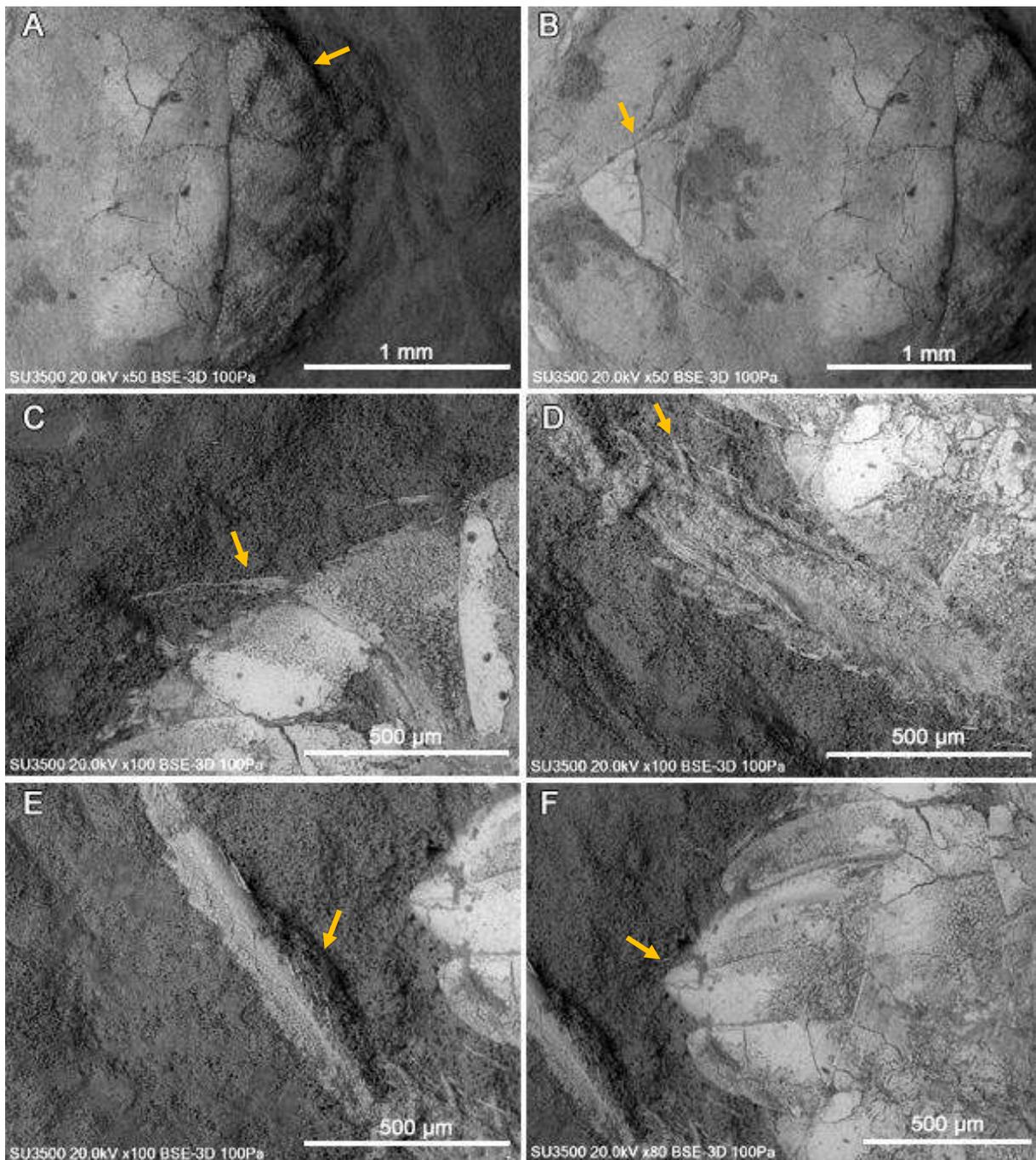
MPSC I 2229: ninfa de terceiro instar, com proporções 5,16 mm – 2,94 mm (comprimento – largura) (Figura 14 B); cabeça larga e achatada com 0,37 mm de comprimento; olhos compostos ovalados (Figura 16 A); pronoto trapezoidal com 0,45 mm – 2,38 mm (Figura 16 A); tecas alares bem desenvolvidas aproximando do segundo tergito abdominal (Figura 16 A); pernas posteriores com 1,46 mm de comprimento, fêmures com espinhos espessos (Figura 16 C); cerdas natatórias tibiais preservadas (Figura 16 D); abdômen com 2,25 mm de

comprimento, cerdas abdominais delicadas, alongadas no V e VI tergito e reduzida no IV (Figura 16 B).

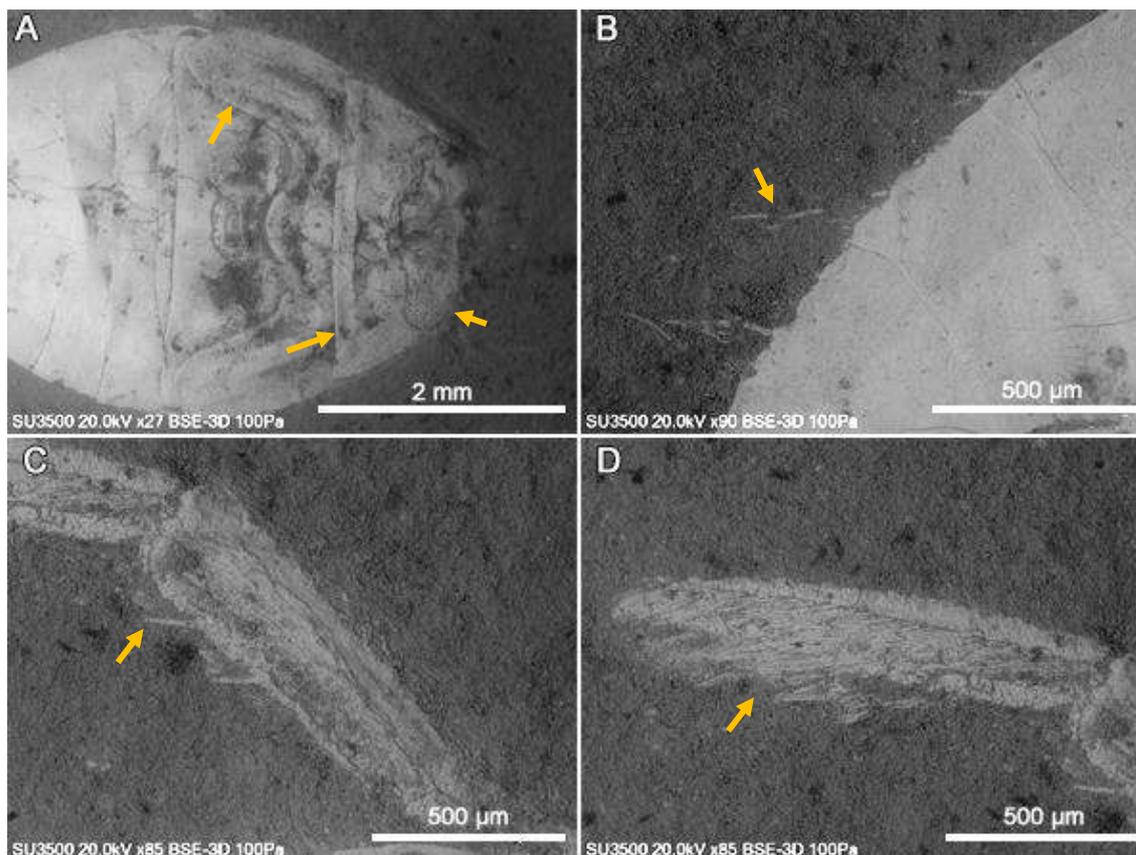
**Discussão:** Somente dois espécimes, LPU 1951 (Holótipo) e MPSC I 2229 (Parátipo), puderam ser atribuídos a família Naucoridae. Devido a seu padrão de caracteres, ambos os fósseis são representantes de fase adulta e juvenil de uma mesma espécie. Em comparação as duas espécies de naucorideos descritas para o Cretáceo do Brasil (*Cratocora crassa* e *Cratopelocoris carpinteiroi* Ruf, Goodwyn & Martins-neto, 2005) cujos comprimentos variam de 30 mm – 21,70 mm, LPU 1951 e MPSC I 2229 apresentam comprimento extremamente reduzido, similar a representantes atuais da família. Os fósseis apresentam similaridades com *Cratopelocoris carpinteiroi* quanto a forma ovalada do corpo e pronoto trapezoidal com bordas anteriores ligeiramente convexas. Mas, diferem-se em relação aos olhos ovalados, proporções subiguais do escutelo, presença de cerdas nos tergitos abdominais e espinhos femorais espessos (Tabela 2). Em relação as espécies descritas para o Cretáceo da China (*Exilcrus cameriferus* e *Miroculus laticephus* Zhang *et al.* 2011a), LPU 1951 e MPSC I 2229 distinguem-se quanto aos espinhos femorais e cerdas abdominais (caracteres ausentes nas espécies).



**Figura 14** - Naucoridae gen. nov., sp. nov. (A) holótipo (LPU 1951), vista dorsal; (B) parátipo (MPSC I 2229), vista dorsal. **Fonte:** autor.



**Figura 15** – Naucoridae gen. nov., sp. nov., holótipo (LPU 1951). Imagens MEV. (A) Olhos compostos (indicado por seta); (B) Escutelo (indicado por seta); (C) Cerdas abdominais (indicado por seta); (D) Espinhos femorais (indicado por seta); (E) Cerdas natatórias tibiais (indicado por seta); (F) Terminália com platô genital (indicado por seta). **Fonte:** autor.



**Figura 16** – Naucoridae gen. nov., sp. nov., parátipo (MPSC I 2229). Imagens MEV. (A) Tecas alares, pronoto e olhos compostos (indicados por setas); (B) Cerdas abdominais (indicado por seta); (C) Espinhos femorais (indicado por seta); (D) Cerdas natatórias tibiais (indicado por seta). **Fonte:** autor.

**Tabela 2.** Caracteres morfológicos de LPU 1951, MPSC I 2229 e das espécies de Naucoridae do Cretáceo do Brasil e China. **Fonte:** autor.

Fósseis	Localização	Corpo	Cabeça	Olhos	Pronoto	Fêmur	Tíbia	Abdômen
LPU 1951	Formação Crato - BR	Pequeno (6,20 mm)	Achatada	Ovalados	Trapezoidal	Com espinhos espessos	Cerdas natatórias	Com cerdas abdominais
MPSC I 2229	Formação Crato - BR	Pequeno (5,16 mm)	Achatada	Ovalados	Trapezoidal	Com espinhos espessos	Cerdas natatórias numerosas	Com cerdas abdominais
<i>Cratocora crassa</i>	Formação Crato - BR	Grande (30,00 mm)	Preservação parcial	Não preservados	Trapezoidal	Sem espinhos	Cerdas natatórias numerosas	Sem cerdas abdominais
<i>Cratopelocoris carpinteiroi</i>	Formação Crato - BR	Grande (21,70 mm)	Achatada	Subtriangulares	Trapezoidal	Não preservado	Não preservada	Sem cerdas abdominais
<i>Exilcrus cameriferus</i>	Formação Yixian - CN	Grande (14,80 mm)	Achatada	Não preservados	Trapezoidal	Sem espinhos	Cerdas natatórias densas	Sem cerdas abdominais
<i>Miroculus laticephlus</i>	Formação Yixian - CN	Grande (14,20 mm)	Achatada	Grandes e convergentes anteriormente	Trapezoidal	Sem espinhos	Sem cerdas	Sem cerdas abdominais

### 5.1.3 Nepidae

#### *Sistemática paleontológica*

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
Subordem Heteroptera Latreille, 1810  
Infraordem Nepomorpha Popov, 1968  
Família Nepidae Latreille, 1802

Gênero -

Espécie -

Figura 17

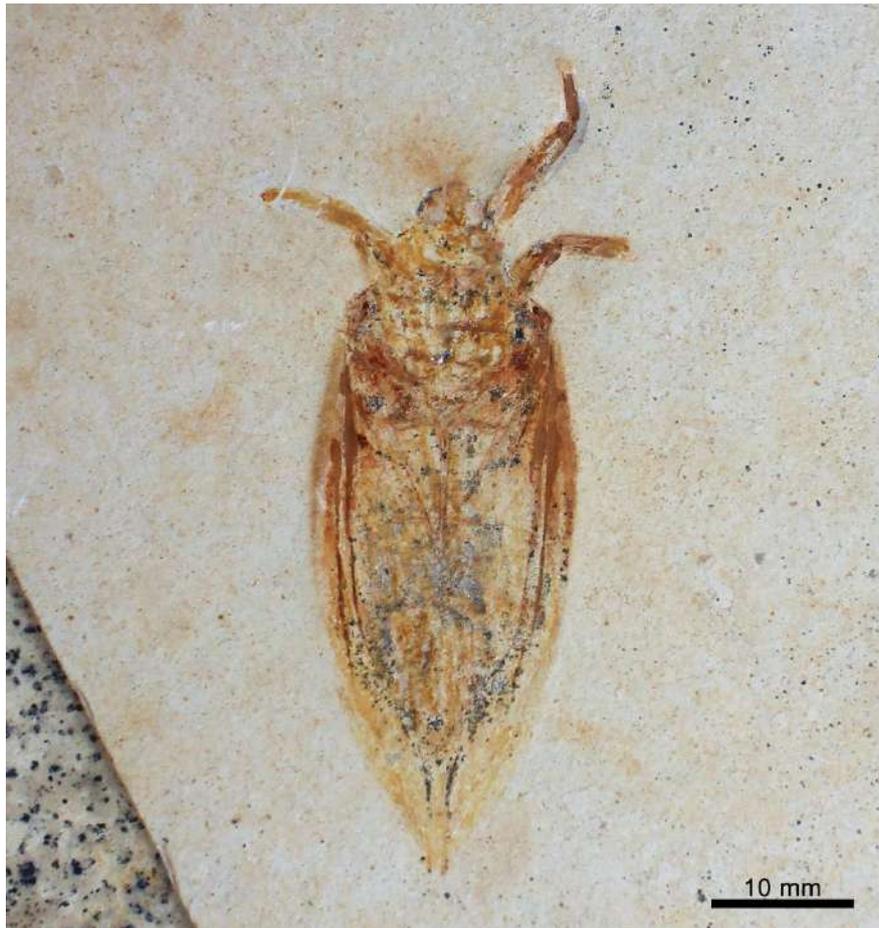
**Espécime:** MPSC I 842

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** MPSC I 842: *Nepomorpha* longo e robusto, com 48,81 mm de comprimento, preservado dorsalmente (Figura 17); cabeça circular, mais larga que longa com proporções 3,09 mm – 4,49 mm (comprimento – largura); olhos compostos globosos com aproximadamente 2,02 mm; pronoto concavo, duas vezes mais curto que o mezonoto; longa comissura claval; cório das asas anteriores com nervuras R, M e Cu visíveis; células da membrana não preservadas; pernas anteriores e mediais parcialmente preservadas; perna anterior raptatorial; fêmur anterior robusto e longo (9,03 mm); tibia anterior esguia (4,83 mm), parcialmente preservada.

**Discussão:** A ausência de células na membrana alar, pernas posteriores e sifão respiratório, devido a processos de desarticulação ou à preservação por impressão, impossibilita o posicionamento do espécime em níveis de gênero ou espécie.



**Figura 17** – Nepidae MPSC I 842. Vista dorsal. **Fonte:** autor.

#### 5.1.4 Cydnidae

##### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Heteroptera Latreille, 1810

Infraordem Pentatomomorpha Leston, Pendergrast and Southwood, 1954

Superfamília Pentatomoidea Leach, 1815

Família Cydnidae Billberg, 1820

Subfamília Amnestinae Hart, 1919

Gênero gen. nov.

Espécie sp. nov.

Figuras 18 – 23

**Espécime:** MPSC I 5351

**Diagnose:** Rostro alongado, alcançando as metacoxas; tubérculos anteríferos surgindo na porção interocular; pronoto trapezoidal, transversal, convexo nas margens anteriores, margens posteriores sinuosas lateralmente; proexterno apresentando margens laterais com pontuações setíferas; extremidade do cório curvada; clavo largo, nervura claval longa, levemente curvada posteriormente; comissura claval distinta; evaporatório com microestruturas micoides, atingindo a margem lateral e posterior da metapleura; evaporatório da mesopleura reduzido; evaporatório metapleural grande, ocupando quase a metade da superfície metapleural; peritrema ostiolar longo, levemente curvado posteriormente; meso e metacoxas mais próximas entre si do que as procoxas.

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Corpo pequeno (3,41 mm), oval (Figuras 18 e 23 A), com inúmeras pontuações ventrais densas (Figura 18 e 19 A); cabeça semicircular, cerdas apicais não preservadas; olhos globulares e protuberantes (0,24 mm), distância interocular subigual aos olhos; antenas com quatro antenômeros filiformes (I – IV 0,21 mm, 0,42 mm, 0,36 mm, 0,40 mm) (Figura 19 C); I curto e robusto em comparação a II, II duas vezes mais longo que I, III mais curto em relação a II, IV aproximadamente do mesmo tamanho que II, mas mais robusto; clipeo arredondado (Figura 19 B); rostro com quatro segmentos (I – IV 0,22 mm, 0,35 mm, 0,70, 0,22 mm), alcançando as metacoxas (Figura 19 A); I curto e robusto em comparação a II (Figura 19 B), II 0,13 vezes mais longo que I e mais esguio, III mais longo em relação a todos os segmentos, IV curto e subigual a I; pronoto/proexterno trapezoidal (0,77 mm) (Figura 23 B), transversal, convexo nas margens anteriores; margens posteriores sinuosas lateralmente, perto dos ângulos umerais (Figura 23 C e D); disco pronotal sem linha submarginal anterior (provavelmente devido à compactação durante a preservação) (Figura 23 B); margens laterais com numerosas pontuações setíferas (Figura 20 A e B); escutelo triangular (Figura 23 B), mais largo do que longo 0,63 mm – 0,83 mm (comprimento - largura), menor que a margem posterior do pronoto; cório com nervuras R e Sc visíveis (Figura 23 B); extremidade do corio curvada; clavo

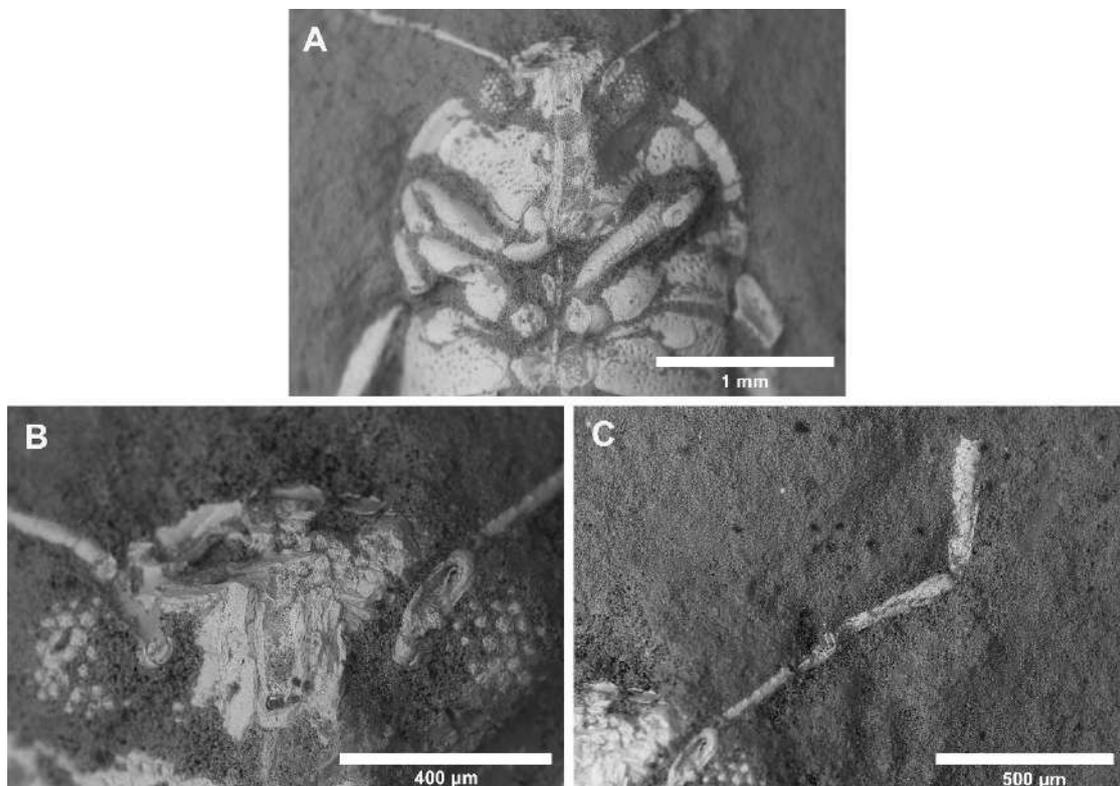
largo; sutura claval alongada; nervura claval longa, levemente curvada posteriormente; comissura claval distinta; membrana fragmentada (Figura 21 D), ultrapassando a ponta do abdômen; meso e metapleura visíveis (Figura 20 C); evaporatório com microesculturas micoides (Figura 20 D), não atingindo a margem lateral e posterior da metapleura; evaporatório da mesopleura reduzido (0,13 mm); evaporatório metapleural grande (0,56 mm), ocupando quase a metade da superfície metapleural; peritrema ostiolar longo e curvado posteriormente (0,18 mm) (Figura 20 C); Pernas desarticulas; meso e metacoxas mais próximas entre si do que as procoxas; margem distal da coxa posterior com inserções de cerdas alinhadas (Figura 21 A), cerdas componentes dos pentes coxais fragmentadas; fêmures esguios, mais espessos que as tíbias, fortemente pontuados ventralmente (Figura 21 B); tíbias parcialmente preservadas, com espinhos fragmentados (Figura 21 C); abdômen mais largo que o pronoto 1,66 mm – 1,56 mm (comprimento – largura) (Figura 22 A); tergitos/esternitos com oito segmentos; esternitos com pequenas e numerosas pontuações distintas nas laterais (Figura 22 B); 7º segmento sem envoltório cuticular, tecidos musculares a amostra (Figura 22 C); 8º segmentos parcialmente preservados; sexo indeterminado.

**Discussão:** O espécime pode ser atribuído a subfamília Amenastinae devido ao seu tamanho reduzido, cabeça semicircular e comissura claval distinta, diferenciando-se das duas espécies descritas para o Cretáceo do Brasil (*Pricecoris beckeræ* e *Latiscutella santosi* Pinto & Ornellas, 1974) em razão a forma trapezoidal do pronoto (triangular em *Pricecoris* e semiretangular para *Latiscutella*) e espinhos fragmentados no fêmur (caractere não preservado em ambas as espécies). MPSC I 5351 apresenta maior similaridade com as espécies descritas para o Cretáceo da Ásia (*Cilicydnus robustispinus* e *Orienicydnus hongji* Yao, Cai & Ren, 2007; *Punctacorona triplosticha* Wang, Du, Yao & Ren, 2019; *Acanthamnestus atridorsus*, *Acanthamnestus ovoideus*, *Laevigemma lisorum* e *Quinalveus hui* Du, Gu, Engel, Ren & Yao, 2022) em razão a proximidade das meso e metacoxas (caractere presente em todos os gêneros exceto *Laevigemma*) e um rostro alongado alcançando as metacoxas (caractere presente em todos os gêneros exceto *Cilicydnus* e *Orienicydnus*). Entretanto, é facilmente distinguido pelo peritrema ostiolar longo, levemente

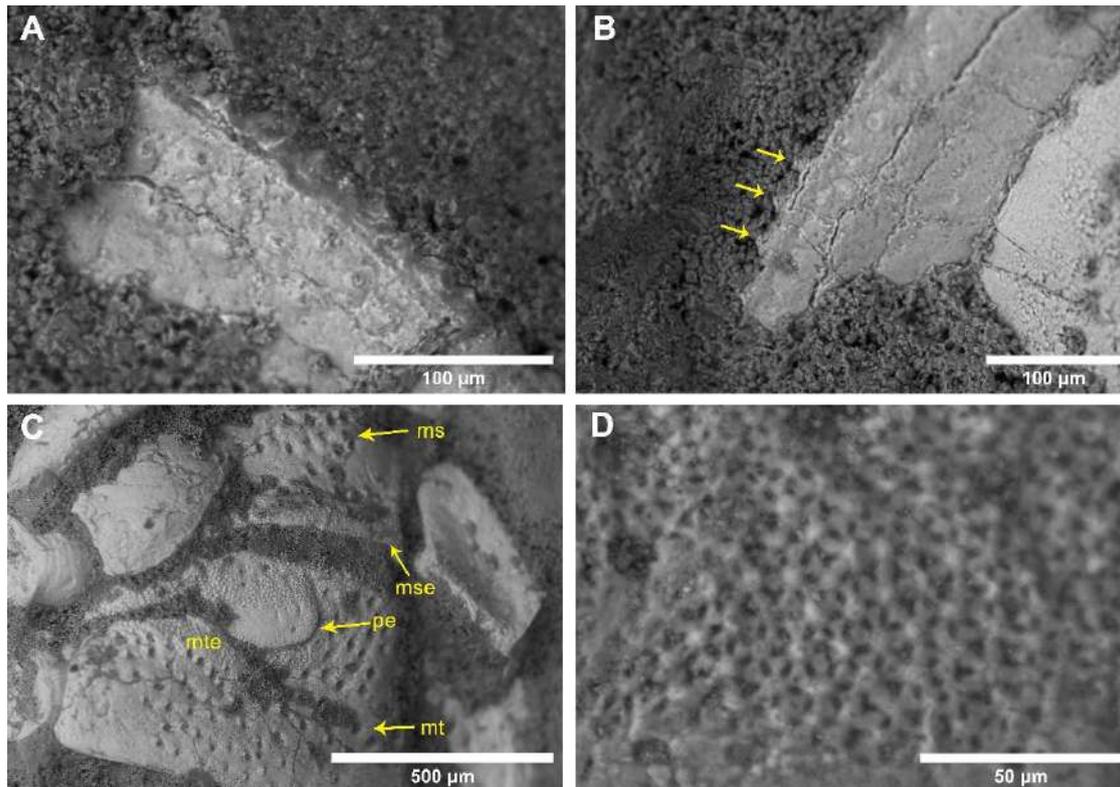
curvado posteriormente (fortemente recurvado póstero-lateralmente ou com ramificações laterais nas outras espécies) (Tabela 3).



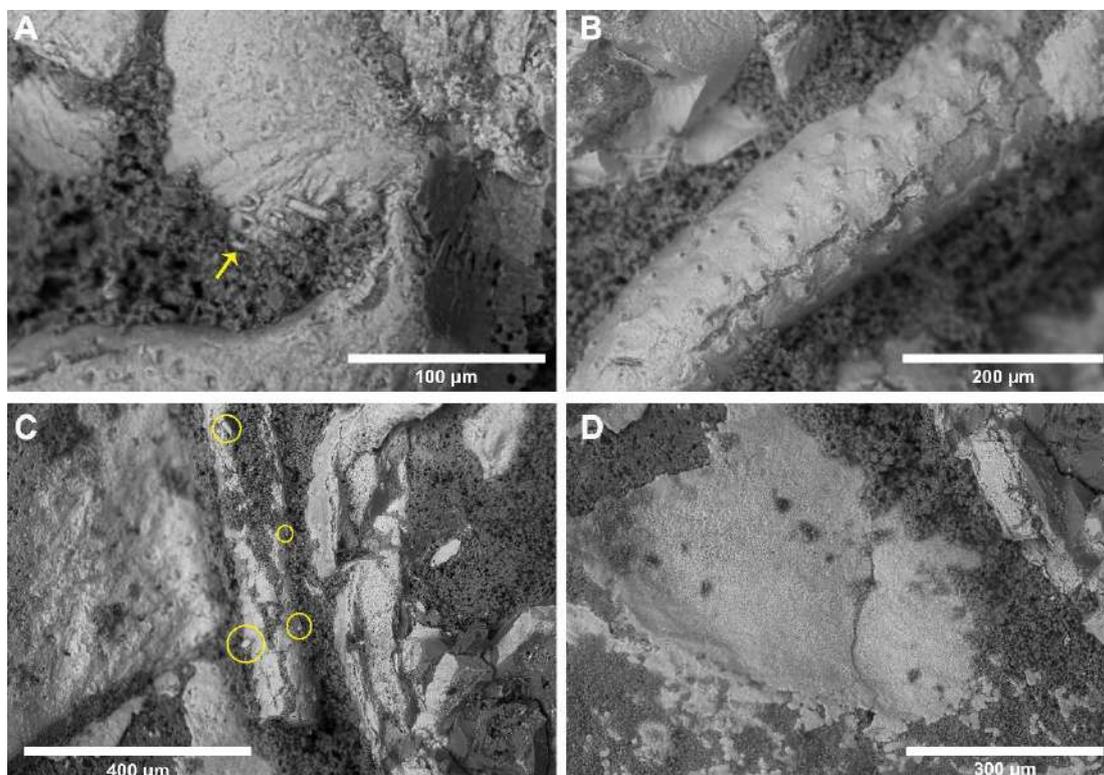
**Figura 18** - Cydnidae gen., nov., sp. nov. MPSC I 5351, vista ventral. **Fonte:** autor.



**Figura 19** – Cydnidae gen., nov., sp. nov. MPSC I 5351. Imagens MEV. (A) Rostro alongado alcançando as metacoxas; (B) Tubérculos anteníferos, I antenômero, clipeo e primeiro segmento do rostro; (C) Antenômeros I – IV. **Fonte:** autor.

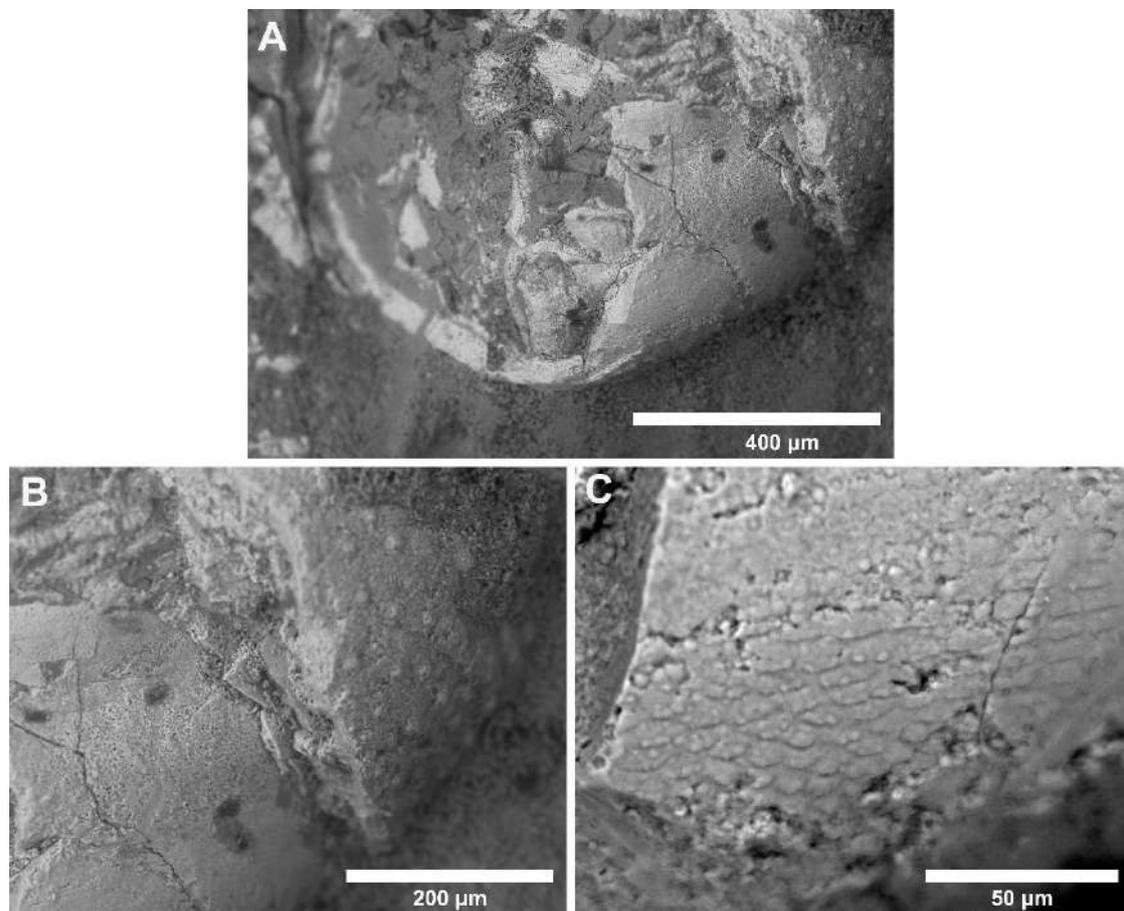


**Figura 20** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de MEV. (A e B) Margens laterais do proexterno com pontuações setíferas. Setas indicando cerdas fragmentadas. (C) ms: mesopleura, mse: evaporatório mesopleural, pe: peritrema ostiolar, mt: metapleura, mte: evaporatório metapleural; (D) Microestruturas micoides do evaporatório. **Fonte:** autor.

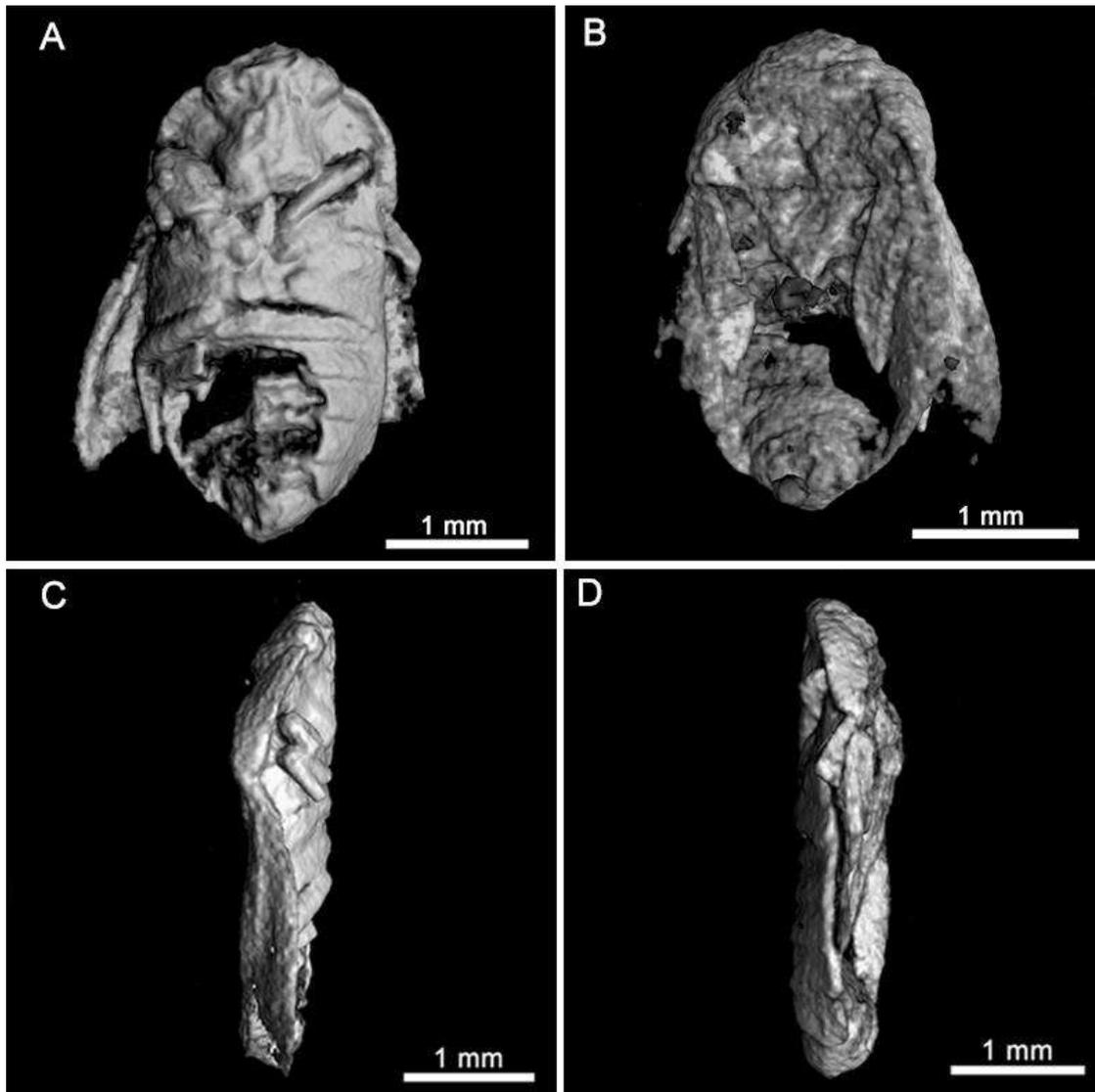


**Figura 21** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de MEV. (A) Coxa anterior. Seta indicando inserções de cerdas alinhadas; (B) Fêmur medial direito fortemente pontuado; (C) Tíbia

posterior esquerda. Círculos indicando espinhos fragmentados; (D) Membrana alar fragmentada. **Fonte:** autor.



**Figura 22** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de MEV. (A) Porção posterior do abdômen; (B) Pequenas pontuações distintas do esternito; (C) tecido muscular a amostra do 7º segmento. **Fonte:** autor.



**Figura 23** – MPSC I 5351 n. gen. n. sp. Imagens de Micro - CT. (A) Vista ventral. Cabeça, olhos composto, tórax, abdômen e extremidade do cório curvada; (B) Vista dorsal. Pronoto trapezoidal, escutelo triangular, cório com nervuras R e Sc, sutura claval, clavo e nervura claval; (C e D) Vistas laterais. Margens posteriores do pronoto sinuosas lateralmente. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Heteroptera Latreille, 1810

Infraordem Pentatomomorpha Leston, Pendergrast and Southwood, 1954

Superfamília Pentatomoidea Leach, 1815

Família Cydnidae Billberg, 1820

Subfamília Amnestinae Hart, 1919

Gênero -

Espécie -

## Figuras 24 – 25

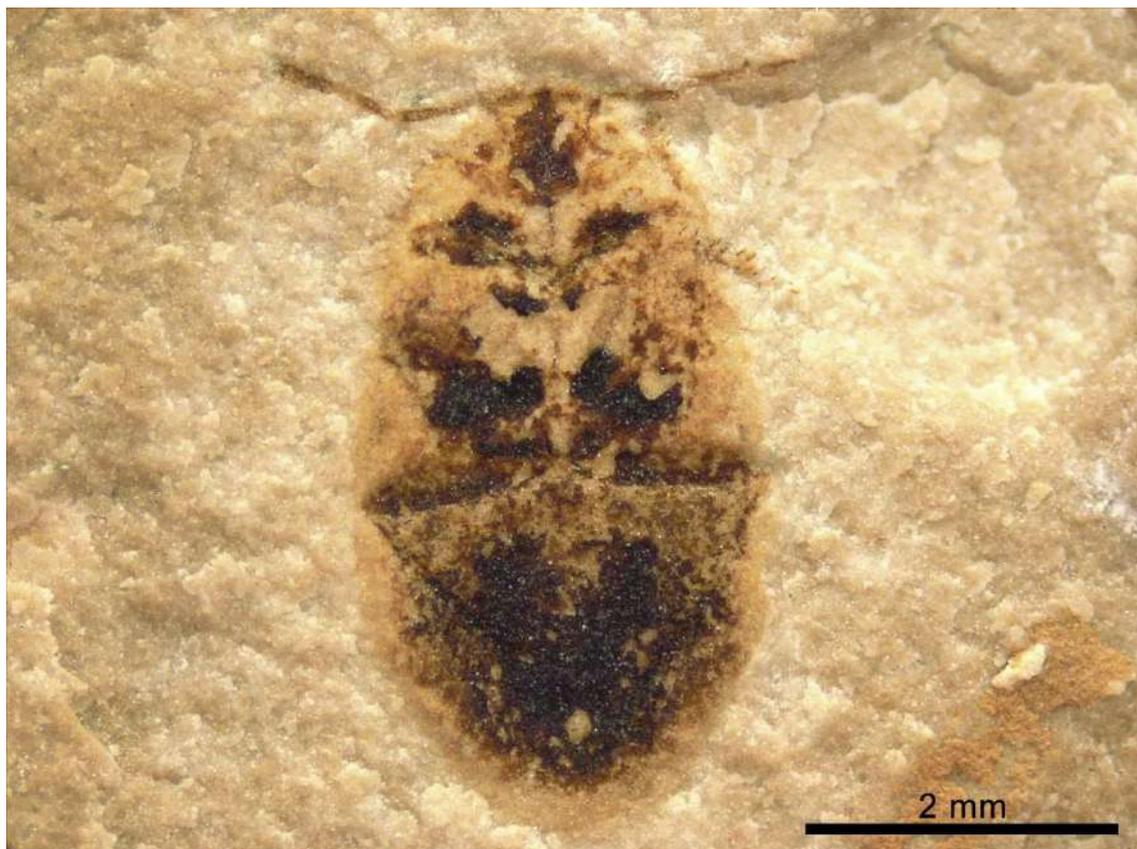
**Espécime:** Cydnidae indet. 1 (LPU 895)

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

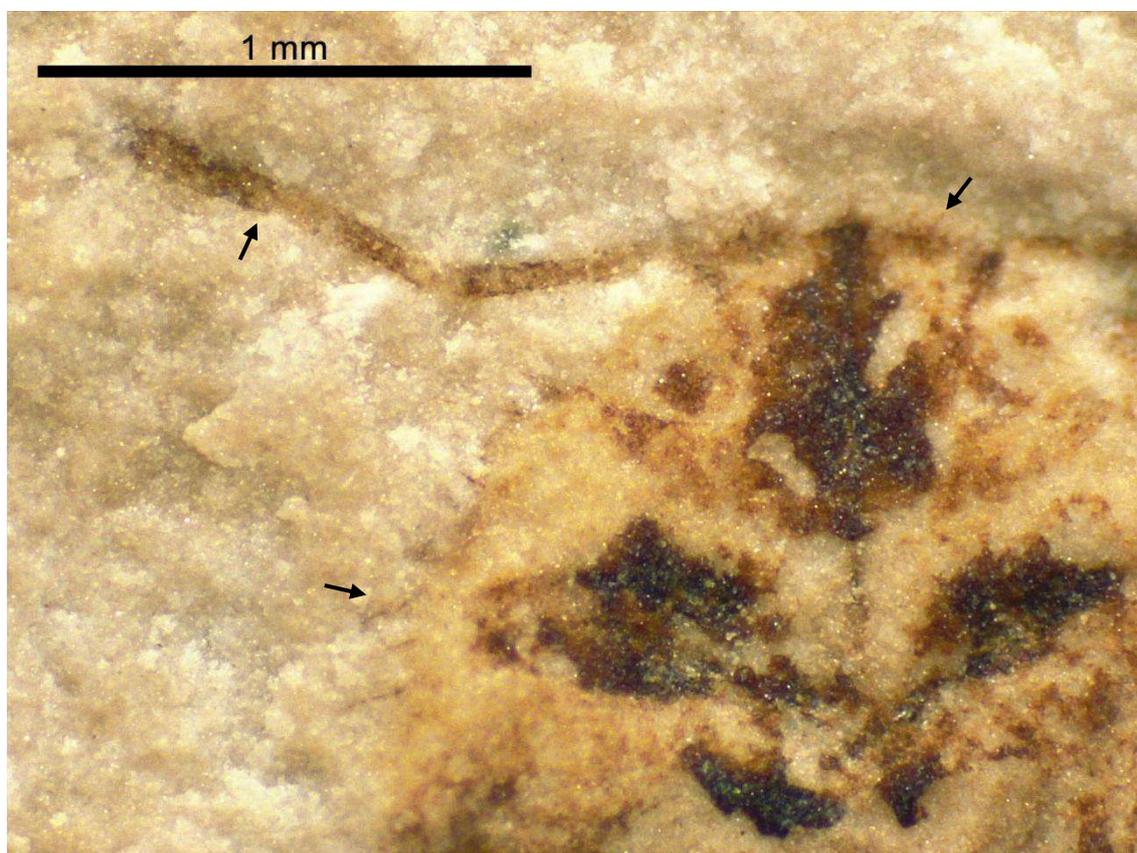
**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Corpo oval com 5,20 mm de comprimento, preservado ventralmente (Figura 24); cabeça semicircular, mais larga do que longa com cerdas apicais densas (Figura 25); olhos compostos semicirculares, com aproximadamente 0,38 mm; distancia interocular de 0,40 mm; antenas filiformes, apresentando cinco antenômeros (I – 0,11mm; II – 0,18 mm ; III – 0,24 mm ; IV – 0,42 mm e V – 0,21 mm) (Figura 25); proexterno trapezoidal com setas longas e densas ao longo das margens laterais (Figura 25), com 0,75 mm de comprimento; aparelho bucal parcialmente preservado; tíbias anteriores mediais e posteriores parcialmente preservadas com espinhos robustos; abdômen ovalado, mais largo que o proexterno, com 2,29 mm de comprimento.

**Discussão:** O espécime pode ser atribuído a subfamília Amenastinae devido ao seu tamanho reduzido, cabeça semicircular e presença de setas delicadas no proexterno, assemelhando-se com as espécies *Cilicydnus robustispinus* e *Oriencydnus hongji* (Yao, Cai & Ren, 2007) (Tabela 3) em relação a presença de setas longas e densas no proexterno e dorso da cabeça. Entretanto, não pode ser associada com precisão a gêneros ou espécies, devido à ausência de caracteres dorsais e preservação parcial da amostra.



**Figura 24** – Cydnidae indet. 1 (LPU 895). Vista ventral. **Fonte:** autor.



**Figura 25** – Cydnidae indet. 1 (LPU 895). Antenômeros, cerdas do ápice da cabeça e proesterno (indicados por setas). **Fonte:** autor.

**Sistemática paleontológica**

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Heteroptera Latreille, 1810

Infraordem Pentatomomorpha Leston, Pendergrast and Southwood, 1954

Superfamília Pentatomoidea Leach, 1815

Família Cydnidae Billberg, 1820

Gênero -

Espécie -

Figuras 26 – 27

**Espécime:** Cydnidae indet. 2 (LPU 1723)

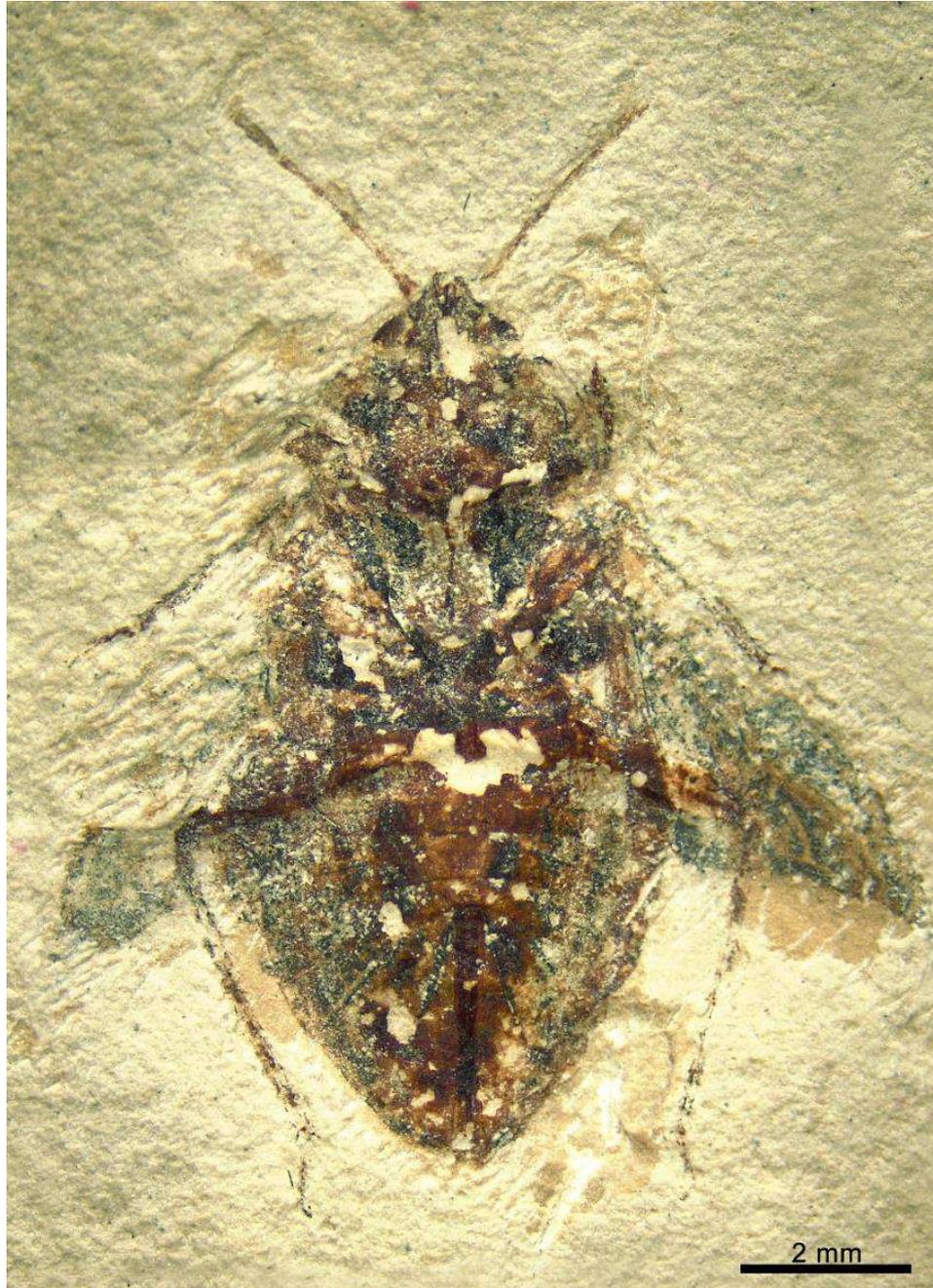
**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

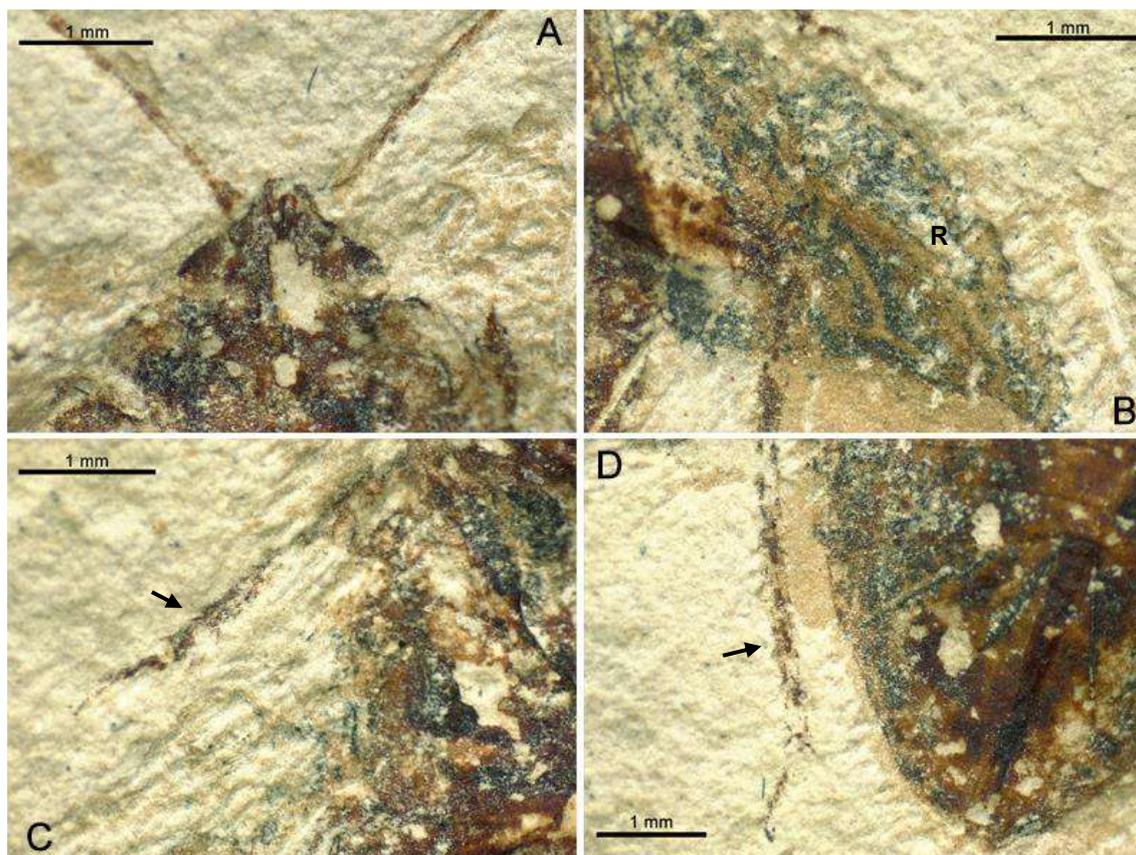
**Descrição:** Corpo de grandes proporções (12,75 mm de comprimento), preservado ventralmente (Figura 26); cabeça triangular (Figura 27 A), mais larga do que longa, de proporções 2,00 mm – 1,40 mm; olhos subtriangulares com 0,40 mm de comprimento; distancia interocular de 0,81 mm; antenas com cinco antenômeros (I – 0,33 mm; II – 0,51 mm; III – 0,79 mm; IV – 0,40 mm e V – 0,68 mm); proexterno parcialmente preservado, trapezoidal, mais largo do que longo, de proporções 2,10 mm – 4,40 mm (comprimento – largura); clipeo e rostro parcialmente preservados; hemiélitro parcialmente preservado, veia R visível (Figura 27 B); tíbias mediais e posteriores com espinhos robustos (Figura 27 C e D); pernas posteriores longas com 7,31 mm de comprimento; abdômen ovalado com 5,90 mm de comprimento.

**Discussão:** Todas as espécies de Cydnidae descritas para o Cretáceo pertencem a subfamília Amesnatinae, sendo essa caracterizada por serem cydenideos curtos, de cabeça circular ou oval apresentando comissura claval distinta (Yao, Cai & Ren, 2007). LPU 1723 distingue-se de todas as espécies de Amenastinae descritas para o Cretáceo em função de seu tamanho corpóreo

elevado e formato triangular da cabeça. Entretanto, uma classificação taxonômica precisa da amostra não pode ser realizada devido sua preservação parcial.



**Figura 26** – Cydnidae indet. 2 (LPU 1723). Vista ventral. **Fonte:** autor.



**Figura 27** – Cydnidae indet. 2 (LPU 1723). (A) Cabeça triangular; (B) Asa anterior com veia R; (C) Tíbia medial com espinhos (indicado por seta); (D) Tíbia posterior com espinhos (indicado por seta). **Fonte:** autor.

**Tabela 3.** Caracteres morfológicos do MPSC I 5351, LPU 895 e LPU 1723 e das espécies de Cydnidae (Amenastinae) do Cretáceo. **Fonte:** autor.

Fósseis	Localização	Corpo	Cabeça	Antena	Rostro	Pronoto/Proex	Escutelo	Evaporatório	Peritrema ostiolar	Coxas
<b>Cydnidae gen., nov., sp. nov. (MPSC I 5351)</b>	Formação Crato - BR	4,12 mm	Semicircular sem cerdas	Quatro antenomeros	Alcançando as metacoxas	Trapezoidal com inserções de setas	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Com microescultura micóide	Alongado e levemente curvado posteriormente	Meso e Metacoxas próximas
Cydnidae indet. 1 (LPU 895)	Formação Crato - BR	5,20 mm	Semicircular com cerdas	Cinco antenomeros	Parcialmente preservado	Trapezoidal com setas	Não visível	Não preservado	Não preservado	Não preservadas
<b>Cydnidae indet. 2 (LPU 1723)</b>	Formação Crato - BR	12,75 mm	Triangular	Quatro antenomeros	Parcialmente preservado	Não visível	Não visível	Não preservado	Não preservado	Não preservadas
<b><i>Pricecoris beckeræ</i></b>	Formação Codó - BR	8,00 mm	Semicircular sem cerdas	Cinco antenomeros	Não preservado	Subtriangular sem setas	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Não preservado	Não preservado	Não preservado
<b><i>Laticutella santosi</i></b>	Formação Codó - BR	6,00 mm	Semioval sem cerdas	Quatro antenomeros ?	Não preservado	Subretangular sem setas	Subtriangular (mesmo tamanho da margem posterior do pronoto)	Não preservado	Não preservado	Não preservado
<b><i>Cilicydnus robustispinus</i></b>	Formação Yixian - CN	5,90 mm	Semicircular com cerdas longas e densas	Quatro antenomeros	Não alcançando as procoxas	Trapezoidal com setas longas e densas	Transversal (menor que o pronoto na linha média)	Não preservado	Não preservado	Meso e Metacoxas próximas
<b><i>Oriencydnus hongii</i></b>	Formação Yixian - CN	6,15 mm	Semicircular com cerdas longas e densas	Dois antenomeros ?	Não alcançando as procoxas	Trapezoidal com setas longas e densas	Não preservado	Não preservado	Não preservado	Meso e Metacoxas próximas
<b><i>Punctacorona triplosticha</i></b>	Hukawng Valley - MYA	2,28 mm	Semicircular com cerdas em forma de pino	Cinco antenomeros	Alcançando as metacoxas	Trapezoidal com nove setas longas	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Com microescultura micóide	Alongado e curvado póstero-lateralmente	Meso e Metacoxas próximas

<b><i>Acanthamnestus atridorsus</i></b>	Hukawng Valley - MYA	2,93 mm	Semicircular com cerdas em forma de pino e espaças	Cinco antenomos	Não alcançando as metacoxas	Semiretangular com setas longas e densas	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Com microescultura micóide	Alongado e fortemente recurvado	Meso e Metacoxas próximas
<b><i>Acanthamnestus ovoideus</i></b>	Hukawng Valley - MYA	2,53 mm	Semicircular com quatro cerdas em forma de pino	Cinco antenomos	Alcançando as metacoxas	Semiretangular com setas pilosas	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Sem microescultura micóide	Não visível	Meso e Metacoxas próximas
<b><i>Laevigemma lisorum</i></b>	Hukawng Valley - MYA	3,79 mm	Achatada e oval com poucas cerdas pilosas	Cinco antenomos	Alcançando as metacoxas	Semiretangular com quatro setas pilosas espaças	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Não visível	Alongado com ramificação lateral	Coxas igualmente distintas entre si
<b><i>Quinalveus hui</i></b>	Hukawng Valley - MYA	3,30 mm	Achatada oval com quatro cerdas pilosas	Quatro antenomos	Alcançando as metacoxas	Semitrapezoidal com setas pilosas espaças	Triangular (menor que a margem posterior do pronoto)	Não visível	Não visível	Meso e Metacoxas próximas

### 5.1.5 Saldidae

#### **Sistemática paleontológica**

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
Subordem Heteroptera Latreille, 1810  
Infraordem Leptopodomorpha Popov, 1971  
Família Saldidae Amyot e Serville, 1843  
Subfamília Chiloxanthinae Cobben, 1959  
Gênero *Olindasalda* Moura-Júnior *et al.*, 2021a

**Diagnose:** Como para a espécie-tipo por monotipia (Moura-Júnior *et al.*, 2021a)

**Espécie-tipo:** *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior *et al.*, 2021a

Espécie *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior *et al.*, 2021a

Figuras 28 – 29

**Espécime:** MPSC I 477

**Diagnose:** Um pequeno Chiloxanthinae com corpo oval-alongado; macróptero, cório da asa anterior sem manchas, R longo, primeira célula da membrana muito reduzida (Moura-Júnior *et al.*, 2021a).

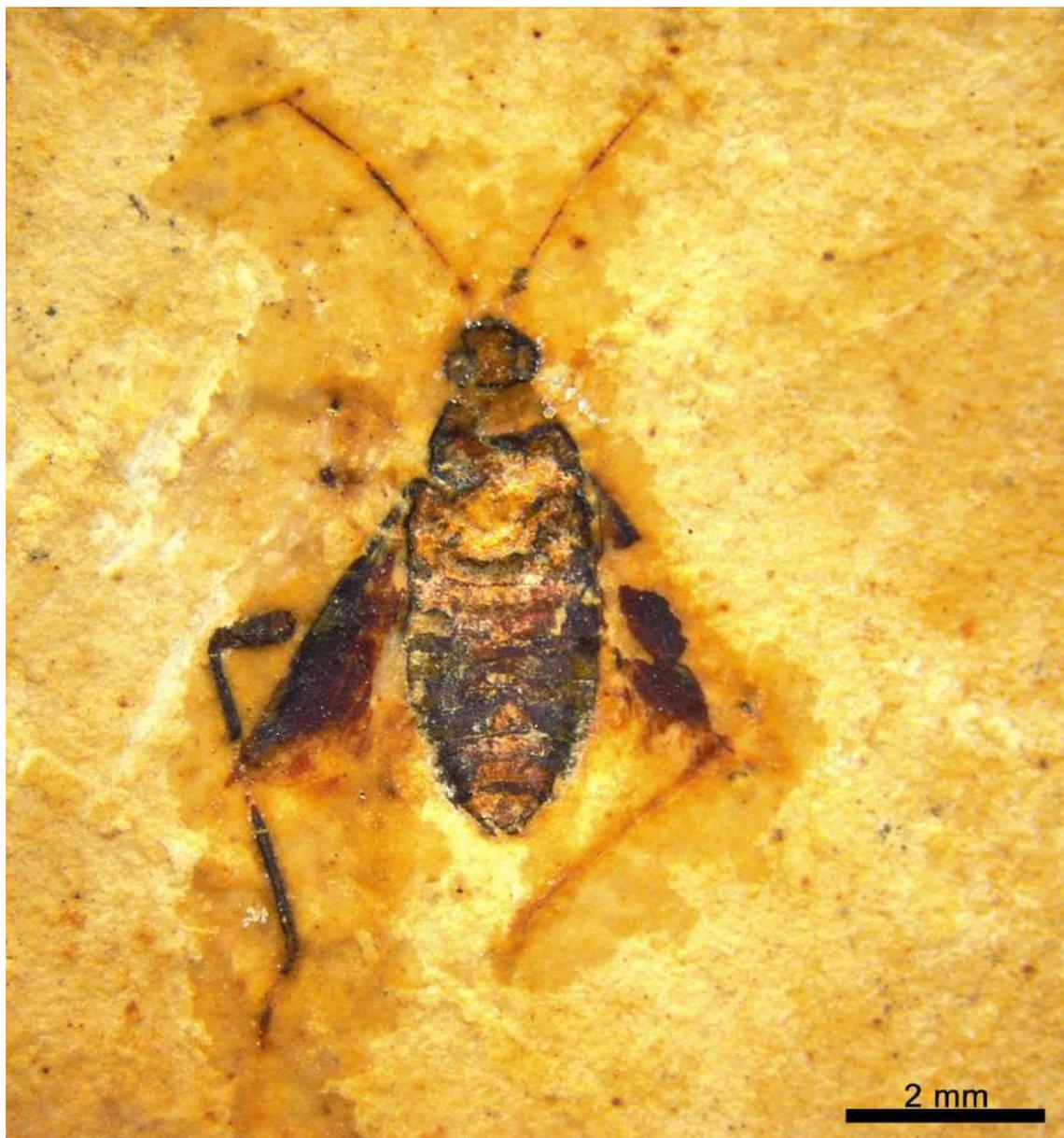
**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

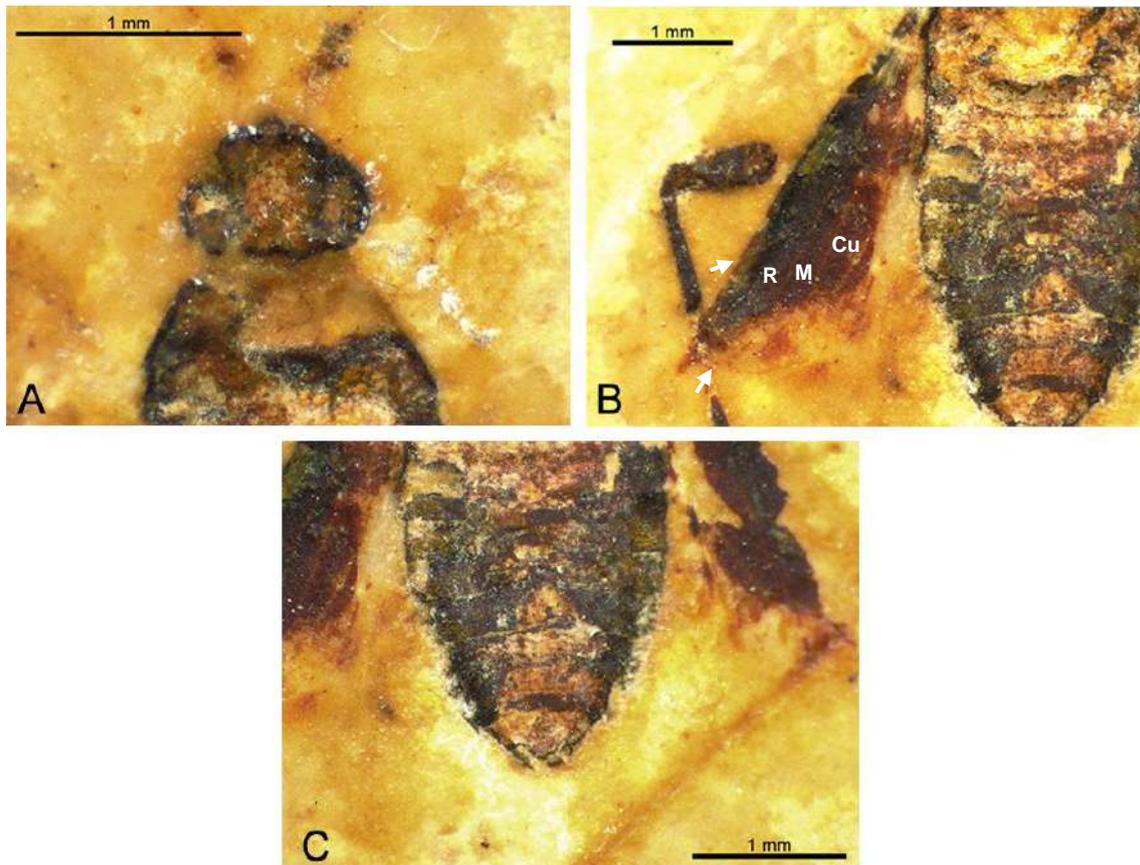
**Descrição:** Adulto, preservado dorsalmente (Figura 28); corpo oval – alongado com 5,90 mm de comprimento; cabeça circular (Figura 29 A), levemente achatada, mais larga do que longa, de proporções 0,68 mm – 0,82 mm (comprimento – largura); Clípeo proeminente se originando no ápice da cabeça; Olhos compostos globulares com 0,30 mm de comprimento; distância interocular de 0,22 mm, ocelos não preservados; antenas filiformes alongadas, com quatro

antênômeros (I – 0,45 mm; II – 1,18 mm; III – 0,70 mm; IV – 0,55 mm); I curto e robusto em comparação com II, II quase três vezes mais longo que I, III de aspecto reduzido e fino em comparação com II, IV pouco mais reduzido que III; Pronoto subtrapezoidal (Figura 29 A), mais largo que longo, de proporções 0,85 mm – 1,30 mm (comprimento – largura), margem anterior mais estreita que a cabeça, margens posteriores de aspecto concavo; escutelo, pernas anteriores e mediais não preservadas; perna posteriores alongadas, fêmur delgado, mais largo que a tíbia; tíbia com 3,15 mm de comprimento, três vezes mais comprida que larga; tarso parcialmente preservado com 0,70 mm de comprimento, 2,45 vezes mais curto que a tíbia; hemielitro longo com 3,30 mm de comprimento; Cório sem manchas, nervuras R, M e Cu distintas, R alongado, fratura cuneal distinta (Figura 29 B); Membrana impressa, parcialmente preservada, primeira célula reduzida (Figura 29 B); abdome mais longo que largo, de proporções 2,30 mm – 1,95 mm (comprimento – largura), com sete a oito tergitos distintos (Figura 29 C).

**Discussão:** O espécime foi atribuído a subfamília Chiloxanthinae pela presença uma fratura cuneal distinta, sendo um representante da espécie *Olindasalda gondwanica* (Moura-Júnior *et al.*, 2021a) por apresentar R alongado e primeira célula da membrana reduzida. Entretanto, apresenta um pronoto subtrapezoidal, distinto do holótipo (oval alongado) (Tabela 4).



**Figura 28** – *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior et al., 2021a. MPSC I 477. Vista dorsal.  
**Fonte:** autor.



**Figura 29** – *Olindasalda gondwanica* Moura-Júnior *et al.*, 2021a. MPSC I 477. (A) Cabeça circular e pronoto subtrapezoidal; (B) Hemielitro com nervuras R, M, Cu distintas juntamente com fratura cuneal (indicado por seta); primeira célula da membrana reduzida (indicado por seta); (C) Tergitos abdominais. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
 Subordem Heteroptera Latreille, 1810  
 Infraordem Leptopodomorpha Popov, 1971  
 Família Saldidae Amyot e Serville, 1843  
 Subfamília Chiloxanthinae Cobben, 1959  
 Gênero -  
 Espécie -  
 Figuras 30 – 33

**Espécime:** MPSC I 407

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

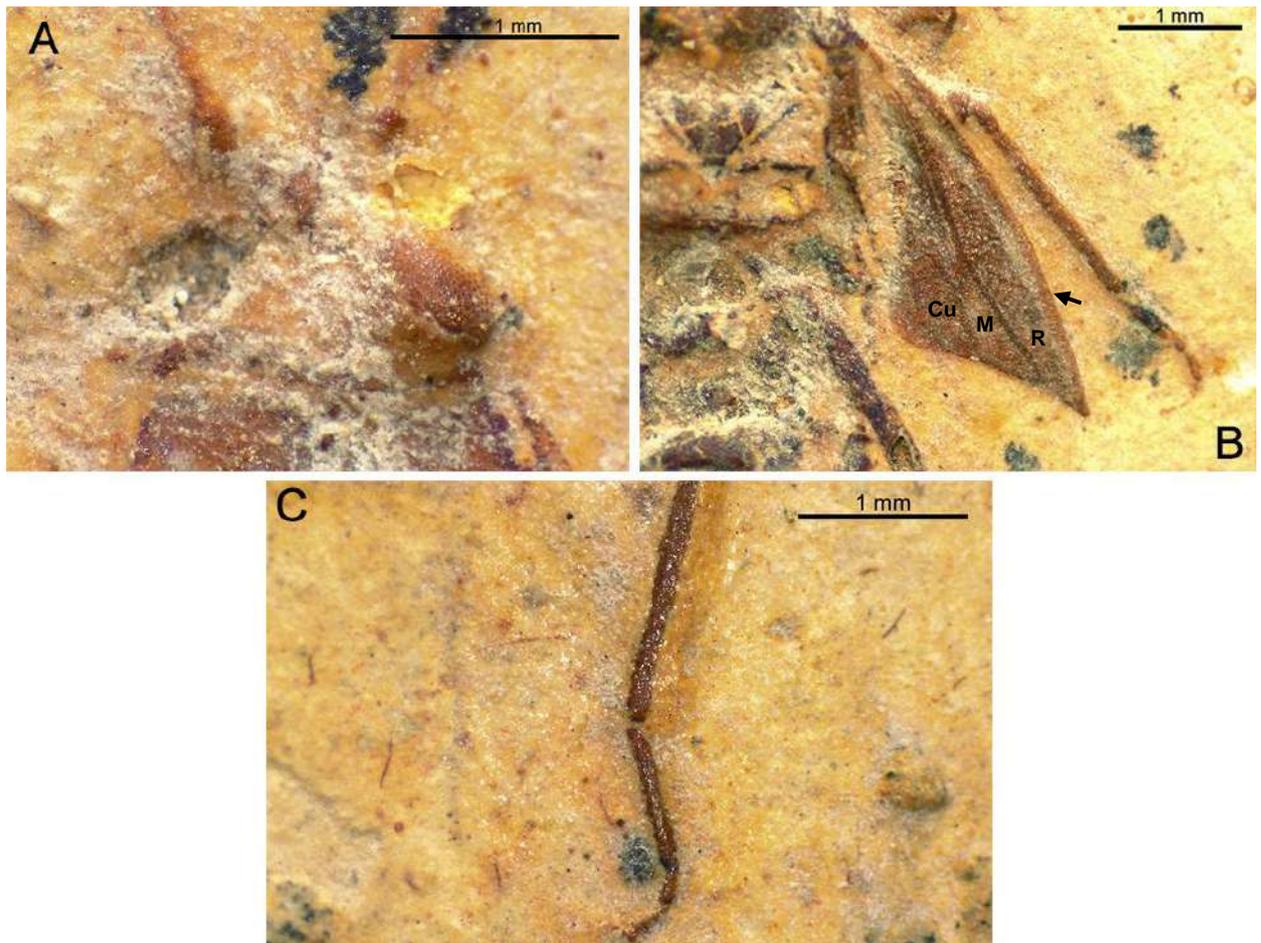
**Descrição:** Adulto, preservado dorsalmente (Figura 30); corpo oval – alongado com 8,25 mm de comprimento; cabeça semicircular (Figura 31 A), mais larga do que longa de proporções 1,10 – 1,48 mm (comprimento – largura); clipeo proeminente se originado no ápice da cabeça, rostro alcançando as procoxas (Figura 33 A e B); olhos compostos globulares com 0,30 mm de comprimento (Figuras 31 A e 33 A e B), distancia interocular subigual ao comprimento dos olhos, ocelos não preservados; antenas filiformes alongadas, parcialmente preservadas, com quatro antenômeros (I – 0,25 mm; II – 1,33 mm; III – 1,10 mm ?; IV – 0,48 mm ?); I curto e robusto em comparação com II, II 1,08 vezes mais longo que I, III pouco mais reduzido em comparação com II, IV mais reduzido que III e mais fino que o II; pronoto subtrapezoidal alongado (Figuras 30 e 33 A), mais largo que longo, de proporções 2,35 mm – 0,98 mm (comprimento – largura), margem anterior mais estreita que a cabeça, margem posterior de aspecto planar; escutelo triangular (Figuras 30 e 33 A), mais longo que largo, de proporções 1,00 mm – 0,60 mm (comprimento – largura); pernas anteriores parcialmente preservadas, fêmur anterior robusto, mais espessos que a tíbia; tíbia com 2,01 mm de comprimento, mais comprida que larga, 1,30 vezes mais longa que o tarso; tarso com 0,52 mm de comprimento; fêmur medial de largura subigual a tíbia; tíbia medial com 2,28 mm de comprimento; tarso medial trisegmentado, I tarsômero alongado com 0,60 mm de comprimento, II mais curto que o I com 0,20 mm, III subigual ao segundo com 0,25 mm, pré-tarso não visível; pernas posteriores longas, quase atingindo o comprimento do corpo (7,80 mm de comprimento); fêmur posterior pouco mais largo que a tíbia de proporções 2,40 mm – 0,23 mm (comprimento – largura); tíbia posterior com 3,85 mm de comprimento, 1.55 vezes mais longa que o tarso; tarso trisegmentado (Figura 31 C), primeiro tarsômero longo com 1,03 mm, II mais curto que o I com 0,22 mm, III subigual ao segundo com 0,30 mm de comprimento; hemiélitro longo, parcialmente preservado, com 4,65 mm de comprimento; clavo parcialmente preservado, cório com pequenas pontuações, sem manchas (Figura 32), nervuras R, M e Cu distintas, R alongado, fratura cuneal distinta (Figuras 31 B e 32); Membrana não preservada; abdômen pouco mais longo que largo, de

proporções 3,22 mm – 3,12 mm (comprimento – largura), com seis a sete tergitos distintos, base do ovipositor exposta (Figuras 30 e 33 A).

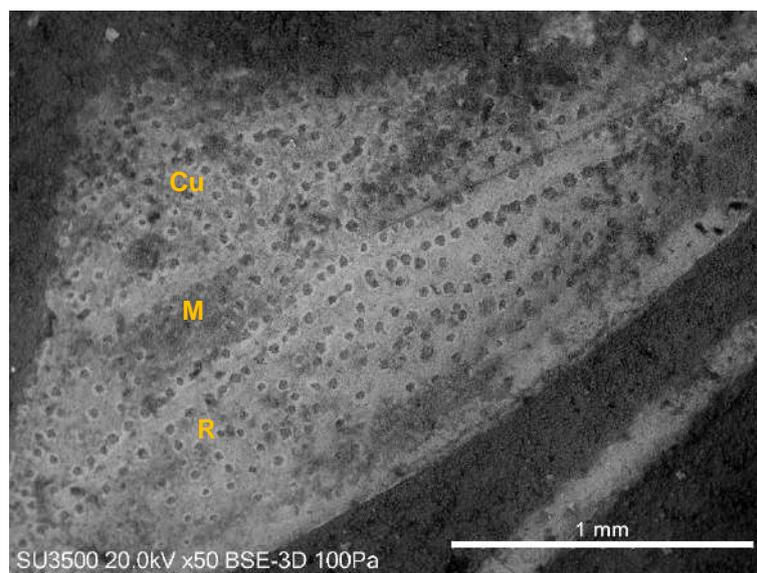
**Discussão:** O espécime provavelmente pertence à subfamília Chiloxanthinae pela presença uma fratura cuneal distinta, diferenciando-se da espécie descrita para o Cretáceo do Gondwana *Olindsalda gondwanica* (Moura-Júnior *et al.*, 2021a) em razão ao corpo de grande proporção, pronoto subtrapezoidal alongado e tarsos trisegmentados (Tab.4). MPSC I 407 apresenta similaridade com as espécies descritas para o Cretáceo da Laurásia (*Brevrimatus pulchalifer* Zhang, Yao, Ren, 2011; *Venustsalda locella* Zhang, Song, Yao & Ren, 2012 e *Luculentsalda maculosa* Zhang, Yao & Ren, 2013) em razão ao pronoto subtrapezoidal e tarso trisegmentado (caracteres presentes em todas as espécies). Entretanto, é facilmente distinguido pelo rostro não ultrapassando as procoxas (alcançando as metacoxas em todas as espécies), cório sem manchas e R alongado (manchado em todas as espécies) (Tabela 4). Uma classificação taxonômica precisa da amostra não pode ser realizada devido à ausência da membrana alar.



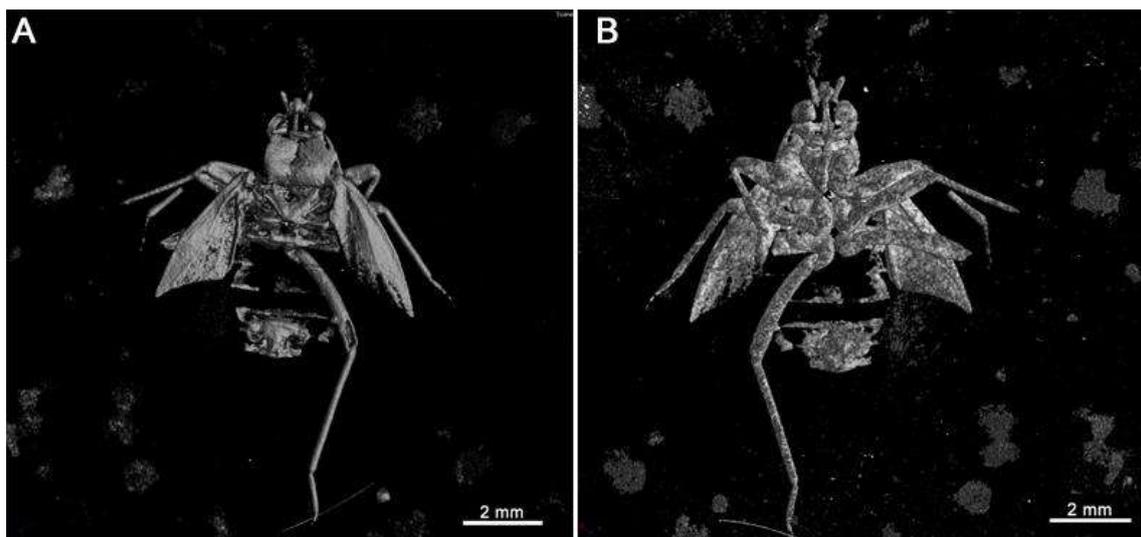
**Figura 30** – MPSC I 407. Vista dorsal. **Fonte:** autor.



**Figura 31** – MPSC I 407. (A) Cabeça semicircular; (B) Cório com nervuras R, M, Cu distintas juntamente com a fratura cuneal (indicado por seta); (C) Tarso tri-segmentado. **Fonte:** autor.



**Figura 32** – MPSC I 407. Imagem MEV. Cório com pequenas pontuações; nervuras R, M, Cu distintas. **Fonte:** autor.



**Figura 33** – MPSC I 407. Imagens de Micro – CT. (A) Vista dorsal; (B) Vista ventral. **Fonte:** autor.

**Tabela 4.** Caracteres morfológicos de MPSC I 407, MPSC I 477 e das espécies de Saldidae (Chiloxanthinae) do Cretáceo. **Fonte:** autor.

Fósseis	Localização	Corpo	Cabeça	Rostro	Pronoto	Cório	Membrana	Tarso
<b>MPSC I 407</b>	Formação Crato - BR	Grande (8,25 mm)	Semicircular	Alcançando as procoxas	Subtrapezoidal alongado	Sem manchas (R longo)	Não preservada	Trisegmentado
<b>MPSC I 477</b>	Formação Crato - BR	Pequeno (5,90 mm)	Circular	Não visível	Subtrapezoidal	Sem manchas (R longo)	Primeira célula reduzida	Preservação parcial
<b><i>Olindasalda gondwanica</i></b>	Formação Crato - BR	Pequeno (4,49 mm)	Vértice circular	Não visível	Oval alongado	Sem manchas (R longo)	Primeira célula reduzida	Bisegmentado
<b><i>Luculentsalda maculosa</i></b>	Formação Yixian - CN	Grande (8,40 mm)	Subtriangular	Alcançando as metacoxas	Subtrapezoidal	Manchas pálidas	Primeira célula longa	Trisegmentado
<b><i>Venustsalda locella</i></b>	Formação Yixian - CN	Pequeno (4,81 mm)	Subtriangular larga	Alcançando as metacoxas	Subtrapezoidal	Manchas na borda	Primeira célula se dividindo em duas	Trisegmentado
<b><i>Brevrimatus pulchalifer</i></b>	Formação Yixian - CN	Grande (8,00 mm)	Semicircular	Alcançando as metacoxas	Subtrapezoidal transversal	Manchas pálidas	Primeira célula reduzida	Trisegmentado

## 5.2 Fósseis de Auchenorrhyncha

### 5.2.1 Tettigarctidae

#### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946

Superfamília Cicadoidea Latreille, 1802

Família Tettigarctidae Distant, 1905

Gênero -

Espécie -

Figuras 34 - 35

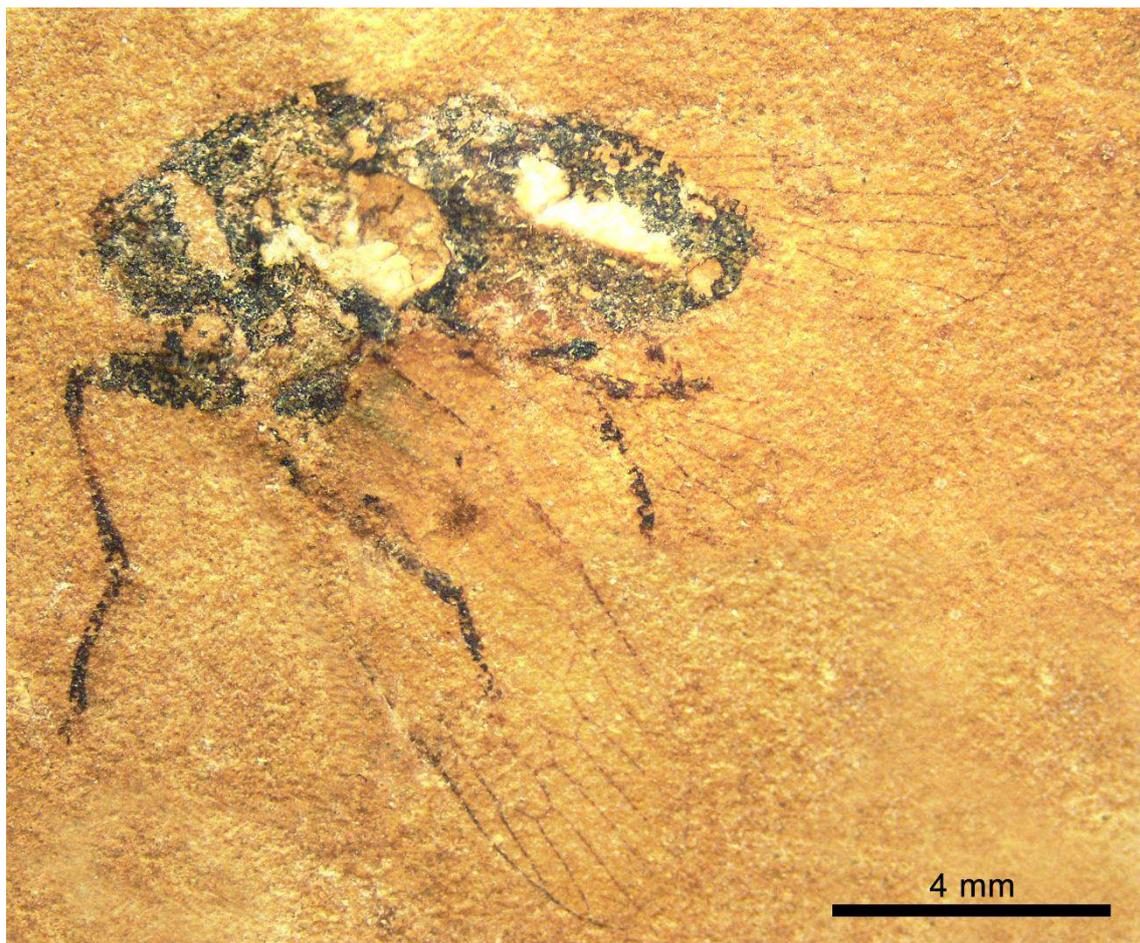
**Espécime:** Tettigarctidae indet. (MPSC I 2354)

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

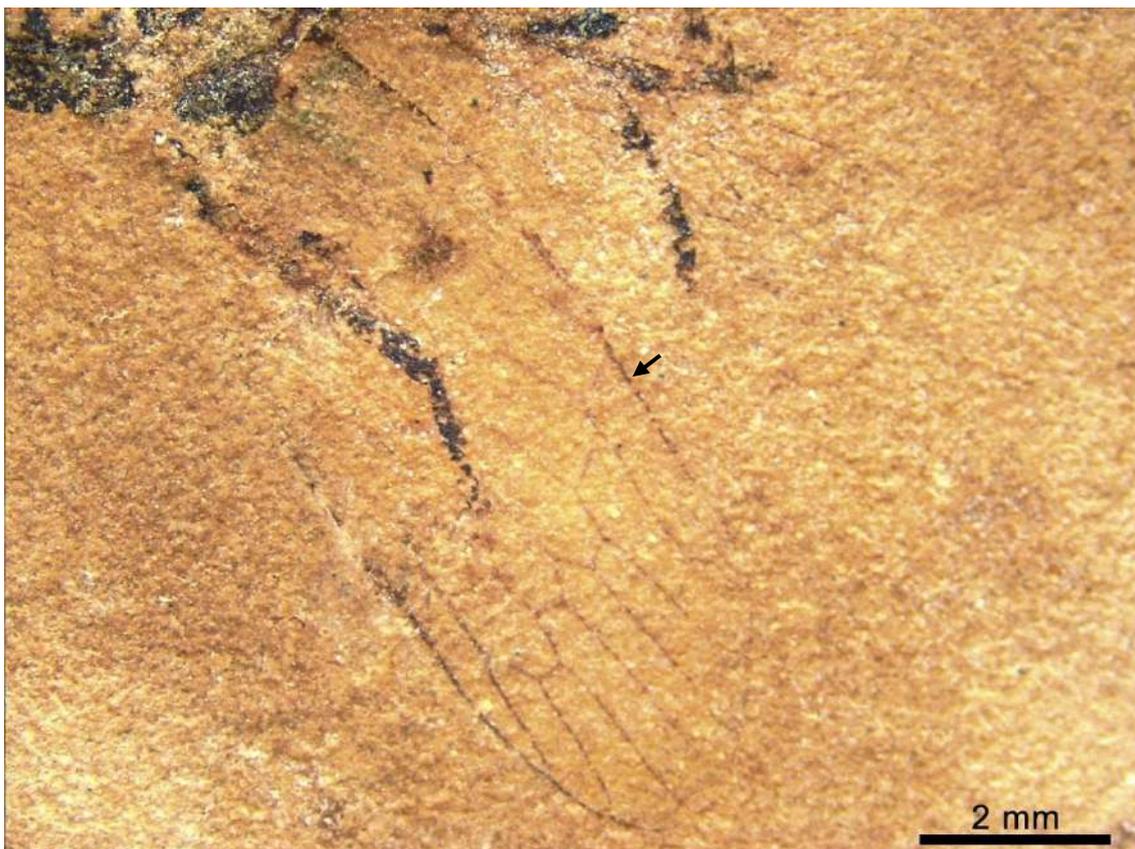
**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra de tamanho médio, parcialmente preservada (Figura 34), 11,50 mm ? de comprimento; cabeça mais longa do que larga com 2,05 mm ? de comprimento; tórax duas vezes mais curto que o abdômen com 2,70 mm de comprimento; abdomen alongado com 4,70 mm de comprimento; fêmur anterior robusto, 0,82 vezes mais largo que a tíbia; tíbia esguia com 2,52 mm de comprimento; tarso alongado com 1,65 mm de comprimento, divisões entre os tarsômeros não aparentes, pretarso possivelmente dímero; asas anteriores parcialmente preservadas com 9,50 mm ? de comprimento, terminações das veias R e M visíveis, linha nodal impressa (Figura 35).

**Discussão:** Um único espécime foi atribuído a Tettigarctidae (MPSC I 2354). O espécime assemelha-se a *Architettix compacta* Hamilton, 1990 em relação a linha nodal disposta apicalmente. Entretanto, não pode ser associado com exatidão ao gênero *Architettix* Hamilton, 1990 devido a preservação parcial do corpo e base das asas.



**Figura 34** – Tettigarctidae indet. (MPSC I 2354). Vista lateral. **Fonte:** autor.



**Figura 35** - Tettigarctidae indet. (MPSC I 2354). Linha nodal atravessando a asa anterior (indicado por seta). **Fonte:** autor.

### 5.2.2 Cicadellidae

#### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946

Superfamília Membracoidea Rafinesque, 1815

Família Cicadellidae Latreille, 1825

Subfamília Myerslopiinae Evans, 1957

Tribo Ovojassini Hamilton, 1990

Gênero *Ovojassus* Hamilton, 1990

**Diagnose:** Combinação de formato ovoide e fronte fortemente inflada (Hamilton, 1990).

**Espécie-tipo:** *Ovojassus concavifer* Hamilton, 1990

Espécie *Ovojassus concavifer* Hamilton, 1990

Figura 36

Espécime: LPU 1948

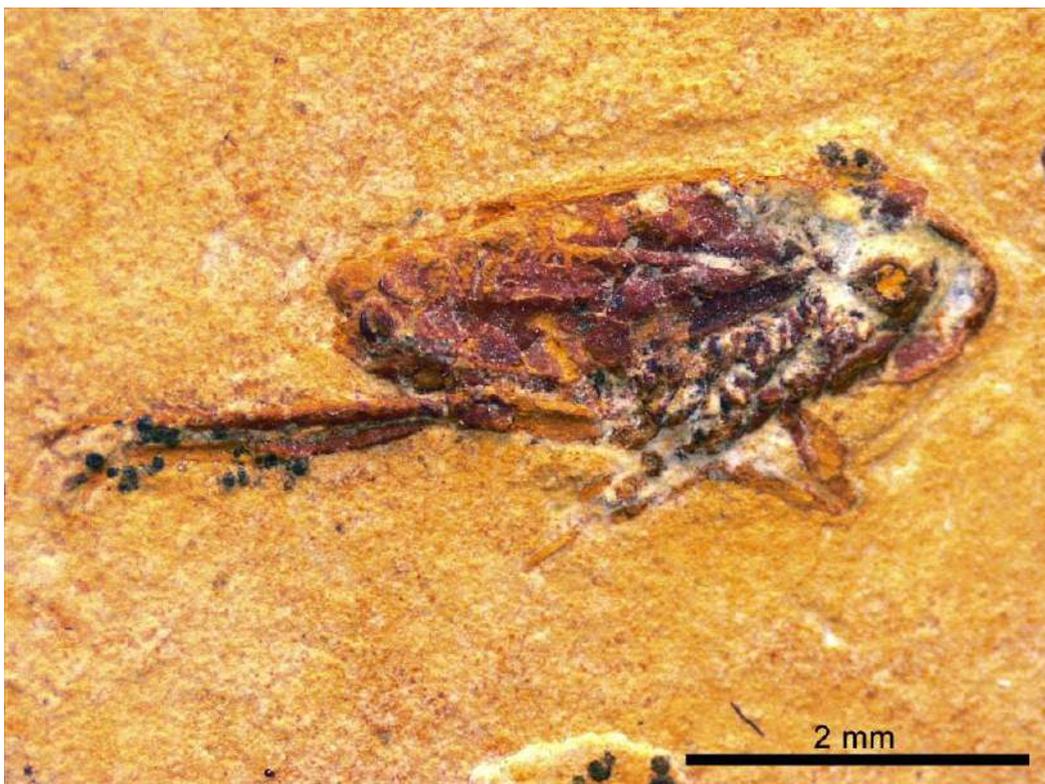
**Diagnose:** Corpo maior que 4,0 mm; esterno pré-genital feminino profundamente incisado (Hamilton, 1990).

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra de pequeno porte (4,25 mm), preservada lateralmente, corpo oval – alongado (Figura 36); cabeça mais longa do que larga com 1,15 mm, fronte inflada - alongada; olho composto globoso; asa mais longa que larga, recobrando parcialmente o abdômen, nervuras não aparentes; abdômen com aproximadamente 1,55 mm de comprimento; pernas anteriores longas (1,36 mm); fêmur mais largo que a tíbia, de proporções 0,36 mm – 0,22 mm (comprimento – largura); tíbia 0,40 vezes mais longa que o tarso; tarso esguio e reduzido (30 mm), divisões entre os tarsômeros não aparentes; pernas posteriores parcialmente preservadas; fêmur posterior 0,55 vezes mais comprido que largo (0,80 mm – 0,25 mm); tíbias longas (1,85 mm) com uma fileira de cerdas.

**Discussão:** O espécime foi atribuído ao gênero *Ovojassus* Hamilton, 1990 pela presença um corpo ovoide e fronte fortemente inflada. Sendo um representante de *Ovojassus concavifer* Hamilton, 1990 (Hamilton, 1990), pelo seu comprimento maior que 4,0 mm.



**Figura 36** - *Ovojassus concavifer* Hamilton, 1990. LPU 1948; vista lateral. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
 Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806  
 Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946  
 Superfamília Membracoidea Rafinesque, 1815  
 Família Cicadellidae Latreille, 1825  
 Tribo Hallicini Hamilton, 1990  
 Gênero *Hallex* Hamilton, 1990

**Diagnose:** Garras tarsais com metade do comprimento do basitarsômero posterior; tíbia posterior achatada (Hamilton, 1990).

**Espécie-tipo:** *Hallex xestocephalus* Hamilton, 1990.

Espécie *Hallex brevipes* Hamilton, 1990

Figura 37

**Espécime:** MPSC I 473

**Diagnose:** Corpo menor que em *H. xestocephalus*, comprimento da fêmea menor que 5,0 mm; com asas 2,5 vezes mais longas que largas e distitarso posterior menor que 0,4 mm (Hamilton, 1990).

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra de pequeno porte (4,64 mm), preservada lateralmente, corpo alongado (Figura 37); cabeça ligeiramente alongada com 1,29 mm de comprimento, fronte inflada ligeiramente convexa; olhos compostos arredondados com 0,60 mm de comprimento; asa mais longa que larga (3,55 mm – 1,00 mm), recobrimdo parcialmente o abdômen, nervuras não aparentes; abdômen com aproximadamente 1,33 mm de comprimento; pernas anteriores longas (1,79 mm); fêmur anterior robusto, mais largo que a tíbia; tíbia esguia, 0,22 vezes mais longa que o tarso; tarso trisegmentado, pouca variação de comprimento entre os tarsômeros (I – 0,22 mm, II – 0,17 mm e III – 0,12 mm); fêmur medial de comprimento subigual a tíbia; tíbia medial quase duas vezes mais longa que o tarso; tarso trisegmentado; pretarso dímero com metade do comprimento do basitarsômero posterior (0,11 mm); fêmur posterior 0,28 vezes mais comprido que o medial; tíbia posterior quase três vezes mais longa que o tarso, achatada, apresentando duas fileiras de cerdas; tarso trisegmentado com pouca variação de comprimento entre os tarsômeros (I – 0,24 mm, II – 0,18 mm e III – 0,14 mm).

**Discussão:** O espécime pertence a *Hallex* pela presença de garras tarsais com metade do comprimento do basitarsômero posterior e tíbia posterior achatada. Sendo um representante de *Hallex brevipes* Hamilton, 1990 (Hamilton, 1990), por apresentar comprimento reduzido (menor que 5,0 mm) e asa 2,5 vezes mais longa do que larga.



**Figura 37** – *Hallex brevipes* Hamilton, 1990. MPSC I 473; vista lateral. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946

Superfamília Membracoidea Rafinesque, 1815

Família Cicadellidae Latreille, 1825

Tribo Hallicini Hamilton, 1990

Gênero -

Espécie -

Figura 38

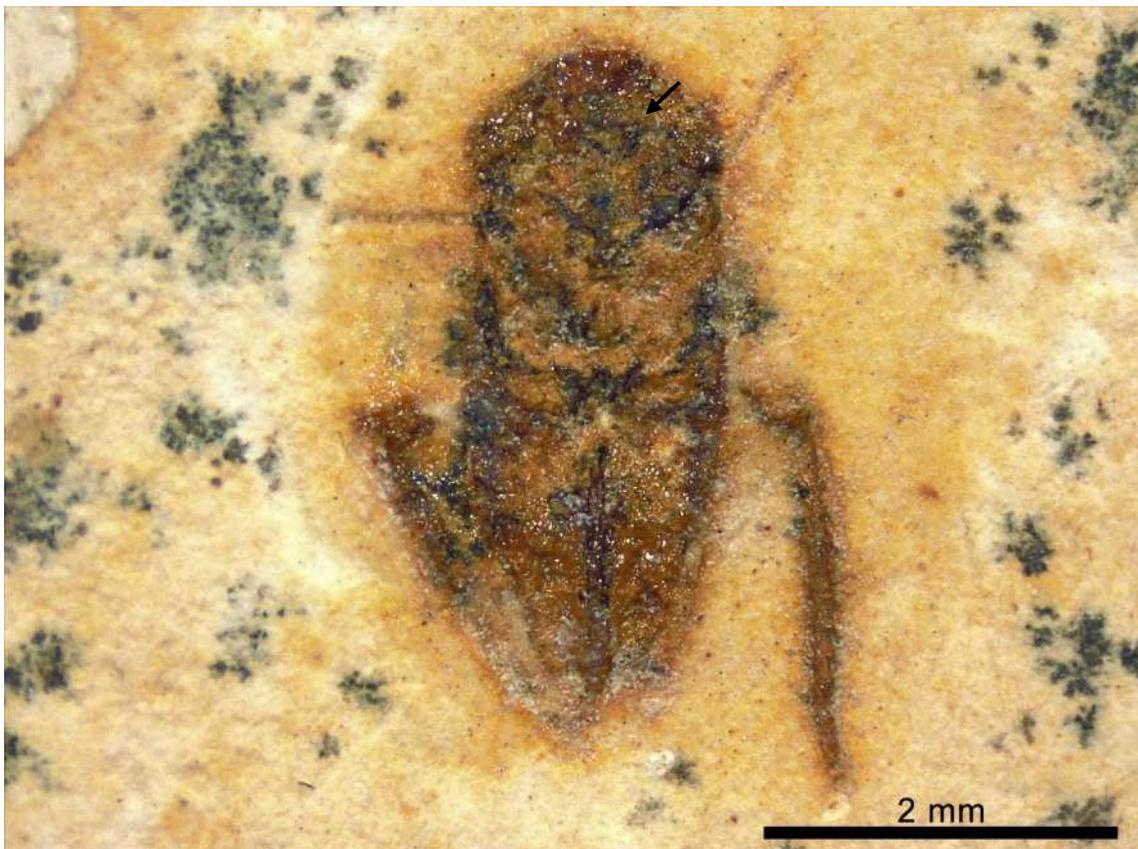
**Espécime:** MPSC I 380

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra de pequeno porte (4,50 mm), preservada ventralmente (Figura 38), corpo oval - alongado; cabeça triangular com 0,60 mm de comprimento, frontoclípeo plano ou ligeiramente convexo.; olhos compostos com 30 mm de comprimento; abdômen mais longo do que largo (2,01 mm – 1,60 mm), gonapófise alongada e visível; perna posterior longa com 2,52 mm de comprimento; fêmur com largura subigual a tibia, de proporções 0,45 mm – 0,30 mm (comprimento – largura); tibia 1,53 vezes mais longa que o tarso com duas fileiras de cerdas; tarso esguio e reduzido (0,27 mm), divisões entre os tarsômeros não aparentes.

**Discussão:** O espécime assemelha-se a *Hallex cf. martinsnetoi* (Monferran *et al.*, 2021) em relação ao frontoclípeo plano ou ligeiramente convexo. Entretanto, não pode ser associado com exatidão ao gênero *Hallex* (Hamilton, 1990) devido à ausência de tarsos e comprometimento da amostra por resina paralóide.



**Figura 38** - *Hallex cf. martinsnetoi* MPSC I 380. Vista ventral; frontoclípeo plano ou ligeiramente convexo (indicado por seta). **Fonte:** autor.

## 5.2.3 Palaeontinidae

**Sistemática paleontológica**

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946

Família Palaeontinidae Handlirsch, 1906

Gênero *Baeocossus* Menon, Heads & Martill, 2005

**Diagnose:** Paleontinídeo relativamente pequeno (asas anteriores com 31 mm de comprimento) com M3+4 bifurcando-se exatamente no meio da asa; célula discal grande, mais de um terço do comprimento total da asa; região discal antenodal triangular, não atingindo a base da asa; região discal pós-nodal grande (4 mm de comprimento) e romboide (Menon, Heads & Martill, 2005).

**Espécie-tipo:** *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005

Espécie *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005

Figuras 39 – 40

**Espécime:** MPSC I 149

**Diagnose:** Mesma do gênero.

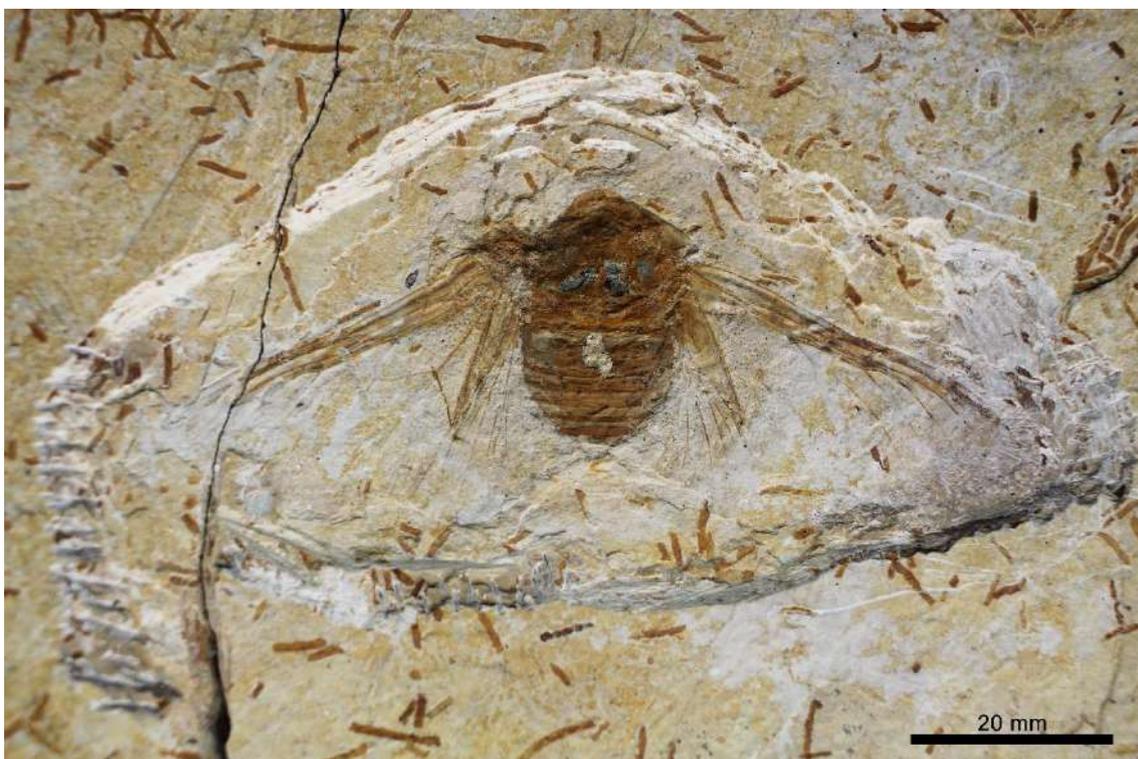
**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

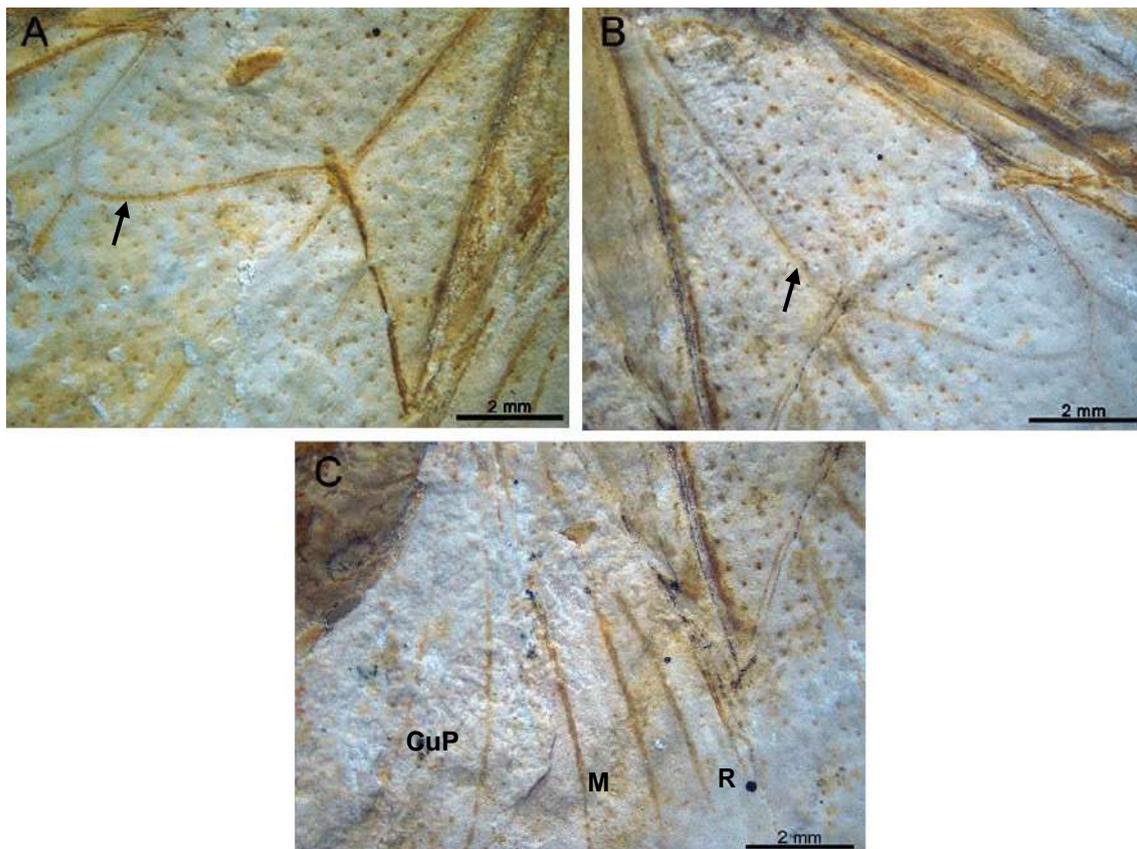
**Descrição:** Palaeontinidae relativamente pequeno (26,41 mm); preservada dorsalmente (Figura 39); cabeça parcialmente preservada, mais larga do que longa de proporções 2,30 mm ? – 6,28 mm (comprimento – largura); olhos, antenas e peças bucais ausentes; pronoto robusto com 14,75 mm de largura; abdômen pouco mais largo do que longo com oito tergitos, tergitos 1 e 7 de tamanho subigual, segmento terminal reduzido com 0,65 mm de comprimento;

asa anterior triangular, parcialmente preservada, com 40 mm de comprimento, textura fina, superfície com pontuações; célula discal grande; região discal antenodal triangular, não atingindo a base da asa (Figura 40 B); região discal pós-nodal grande (4,25 mm de comprimento) e romboide (Figura 40 A); asa posterior parcialmente preservada com R, M e CuP visíveis (Figura 40 C).

**Discussão:** Dos fósseis analisados, MPSC I 149 é o único representante de *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005, pela presença dos seguintes caracteres: célula discal de grandes proporções, região discal antenodal triangular, não atingindo a base da asa, e região discal pós-nodal grande e romboide.



**Figura 39** - *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005. MPSC I 149; vista dorsal. **Fonte:** autor.



**Figura 40** - *Baeocossus finchae* Menon, Heads & Martill, 2005. MPSC I 149; (A) região discal pós-nodal grande (indicado por seta); (B) região discal antenodal triangular (indicado por seta); (C) asa posterior com R, M e CuP visíveis. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946

Família Palaeontinidae Handlirsch, 1906

Gênero *Parawonnacottella* Ueda, 1997

Diagnose: Palaeontínídeo semelhante a *Wonnacottella* Whalley & Jarzembowski, 1985 na aparência geral, mas diferindo deste último por ter a célula abaixo de Rs+M1, que é quase igualmente dividida pela linha nodal, CuA1 alinhado com o caule de CuA, CuA2 fortemente curvado em direção a CuP logo após o ramo com CuA1, e margem anterior não tão recortada onde a linha nodal atinge a margem (Ueda, 1997).

**Espécie-tipo:** *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997

Espécie *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997

Figuras 41 – 43

**Espécimes:** MPSC I 3908 e MPSC I 3909

**Diagnose:** Mesma do gênero.

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

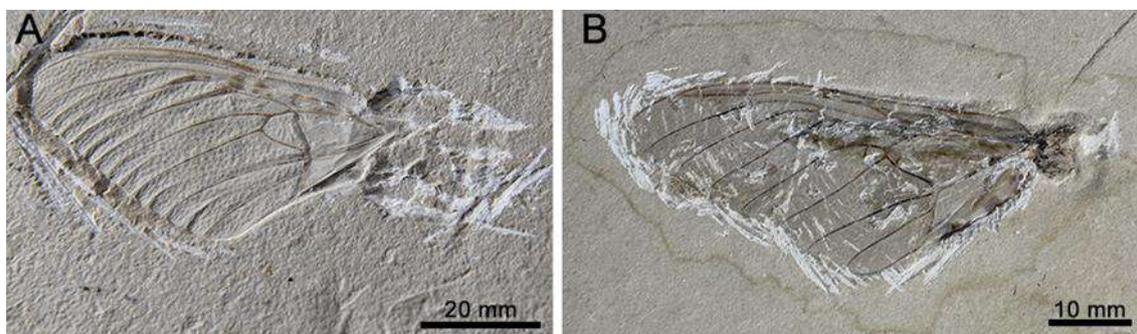
**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

Descrição: MPSC I 3908: asa anterior alongada, triangular, de proporções 46,30 – 24,80 mm (comprimento – largura) (Figura 41 A); R+Rs ramifica próximo a linha nodal, R curvado e levemente recuado; célula abaixo da Rs + M1 (Figura 42 A); M ramificado dicotomicamente; região discal antenodal possui formato triangular, já a pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados (Figura 42 B); CuA com duas ramificações, CuA1 alinhada com o caule de CuA (Figura 42 C), CuA2 fortemente curvada em direção a CuP no ponto de ramificação com a CuA1; base da asa parcialmente preservada, danificada, desde a região subcostal, origem das nervuras, célula menor anterior a célula medial e uma parte do clavo.

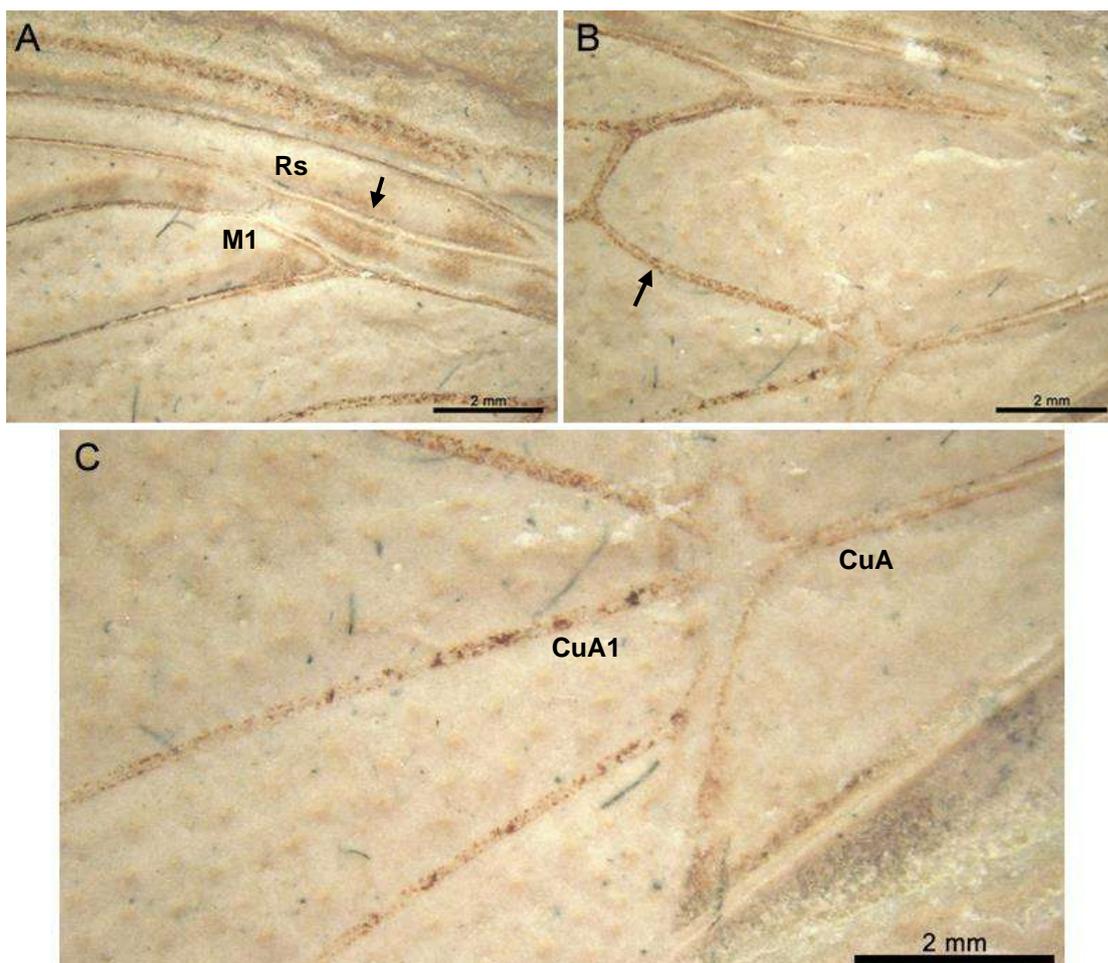
MPSC I 3909: asa anterior alongada, triangular, de proporções 47,90 mm – 26,10 mm (comprimento – largura) (Figura 41 B); R+Rs ramifica próximo a linha nodal, R curvado e levemente recuado; célula estreita abaixo da Rs + M1 (Figura 43 A); M ramificado dicotomicamente; região discal antenodal possui formato triangular, com 9,06 mm de comprimento; pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados com 4,04 mm de comprimento (Figura 43 B); CuA com duas ramificações, CuA1 alinhada com o caule de CuA (Figura 43 B), CuA2 curvada em direção a CuP no ponto de ramificação com a CuA1, CuP simples, próximo à dobra claval; clavo com duas veias anais não ramificadas.

**Discussão:** Ambos os exemplares MPSC I 3908 e MPSC I 3909 foram identificados como *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997, por apresentarem

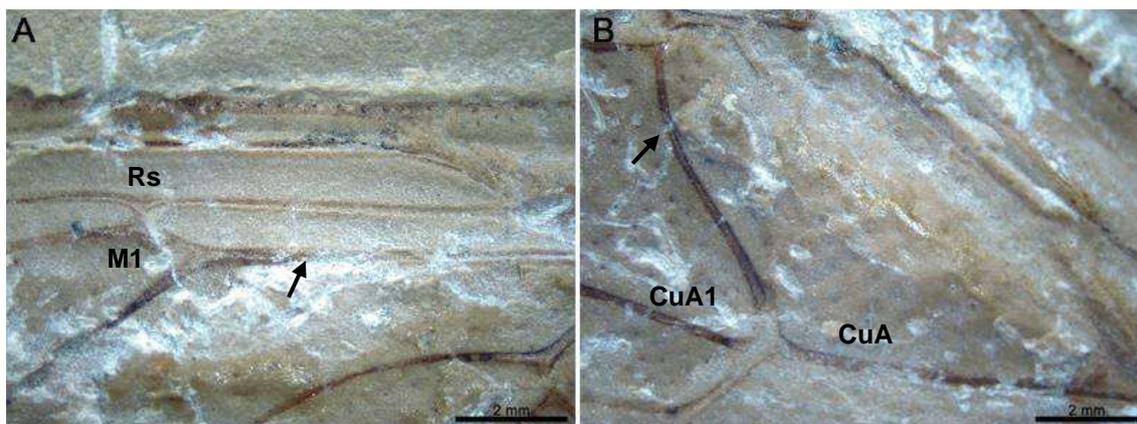
os seguintes caracteres: célula abaixo da Rs + M1; M ramificado dicotomicamente; região discal antenodal possui formato triangular, já a pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados; CuA com duas ramificações, CuA1 alinhada com o caule de CuA, CuA2 curvada em direção a CuP no ponto de ramificação com a CuA1.



**Figura 41** - *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. (A) MPSC I 3908; (B) MPSC I 3909. **Fonte:** autor.



**Figura 42** - *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. MPSC I 3908. (A) célula abaixo da Rs + M1 (indicado por seta); (B) região discal pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados (indicado por seta); (C) CuA1 alinhada com o caule de CuA. **Fonte:** autor.



**Figura 43** - *Parawonnacottella araripensis* Ueda, 1997. MPSC I 3909. (A) célula abaixo da Rs + M1 (indicado por seta); (B) região discal pós-nodal tem forma romboide com ângulos arredondados (indicado por seta); CuA1 alinhada com o caule de CuA. **Fonte:** autor.

### **Sistemática paleontológica**

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Cicadomorpha Evans, 1946

Família Palaeontinidae Handlirsch, 1906

Gênero *Colossocossus* Menon, Heads & Martill, 2005

**Diagnose:** Paleontinídeo grande (asas anteriores com 57-71 mm de comprimento); asas anteriores com ápice pontiagudo e nódulo fortemente recortado; região discal antenodal grande e triangular atingindo a base da asa; região discal pós-nodal reduzida em forma de losango; M1+2 bifurcando-se logo proximalmente à linha nodal; M1 e M2 paralelos; M3+4 muito curto, bifurcando-se na linha nodal; M4 reto; CuA2 sinuoso e curvado posteriormente (Menon, Heads & Martill, 2005).

**Espécie-tipo:** *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005.

**Espécimes incluídos:** *Colossocossus loveridgei* (MPSC I 1589 P/CP) e *Colossocossus* n. sp. (LPU 176 P/CP).

**Discussão:** Os espécimes (MPSC I 1589 P/CP e LPU 176 P/CP) pertencem a *Colossocossus* Menon, Heads & Martill, 2005 pela presença de uma região

discal antenodal grande e triangular alcançando a base da asa e uma região discal pós-nodal reduzida. Entretanto, a região discal antenodal dos espécimes apresenta uma célula dividida que não consta na descrição do gênero (provavelmente devido a preservação parcial do holótipo).

Espécie *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005

Figuras 44 – 45

**Espécime:** MPSC I 1589 P/CP

**Diagnose:** Grande (asas anteriores com 71 mm de comprimento); asas anteriores com textura pontuada e coloração em faixas; veias de espessura uniforme; M1+2 bifurcando bem antes de rs-m1; região discal pós-nodal muito reduzida; veia cruzada m-cua originada de M3+4; CuA2 fortemente sinuosa (Menon, Heads & Martill, 2005).

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Corpo parcialmente preservado, de proporções médias (35,60 mm – 19,82 mm) (Figura 44 A e B); tórax parcialmente preservado com 13,09 mm ? de comprimento, largura subigual ao abdômen; abdômen mais longo que largo (22,98 mm–19,82 mm) com seis tergitos visíveis; asa anterior longa, triangular, textura pontuada e coloração em faixas (Figura 45 B), de proporções (57,26 mm – 28,20 mm ?); veias de largura uniforme; R longo e simples, ligeiramente recurvado no nódulo; Rs simples, ramificando-se de M; M1+2 reto, com 7,65 mm de distância da linha nodal; M1 e M2 paralelos, curvados posteriormente até a margem da asa, M3 ligeiramente curvado posteriormente, M4 quase reto até a margem; região antenodal triangular, com célula dividida (Figura 45 A), 17,21 mm de comprimento, atingindo a base da asa posteriormente; região discal pós-nodal reduzida com 2,59 mm de comprimento, em forma retângulo – losangular; asa posterior reduzida com nervuras R, M e Cu visíveis.

**Discussão:** O espécime foi identificado como *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005 pela presença de textura pontuada da asa anterior, coloração em faixas e veias de espessura uniforme.

Espécie *Colossocossus* n. sp.

Figuras 46 – 47

**Espécime:** LPU 176 P/CP

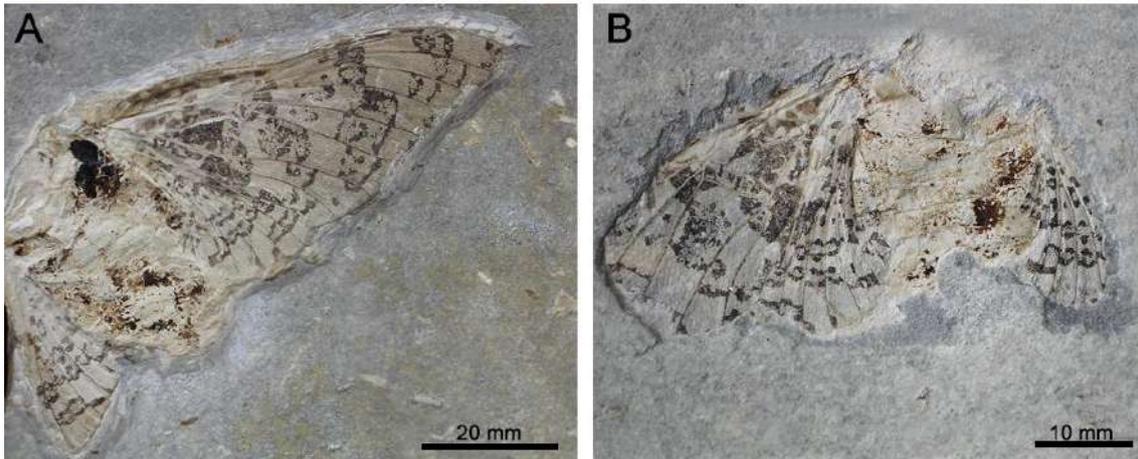
**Diagnose:** Asa triangular; padrão de cor atípico na região anterior; forquilha atípica ligando Rs a M1+2; M3 partindo de M.

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

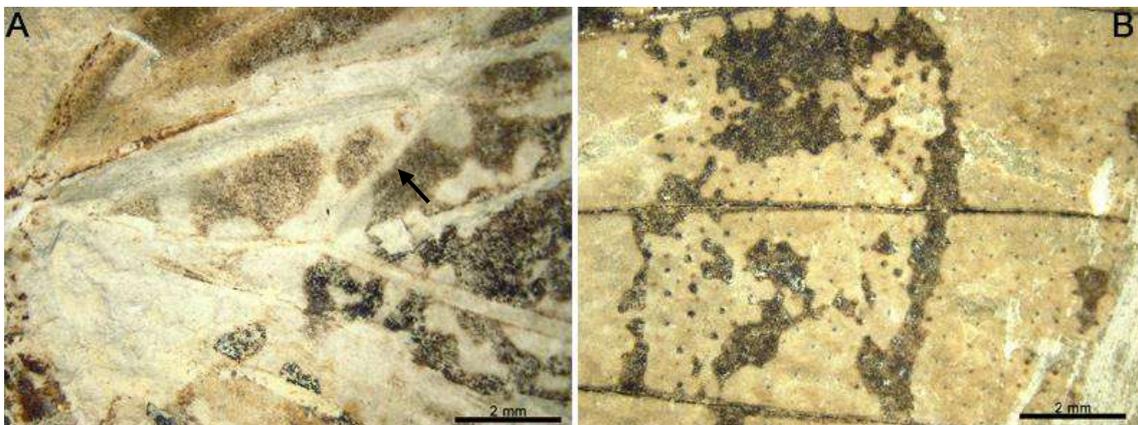
**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Asa anterior triangular, de grandes proporções (76,70 mm – 27,23 mm) (Figura 46 A e B), região apical alongada, aspecto rugoso na parte posterior, padrão de cor atípico na região anterior, próxima a linha nodal; veias de largura uniforme; R longo (58,33 mm), ligeiramente recurvado no nódulo; forquilha atípica ligando Rs a M1+2 (Figura 47 D); M3 partindo de M com 7,60 mm de distância de M1+2 (Figura 47 C); região antenodal triangular, com célula dividida (Figura 47 A), 16,65 mm de comprimento, atingindo a base da asa posterior; região discal pós-nodal reduzida com 2,96 mm de comprimento, em forma retângulo – losangular (Figura 47 B).

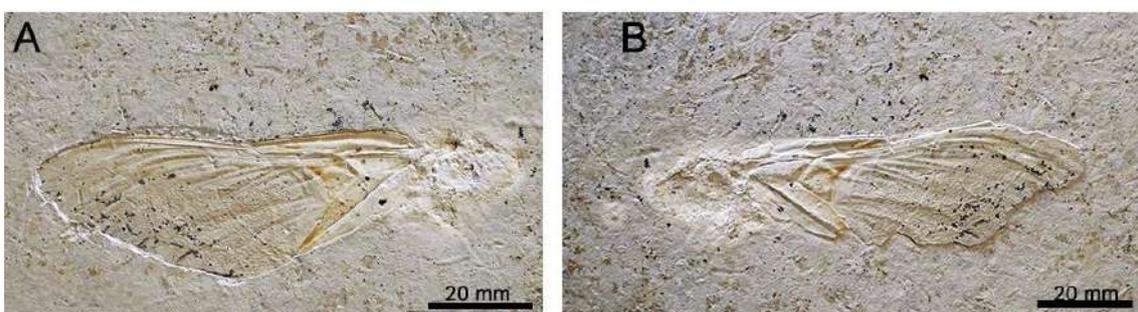
**Discussão:** LPU 176 P/CP distingue-se das demais espécies de *Colossocossus* pela presença de uma forquilha atípica que liga M1+2 a Rs e o ponto de origem de M3 partindo de M, onde nas outras espécies parte da linha nodal juntamente com M4.



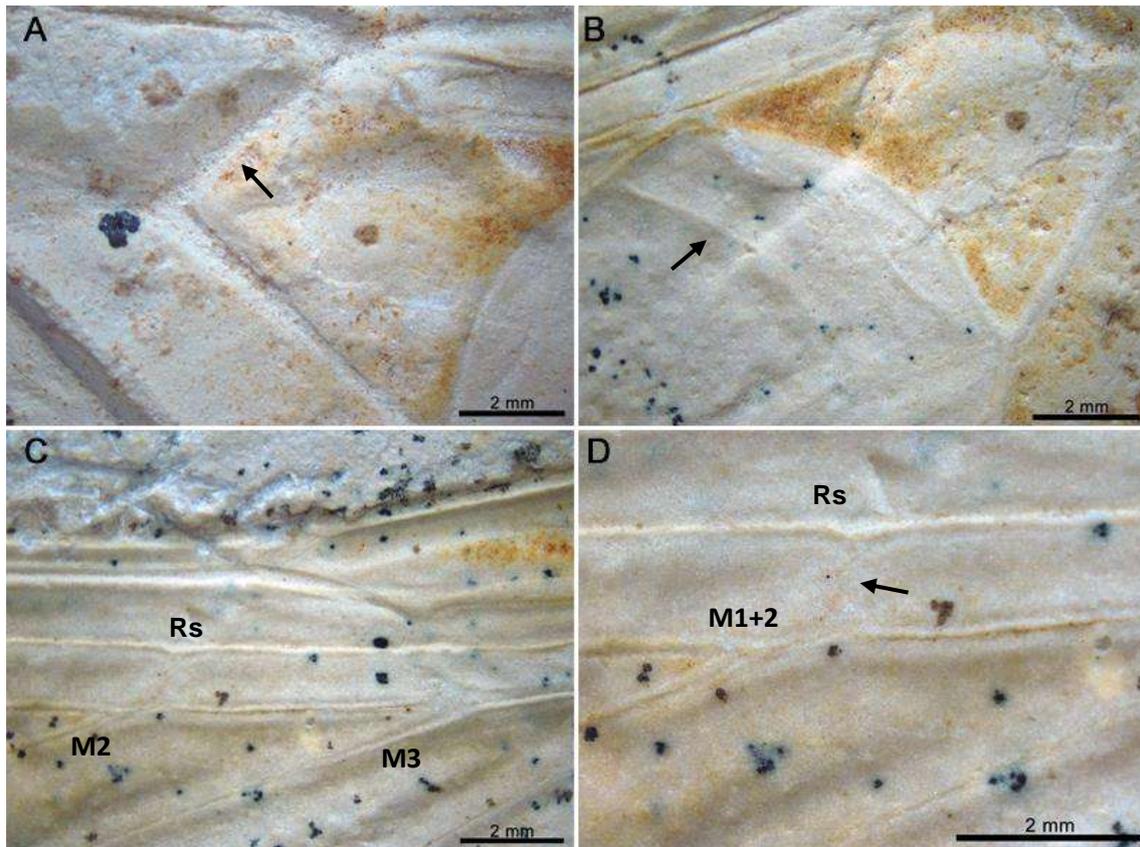
**Figura 44** - *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005. (A) MPSC I 1589 P asa anterior e posterior; (B) MPSC I 1589 CP asa anterior e posterior parcialmente preservadas. **Fonte:** autor.



**Figura 45** - *Colossocossus loveridgei* Menon, Heads & Martill, 2005. MPSC I 1589 P. (A) região discal antenodal com célula dividida (indicado por seta); (B) coloração em faixas. **Fonte:** autor.



**Figura 46** - *Colossocossus* n. sp. (A) LPU 176 P asa anterior completa; (B) LPU 176 CP asa anterior parcialmente preservada. **Fonte:** autor.



**Figura 47** - *Colossocossus* n. sp. LPU 176 P. (A) região discal antenodal com célula dividida (indicado por seta); (B) região discal pós-nodal reduzida e retangular (indicado por seta); (C) ponto de origem de M3 partindo de M; (D) forquilha atípica (indicado por seta) que liga M1+2 a RS. **Fonte:** autor.

#### 5.2.4 Lalacidae

##### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758  
 Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806  
 Infraordem Fulgoromorpha Evans, 1946  
 Superfamília Fulgoroidea Latreille, 1807  
 Família Lalacidae Hamilton 1990  
 Subfamília Lalacinae Hamilton, 1990  
 Tribo Lalacini Hamilton, 1990  
 Gênero *Lalax* Hamilton, 1990

**Diagnose:** O único fulgoróide com fronte fortemente inflada (Hamilton, 1990).

**Espécie-tipo:** *Lalax mutabilis* Hamilton, 1990

Espécie *Lalax mutabilis* Hamilton, 1990

Figuras 48 – 49

**Espécime:** LPU 1087

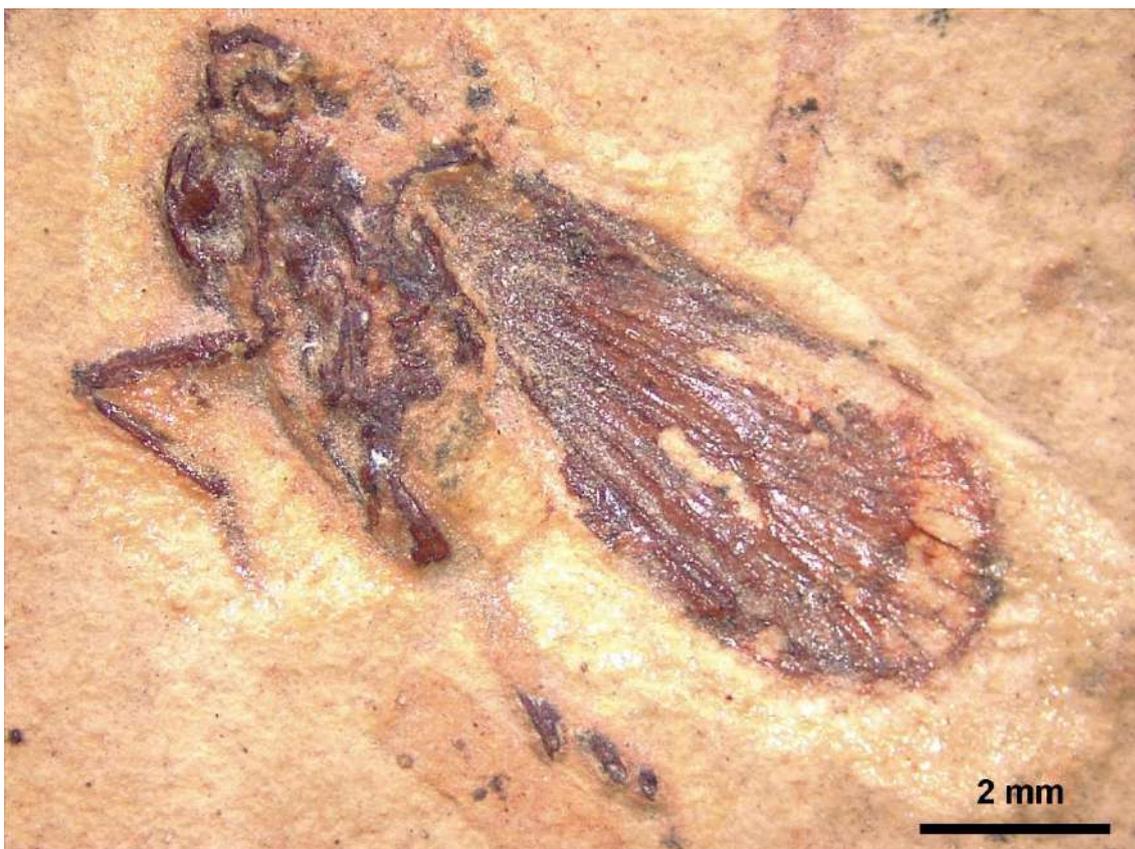
**Diagnose:** Comprimento do corpo entre 9,0 e 11,0 mm; coroa arredondada (Hamilton, 1990).

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

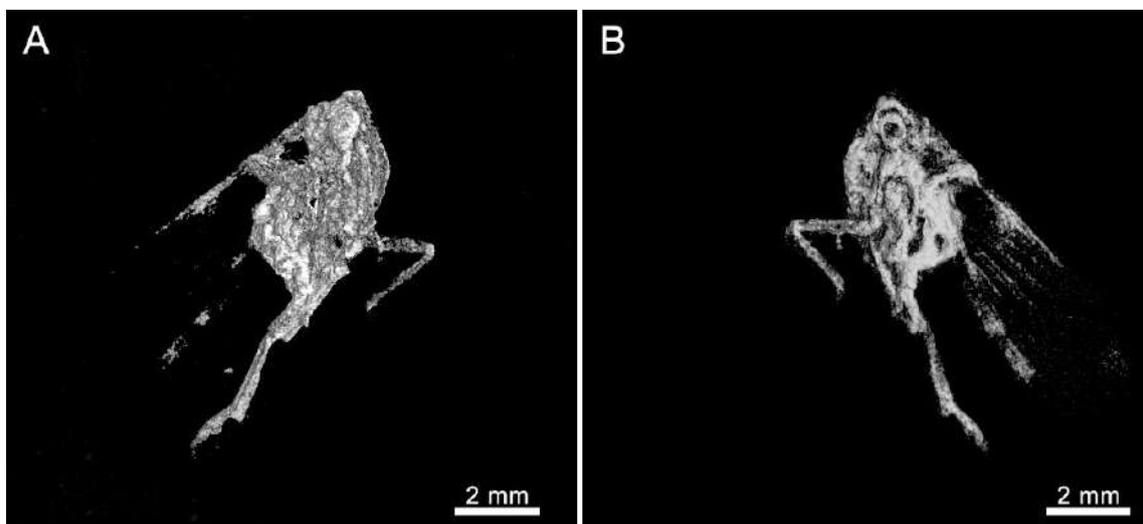
**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra relativamente longa (9,30 mm); preservada lateralmente (Figura 48); cabeça estreita; fronte inflada e proeminente (Figuras 48 e 49 A e B); olhos compostos globosos; pronoto em formato de colarinho, asa anterior longa e delicada (7,70 mm), veias terminais pouco visíveis; fêmures anteriores e posteriores de comprimento semelhante; tibia posterior 0,65 vezes mais longa que o fêmur; tarsos esguios; pentes tarsais e setas não são visíveis.

**Discussão:** Dos espécimes analisados, LPU 1087 é o único representante de *Lalax* Hamilton, 1990 pela presença de uma fronte fortemente inflada, caractere apomórfico do gênero. Por apresentar um comprimento relativamente alongado (9,30 mm), é atribuído a *Lalax mutabilis* (Hamilton, 1990), única espécie descrita para o gênero.



**Figura 48** - *Lalax mutabilis* Hamilton, 1990. LPU 1087. Vista lateral. **Fonte:** autor.



**Figura 49** - *Lalax mutabilis* Hamilton, 1990. LPU 1087. Imagens de Micro - CT. (A) Vista lateroventral. (B) Vista laterodorsal. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806  
Infraordem Fulgoromorpha Evans, 1946  
Superfamília Fulgoroidea Latreille, 1807  
Família Lalacidae Hamilton 1990  
Subfamília Ancoralinae Hamilton, 1990  
Tribo Ancoralini Hamilton, 1990  
Gênero *Ancorale* Hamilton, 1990

**Diagnose:** Numerosas veias alares, com sulcos helicoidais (Hamilton, 1990).

**Espécie-tipo:** *Ancorale flaccidum*, Hamilton, 1990

Espécie *Ancorale aschemon* Hamilton, 1990

Figura 50

**Espécime:** MPSC I 2248

**Diagnose:** Comprimento do corpo superior a 7,0 mm (Hamilton, 1990).

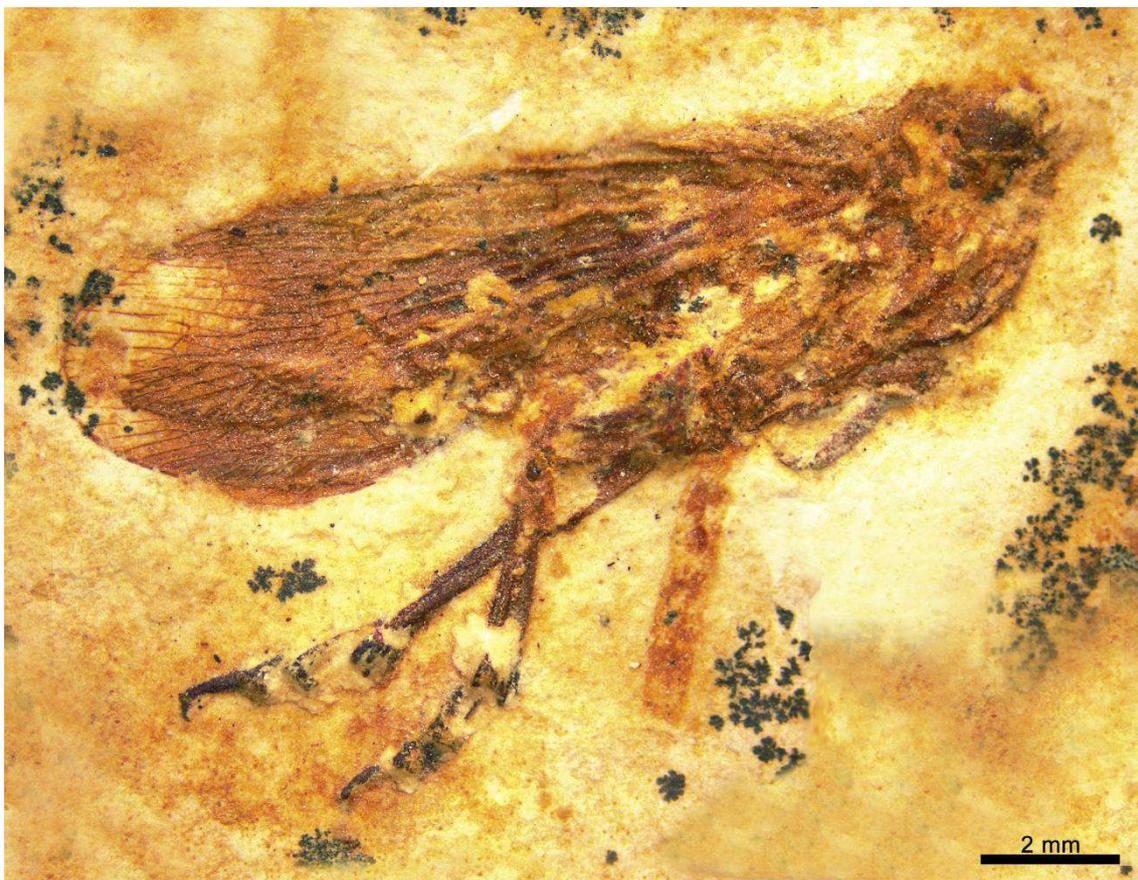
**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra robusta e alongada (16,30 mm); preservada lateralmente (Figura 50); cabeça quase duas vezes mais longa do que larga; olho composto globoso; asa anterior longa (13,14 mm), veias numerosas e proeminentes com sulcos helicoidais; pernas posteriores longas (8,47 mm), fêmur poucas vezes mais largo que a tíbia; tíbia esguia, 2,22 vezes mais longa que o tarso; tarso trisegmentado; I tarsômero longo (0,68 mm), II tarsômero reduzido (0,38 mm), III tarsômero de comprimento subigual ao I (0,65 mm); pentes tarsais e cerdas não visíveis.

**Discussão:** Único representante de *Ancorale* Hamilton, 1990 pela presença de veias alares numerosas com sulcos helicoidais. O espécime apresenta um comprimento significativo (16,30 mm), podendo ser atribuído a *Ancorale*

*aschemon* (Hamilton, 1990), muito embora MPSC I 2248 apresente o dobro do tamanho do holótipo.



**Figura 50** - *Ancorale aschemon* Hamilton, 1990. MPSC I 2248. Vista lateral. **Fonte:** autor.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Infraordem Fulgoromorpha Evans, 1946

Superfamília Fulgoroidea Latreille, 1807

Família Lalacidae Hamilton 1990

Subfamília Protodelphacinae Hamilton, 1990

Tribo Protodelphacini Hamilton, 1990

Gênero *Protodelphax* Hamilton, 1990

**Diagnose:** Escapo antenal alongado; pentes tibiais e tarsais com 12-14 macrocerdas (Hamilton, 1990).

**Espécie-tipo:** *Protodelphax miles* (Hamilton, 1990).

**Espécimes incluídos:** *Protodelphax chamus* Hamilton, 1990 (MPSC I 376 e MPSC I 481) e *Protodelphax miles* Hamilton, 1990 (MPSC I 428).

**Discussão:** Os três espécimes pertencem a *Protodelphax* (Hamilton, 1990) pela presença de um escapo antenal alongado.

Espécie *Protodelphax chamus* Hamilton, 1990

Figura 51 A e B

**Espécimes:** MPSC I 376 e MPSC I 481

**Diagnose:** Comprimento inferior a 6,0 mm (Hamilton, 1990).

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** MPSC I 376: cigarra pequena (5,90 mm); preservada lateralmente (Figura 51 A); face menor que 2,00 mm (1,88 mm); rostró reduzido (0,60 mm); olho composto globular; antena com escapo alongado, inserida antes do ângulo posterior do olho; pronoto reduzido (1,00 mm), parcialmente preservado, em forma de colarinho; asa parcialmente preservada com 4,27 mm de comprimento, nervuras terminais M visíveis; abdômen reduzido de aspecto subtriangular; perna anterior curvada, parcialmente preservada com 1,80 mm ? de comprimento; tibia posterior robusta, alongada (1,32 mm), com dois espinhos laterais visíveis; tarso trisegmentado; I tarsômero alongado (0,29 mm), II e III tarsômero de comprimento subigual (II – 0,18 e III – 0,16).

MPSC I 481: cigarra pequena (4,70 mm); preservada lateralmente (Figura 51 B); face menor que 2,00 mm (1,47 mm); rostró reduzido (0,40 mm); olho composto globular; antena com escapo alongado (0,55 mm), inserida antes do ângulo posterior do olho; pronoto reduzido (0,27 mm), parcialmente preservado; mesonoto pouco mais longo que o pronoto (0,50 mm); asas parcialmente

preservadas com 3,28 mm ? de comprimento, ramificação de R visível; abdômen alongado com 1,90 mm de comprimento; pernas parcialmente preservadas.

**Discussão:** Os espécimes são representes de *Protodelphax chamus* (Hamilton, 1990), menor espécie de *Protodelphax* (comprimento inferior a 6,0 mm), em razão de seu ínfimo comprimento.

Espécie *Protodelphax miles* Hamilton, 1990

Figura 51 C

**Espécime:** MPSC I 428

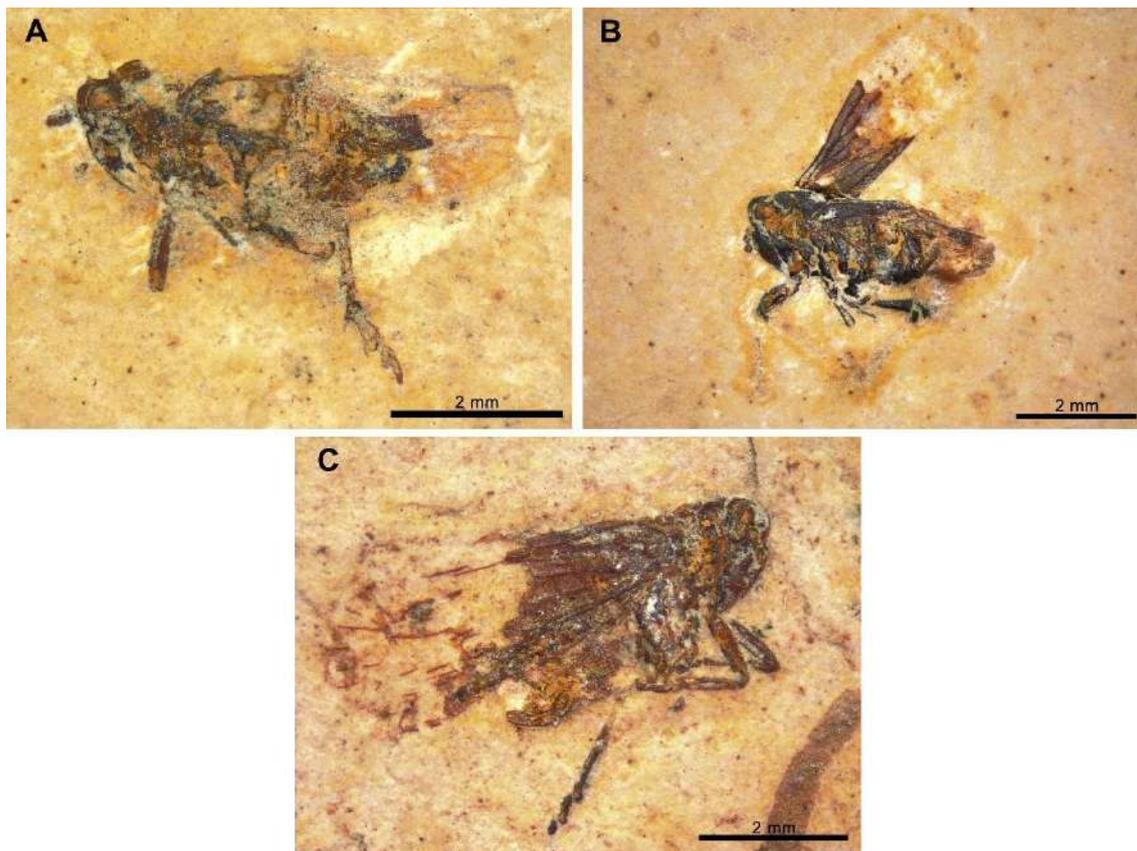
**Diagnose:** Comprimento maior que 8,0 mm; face com menos de 2,0 mm de comprimento. (Hamilton 1990).

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** Cigarra grande (8,01 mm); preservada lateralmente (Figura 51 C); cabeça arredondada anteriormente; face menor que 2,00 mm (1,70 mm); rostró reduzido (0,40 mm); olho composto globular; antena com escapo alongado (0,35 mm), inserida antes do ângulo posterior do olho; pronoto reduzido (0,33 mm); asa parcialmente preservada com 5,85 mm ? de comprimento, nervuras terminais M e Cu visíveis; abdômen alongado com 2,10 mm de comprimento; pernas anteriores curvadas com 1,55 mm de comprimento; fêmur anterior 0,37 vezes mais comprido que a tibia; tibia reduzida (0,38 mm); tarso trisegmentado; I tarsômero pouco mais longo que II e III (0,20 mm), II e III tarsômero de comprimento subigual (II – 0,12 e III – 0,10).

**Discussão:** MPSC I 428 é um representante da espécie *Protodelphax miles* (Hamilton, 1990), devido a seu longo comprimento (superior a 8,0 mm) e face reduzida (menor que 2,0 mm).



**Figura 51** - *Protodelphax* Hamilton, 1990. (A) *Protodelphax chamus* Hamilton, 1990. MPSC I 376; (B) *Protodelphax chamus* Hamilton, 1990. MPSC I 481; (C) *Protodelphax miles* Hamilton, 1990. MPSC I 428. **Fonte:** autor.

### 5.3 Fosséis indeterminados

#### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Heteroptera Latreille, 1810

Família -

Gênero -

Espécie -

Figura 52

**Espécimes:** LPU 1184, LPU 1895, LPU 1950, LPU 1952, MPSC I 1244, MPSC I 1427, MPSC I 1561, MPSC I 1836, MPSC I 2246, MPSC I 248, MPSC I 317, MPSC I 374, MPSC I 379, MPSC I 382, MPSC I 410, MPSC I 427, MPSC I 430, MPSC I 500 e MPSC I 5353.

**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

**Descrição:** A maioria dos Heteroptera apresentam uma preservação ventral e asas parcialmente completas (Figura 52 A - F), sendo de difícil classificação já que aspectos morfológicos dorsais não podem ser observados e a membrana do hemiélitro não está presente (caractere fundamental para classificação de heterópteros). Nos Belostomatidae (com exceção de MPSC I 227 e MPSC I 4317) e Nepidae (MPSC I 842), não foi possível chegar a uma classificação precisa das amostras devido a sua preservação parcial.

### ***Sistemática paleontológica***

Ordem Hemiptera Linnaeus, 1758

Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806

Família -

Gênero -

Espécie -

Figura 53

**Espécimes:** LPU 1109, LPU 1135, LPU 1807, MPSC I 1018, MPSC I 1516, MPSC I 350, MPSC I 5067 P/CP, MPSC I 5125 e MPSC I 731.

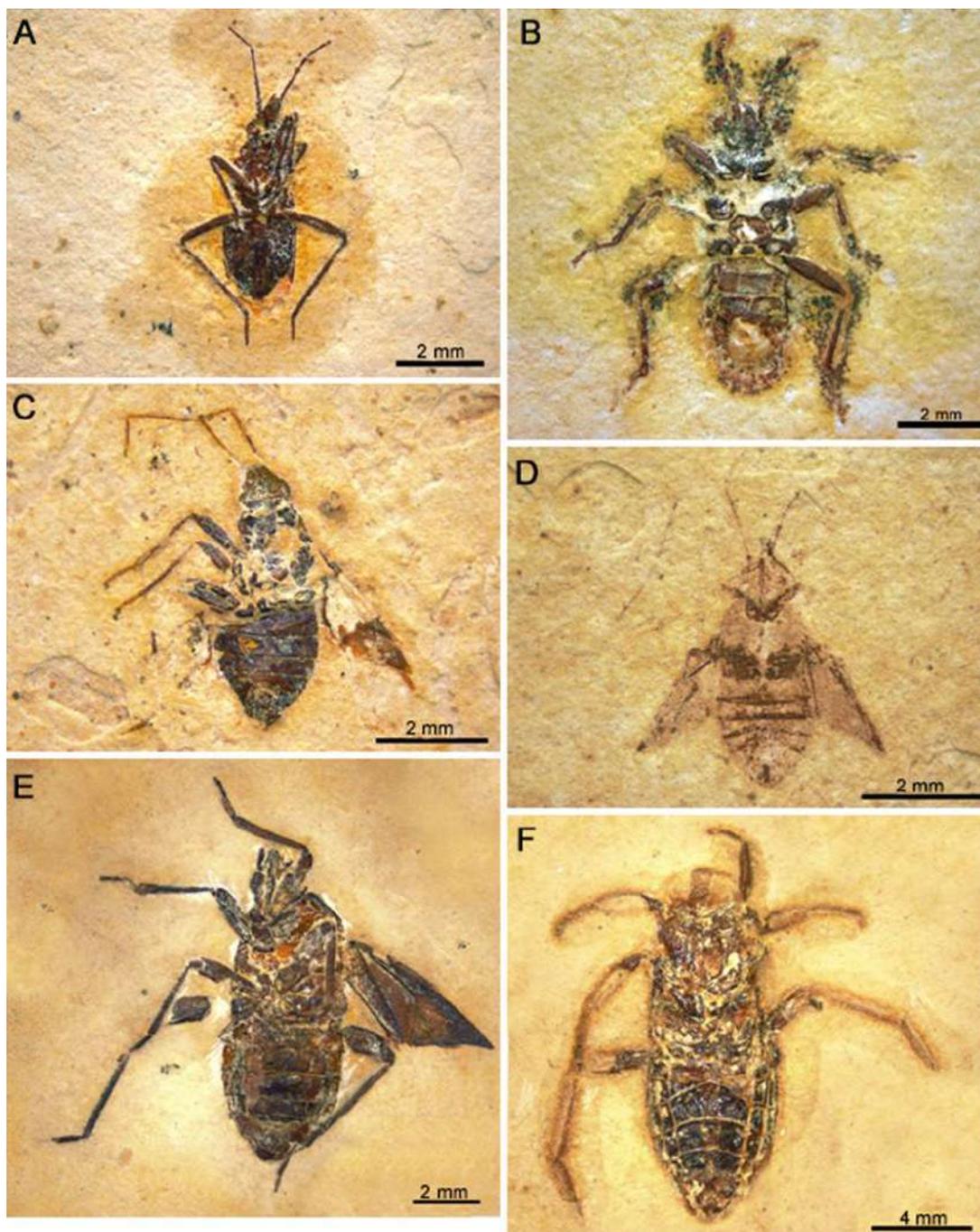
**Unidade estratigráfica:** Formação Crato, Grupo Santana, Bacia do Araripe.

**Idade:** Cretáceo Inferior (Aptiano).

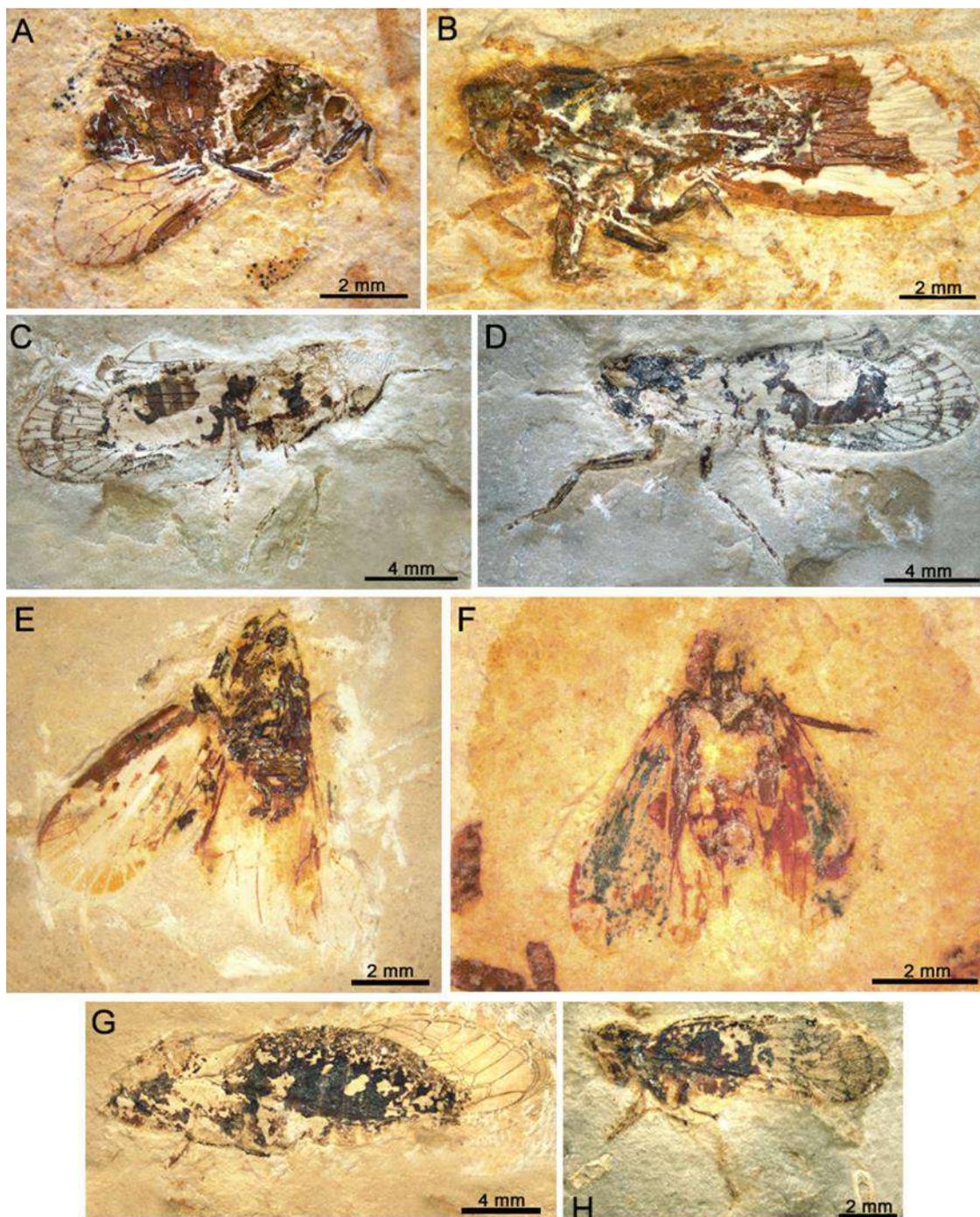
**Descrição:** Muitos Auchenorrhyncha (9 espécimes) encontram-se parcialmente preservados (Figura 53 A - H) com padrões de venação das asas comprometidos assim como macrocerdas nos pentes tíbias e tarsais não preservadas impossibilitando sua classificação.

Um percentual significativo de amostras (28 espécimes) encontra-se desarticulado ou parcialmente preservado (Figuras 52 e 53) dificultando ou

inviabilizando uma classificação taxonômica precisa ao nível de família, gênero ou espécie. Os apêndices desarticulados dos espécimes não implicam em uma má preservação do fóssil. Segundo Barling *et al.* (2015), a desarticulação de insetos da Formação Crato está associada a processos de dano *in vivo* ou necrólise, não sendo causados por diagênese ou má preservação. Para os mesmos autores, esses espécimes fragmentados refletem o aspecto tafonômico dos insetos ao chegarem no local de deposição (antes do soterramento inicial).



**Figura 52** – Espécimes de Heteroptera parcialmente preservados. (A) MPSC I 1836; (B) MPSC I 382; (C) MPSC I 1427; (D) LPU 1895; (E) MPSC I 2246 e (F) MPSC I 317. **Fonte:** autor.



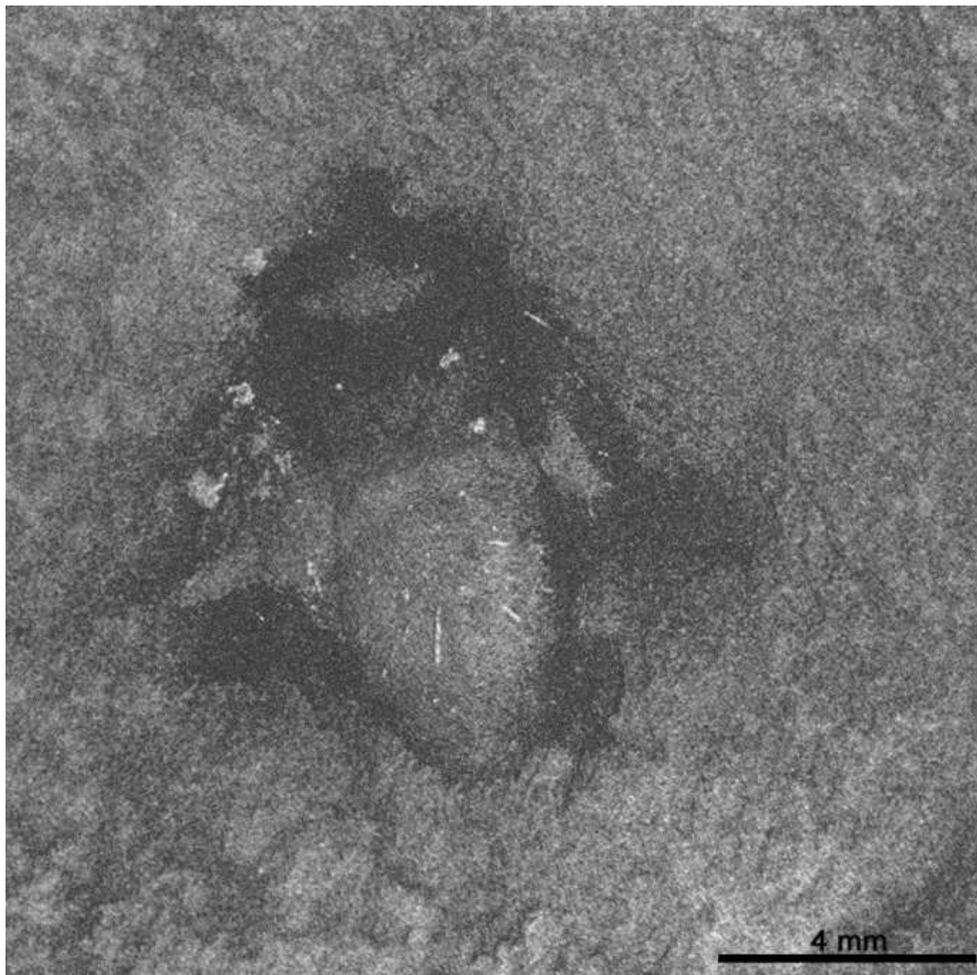
**Figura 53** – Espécimes de Auchenorrhyncha parcialmente preservados. (A) MPSC I 350; (B) MPSC I 1516; (C) MPSC I 5067 P; (D) MPSC I 5067 CP; (E) LPU 1109; (F) MPSC I 1018; (G) MPSC I 5125 e (H) LPU 1135. **Fonte:** autor.

#### 5.4 Microtomografia Computadorizada aplicada a fósseis de Hemiptera

As reconstruções de Micro-CT em hemípteros preservados no calcário creme foram promissoras, sendo possível isolar parcialmente ou completamente

os espécimes da matriz rochosa, o que revelou micro e macroestruturas encobertas pelo sedimento (Figuras 13, 23, 33 e 49). Em contrapartida, espécimes em calcário cinza não puderam ser isolados da rocha, mesmo àqueles preservados em formato tridimensional (Figura 54). A disparidade dos resultados está associada aos minerais de substituição de partes moles.

De acordo com Menon & Martill (2007) e Barling *et al.* (2015), os fósseis de insetos em calcários creme (não intemperizados) tem como substituto mais comum da cutícula a goethita (limonita), sendo altamente friável. No calcário intemperizado (azul/cinza) da Formação Crato, os fósseis são geralmente pretos e mais delicados. Os fósseis azul/cinza são versões desgastadas dos espécimes de goethita, no qual o mineral de substituição foi oxidado *in situ* ao longo do tempo. Em ambos os tipos de calcário, detalhes morfológicos como cerdas ou espinhos são excepcionais. Para os mesmos autores, isso sugere que a suposta transformação de fósseis goethíticos para fósseis pretos resulta em perda limitada de caracteres morfológicos, embora a composição química seja alterada significativamente.



**Figura 54** – LPU 1723. Imagens de Micro – CT. Fóssil não isolado da matriz rochosa. **Fonte:** autor.

### 5.5 Processos Tafonômicos e Paleoecológicos de um acúmulo de insetos (Hemiptera – Orthoptera)

Um conjunto de 33 fósseis de insetos se encontram dispostos em uma placa calcária (LPU C 026 P/CP) apresentando diferentes tipos de preservação, variando entre bidimensionais, tridimensionais ou impressos (figuras 55 e 56). Duas ordens, Hemiptera (7 espécimes) e Orthoptera (12 espécimes), estão representadas neste calcário, contendo um número significativo de amostras (14 espécimes) de insetos indeterminados com expressiva desarticulação e fragmentação. Mesmo espécimes com caracteres morfológicos bem definidos (Figura 56 A, B, C e D), apresentam sinais de desarticulação, indicando assim possível transporte até o ambiente deposicional.

Durante o transporte, os bioclastos estão suscetíveis a danos, como fraturas, predação, desarticulação e decomposição, estando estes relacionados

ao modo de transporte envolvido (Monferran *et al.*, 2021). Os táxons alóctones no *Konservat-Lagerstätte* da Formação Crato possivelmente viviam em matas ciliares e lagos rasos de água doce nas proximidades de um lago principal hipersalino, indicando uma deriva post-mortem dos organismos até o ambiente deposicional antes do processo de fossilização (Salisbury *et al.* 2003; Selden & Nudds 2012).

Podemos sugerir um transporte a curta distância, tendo a desarticulação e fragmentação ocorrido durante a flutuação e afundamento na zona oxigenada acima de uma termoclina ou haloclina (Monferran *et al.*, 2021). A qualidade preservacional da cutícula nas pernas posteriores de ortópteros e no corpo de percevejos terrestres pode indicar um rápido soterramento, diminuindo a exposição a agentes decompositores (Datta *et al.*, 2020). Alternativamente, a presença de tapetes microbianos poderia ter contribuído na criação de um ambiente anóxico (Gall, 1990; Varejão *et al.* 2019).

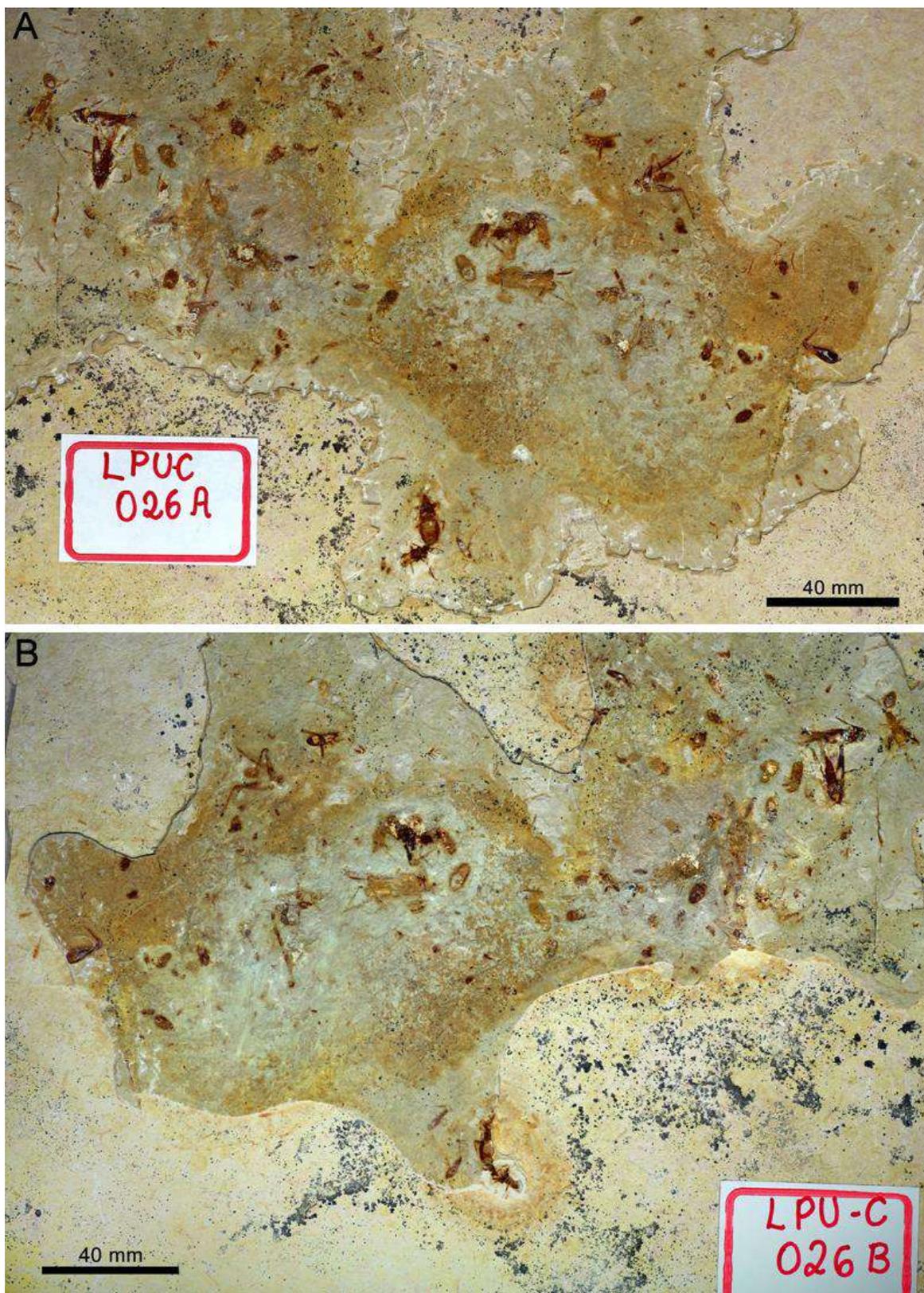
A partir de experimentos realizados por Iniesto *et al.* (2021) utilizando larvas de Coleoptera atuais e tapetes microbianos, foi possível estabelecer um padrão de preservação consistente entre griloides e tapetes microbianos da Formação Crato. Os mesmos autores exemplificam que o crescimento de camadas microbianas revestiria os insetos criando um sarcófago onde o efeito de sepultamento do tapete (isolamento do inseto dentro do sarcófago) produziria uma desaceleração de decomposição drástica onde as amostras não poderiam sofrer total desarticulação, mantendo sua integridade por milhares de anos. Os processos de fossilização nos insetos, como piritização e fosfatização, estariam associados à concentração de íons dentro do sarcófago. A formação de fissuras na cutícula promoveria a entrada de solutos, facilitando a mineralização da cutícula externa e dos tecidos internos (Osés *et al.*, 2016, 2017).

As duas ordens aqui representadas, constituem os grupos mais abundantes desse *Konservat-Lagerstätten* (Grimaldi & Engel 2005; Popov & Bechly, 2007). A variedade de táxons paraneopteros e polyneopteros é um reflexo da diversidade botânica deste paleoambiente. Relações de fitofagia podem ser observadas ao longo do Cretáceo através de vestígios de marcas de sucção e herbivoria encontrados em diversos fósseis (Labandeira 2007; Santos Filho *et al.* 2017). Em Cicadomorpha (figuras 34 - 47) sinapomorfias de câmaras de filtro proporcionaram um maior desenvolvimento do grupo através do

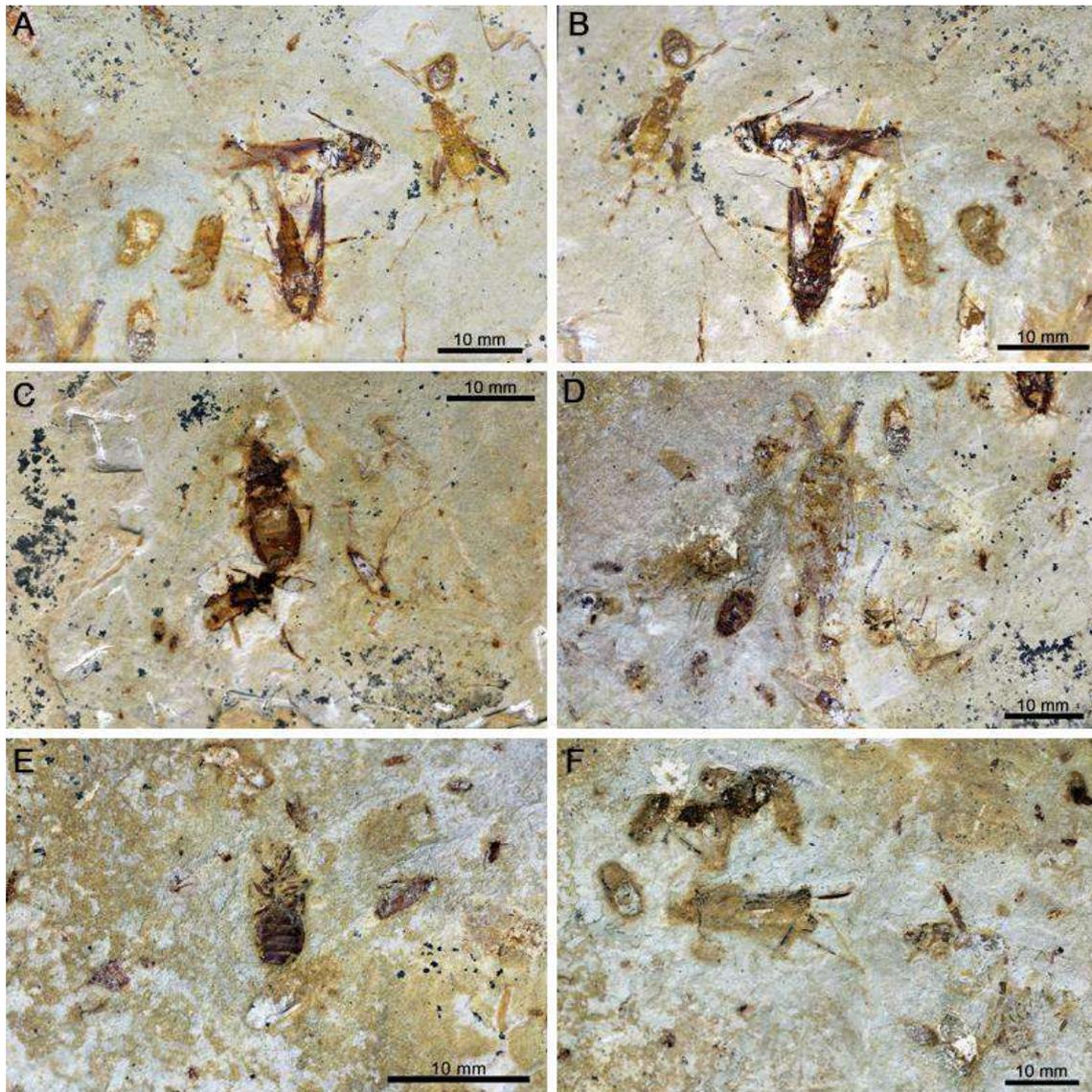
consumo de fluidos xilemáticos e floemáticos (Grimaldi, 1990; Grazia *et al.* 2012). Já em percevejos hemiedáficos (Figuras 18 - 27), a obtenção de nutrientes se dá por meio do xilema presente nas raízes de angiospermas (Schuh & Slater, 1995). Interações fitofágicas na Formação Crato podem ser observadas entre angiospermas, gimnospermas e pteridófitas, nas quais foram identificadas marcas de consumo em galhas e folhas (Santos Filho *et al.* 2017). Entretanto, atribuir interações inseto-plantas a um táxon específico de insetos é dificultoso, tendo em vista a diversidade de grupos com potencial fitofágico (Santos Filho *et al.* 2017).

A presença de Nepomorpha (Figuras 9, 14, 17 e 56 D) sustenta a interpretação do ambiente deposicional deste depósito ser predominantemente lacustre, considerando que esses grupos geralmente habitam águas paradas ou lentas (Schuh & Slater, 1995; Assine, 2007; Saraiva *et al.*, 2015; Kellner & Saraiva 2019; Ribeiro *et al.*, 2021). Seus representantes são quase exclusivamente predadores desempenhando um papel crucial na regulação das cadeias alimentares lênticas (Williams 2006; Ohba 2019). Os táxons comumente encontrados na Formação Crato são predadores do tipo senta-espera, variando entre grandes caçadores vorazes (Belostomatidae) (Figura 9), se alimentando de peixes, anfíbios ou outros invertebrados aquáticos, diminutos percevejos (Naucoridae) (Figura 14) que aguardam suas presas fixos a algum substrato e nepomorfos ovóide-alongados (Nepidae) (Figuras 17 e 56 D) que esperam a passagem de sua presa de cabeça para baixo (Schuh & Slater, 1995; Grazia *et al.*, 2012).

Nepidae possuem um registro fossilífero escasso antes do Cretáceo Inferior e sua ocorrência na Formação Crato pode estar relacionada às mudanças nos ecossistemas de água doce durante o Aptiano/Cenomaniano e à diversificação das angiospermas aquáticas (Jattiot *et al.*, 2012). Para muitos autores, a elevada diversidade de insetos e plantas dessa Formação refletiria um habitat de água doce com insetos aquáticos e vegetação de angiospermas aquáticas (ver Fanton *et al.*, 2006; Martill *et al.*, 2007). Este ambiente pode ter favorecido a diversificação de Nepidae, bem como outros Nepomorpha que caçavam nesta biota recém-desenvolvida (Jattiot *et al.*, 2012).



**Figura 55** – LPU C 026 P/CP. Acúmulo de insetos (Hemiptera – Orthoptera). **Fonte:** autor.



**Figura 56** – LPU C 026 P/CP. (A e B) Orthoptera e Hemiptera tridimensionais com leves sinais de desarticulação; (C) Heteroptera bidimensionais, aparentemente terrestres; (D) Nephomorpha (Nepidae?) levemente desarticulado; (E) Heteroptera tridimensional e fragmentos de insetos indeterminados; (F) Orthoptera fragmentados, bidimensionais e impressos. **Fonte:** autor.

## 6. CONCLUSÃO

Processos de dano *in vivo* e mudanças de componentes químicos pelo intemperismo são obstáculos taxonômicos significativos para uma classificação precisa da maior parte das amostras. Entretanto, a abundância de famílias com hábitos distintos corrobora a diversidade de Hemiptera para a Formação Crato, bem como possíveis relações de predação e fitofagia, tendo em vista o número expressivo de Nepomorpha e Cicadomorpha e o acúmulo de insetos em placas calcárias.

Acúmulos de mais de três insetos próximos em um mesmo plano calcário são raros para a Formação Crato. Atribuímos aqui que o processo tafonômico envolto na preservação desses acúmulos bem como na excepcionalidade dos fósseis está vinculado a comunidades microbianas bentônicas no *Konservat-Lagerstätte*.

Baseado nas análises morfológicas dos espécimes com auxílio do MEV e Micro - CT, 6 fósseis de Heteroptera e 13 de Auchenorrhyncha puderam ser classificados ao nível de gênero ou espécie. Com exceção de Belostomatidae e Nepidae, as demais famílias de Heteroptera (Naucoridae, Cydnidae e Saldidae) apresentam fósseis distintos de todas as espécies existentes na literatura (com exceção de LPU 895 e MPSC I 477), sendo designado um novo gênero e espécie de Cydnidae (MPSC I 5351) e Naucoridae (LPU 1951 e MPSC I 2229). Para a família Cydnidae o espécime LPU 1723 difere-se de todos os Amenastinae do Cretáceo, estando provavelmente associado a uma subfamília distinta.

Os fósseis de Auchenorrhyncha apresentam uma miríade de espécimes, sendo quase completamente atribuídos a espécies já descritas. Um único fóssil palaeontinideo (LPU 176 P/CP) é atribuído a uma nova espécie de *Colossocossus* por suas diferenças significativas das quatro espécies descritas na literatura. Os espécimes palaeontonideos atribuídos a *Colossocossus* (LPU 1589 P/CP e LPU 176 P/CP) corroboram um novo caractere à diagnose do gênero (região discal antenodal com célula dividida).

A descrição de novos espécimes contribui para ampliar a diversidade da paleoentomofauna gondwânica durante o Cretáceo Inferior (Aptiano), bem como, aumenta o número de táxons dentro do grupo de hemípteros ocorrentes no ambiente de deposição da Formação Crato.

## REFERÊNCIAS

- ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289-300, 1992.
- ASSINE, M. L. **Bacia do Araripe**. Boletim De Geociências Da Petrobras, v. 15, n. 2, p. 371–389, 2007.
- AUGUSTO, K. S. **Microtomografia Computadorizada de Raios X Aplicada à Caracterização de Porosidade em Pelotas de Minério de Ferro**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, 2016. 156p.
- BARLING, N.; MARTILL, D. M.; HEADS, S. W.; GALLIEN, F. High fidelity preservation of fossil insects from the Crato Formation (Lower Cretaceous) of Brazil. **Cretaceous Research**, v. 52, p. 605-622, 2015.
- BETTS, C.R. 1986. The comparative morphology of the wings and axillae of selected Heteroptera. **J. Zool.** 1: 255–282.
- BODE, A. Die Insektenfauna der OstniedersächsischenoberenLias. **Palaeoentomographica**, v. 103, p. 1–406, 1953.
- CARLE, F.L.; WIGHTON, D.C. Odonata. In: GRIMALDI, D. A. (ed.), **Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil**. Bulletin of the American Museum of Natural History, v.195, p. 51-68, 1990.
- CARVER, M.; GROSS, G.F.; WOODWARD, T.E. Hemiptera (Bugs, leafhoppers, cicadas, aphids, scale insects etc.), p. 429-509. In: CSIRO (ed.). **The Insects of Australia. A textbook for student and search workers**. Ithaca, Melbourne, 1991.
- CUSTÓDIO, M.A. **Arquitetura estratigráfica da formação Romualdo, pós-rifte da Bacia do Araripe, Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.
- DARLING, D.C.; SHARKEY, M.J. Hymenoptera. In: GRIMALDI, D. A. (ed.), **Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil**. Bulletin of the American Museum of Natural History, vol. 195, p. 124–129, 1990.

DATTA, D.; MUKHERJEE, D.; RAY, S. Taphonomic signatures of a new Upper Triassic phytosaur (Diapsida, Archosauria) bonebed from India: Aggregation of a juvenile-dominated paleocommunity. **J. Vertebr. Paleontol**, v. 39, n. 6, e1726361, 2020.

DIETRICH, C.H. 2005. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*, 88: 502-517.

DU, S.; GU, L.; ENGEL, M. S.; REN, D.; YAO, Y. Morphological phylogeny of new Cretaceous fossils elucidates the early history of soil dwelling among bugs. **Front. Ecol. Evol**, v. 10, 2022.

EDNA, 2020. FossilInsectDatabase. <http://edna.palass-hosting.org/>. Acessado em: 10/02/2023.

FANTON, J. C. M.; RICARDI-BRANCO, F.; DILCHER, D.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. Iara Iguassu, a new taxon of aquatic angiosperm from the Crato palaeoflora (Lower Cretaceous, Santana Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil). **Geociências**, v. 25, p. 211-216, 2006.

GALL, J. C. Les Voiles Microbiens. Leur Contribution à la Fossilisation des Organismes au Corps Mou. **Lethaia**, v. 23, p. 21–28, 1990.

GRAZIA, J., SIMOES, F.L., Panizzi, A.R., 2015. Morphology, ontogeny, reproduction, and feeding of true bugs. In: Panizzi, A.R., Grazia, J. (Eds.), True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Springer, **Dordrecht**, pp. 21–55.

GRAZIA, J.; CAVICHIOLI, R.R.; WOLFF, V.R.S.; FERNANDES, J.A.M.; TAKIYA, D.M. 2012. Hemiptera. In. RAFAEL, J.A.; MELO, G. A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia**. Holos, p. 347- 405p. 2012.

GRIMALDI, D. 1991. The Santana Formation insects. In Maisey, J. G. (ed), **Santana Fossils: an Illustrated Atlas**. Neptune City, NJ: T.F.H. Publications, p. 379-406, 1991.

GRIMALDI, D. **Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil**. Bulletin of the American Museum of Natural History, n. 195, p. 5–191, 1990.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. Evolution of insects. **Cambridge University Press**, 2005.

HAMILTON, K. G. A. Cretaceous Homoptera from Brazil: Implications for Classification. In Schaefer, C. W. (ed), **Studies on Hemipteran Phylogeny**. Langham, M. D. Thomas Say Publications in Entomology. **Entomological Society of America**, p. 89–110, 1996.

HAMILTON, K. G. A. Homoptera. In: GRIMALDI, D. (ed.), **Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous of Brazil**. Bulletin of the American Museum of Natural History, n. 195, p. 82-122, 1990.

HAMILTON, K. G. A. The ground-dwelling leafhoppers Myerslopiidae, new family and Sagmatiini, new tribe (Homoptera: Membracoidea). **Invertebrate Taxonomy**, v. 13, p. 207–235, 1999.

HANDLIRSCH, A. Neue Untersuchungen über die fossilen Insekten mit Ergänzungen und Nachtrags sowie Ausblicken auf phylogenetische, palaeogeographische und allgemeinbiologische Probleme, II Theil. **Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien**. v. 48, p. 1–240, 1939.

HANDLIRSCH, A. Palaeontologie. In: SCHRODER, C. (ed.), **Handbuch der Entomologie**. G. Fischer, p. 117-306, 1925.

INIESTO, M. et al. Soft tissue histology of insect larvae decayed in laboratory experiments using microbial mats: Taphonomic comparison with Cretaceous fossil insects from the exceptionally preserved biota of Araripe, Brazil. **Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.**, v. 564, p. 110-156, 2021.

JATTIOT, R.; BECHLY, G.; GARROUSTE, R.; NEL, A. An enigmatic Nepoidea from the Lower Cretaceous of Brazil (Hemiptera: Heteroptera). **Cretaceous Research**, v. 34, p. 344-347, 2012.

KELLNER, A. W. A; SARAIVA, A. F. **Fósseis da Chapada do Araripe - uma odisseia no Cretáceo/ Fossils from the Chapada do Araripe - A Cretaceous Odyssey**. Editora Pró-Imagem Produções Fotográficas, 2019.

KRISHNA, K. Isoptera. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, vol. 195, p. 76-81, 1990.

LABANDEIRA, C. C. **Guide to insect (and other) damage types on compressed plant fossils**. Version 3.0. Washington (D.C.): Smithsonian Institution; p. 25, 2007.

LIS, J.A., 2010. Coxal combs in the Cydnidae sensu lato and three other related "cydnoid" families e Parastrachiidae, Thaumastellidae, Thyreocoridae (Hemiptera: Heteroptera): functional, taxonomic, and phylogenetic significance. **Zootaxa** 2476, 53 e 64.

MARTILL, D. M. (ed.) **Fossils of the Santana and Crato Formations, Brazil**. The Palaeontological Association Field Guides to Fossils, 5. London: The Palaeontological Association, 1993.

MARTILL, D.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World**. Cambridge University Press, Cambridge, 624 pp, 2007.

MARTINEZ, S. Catalogo sistematico de los insectos fosiles de America del Sur. **Revista de la Facultad de humanidades y ciencias (serie ciencias de la terra)**, v. 1, p. 29-83, 1982.

MARTINS NETO, R.G. Estágio atual da paleoartropodologia brasileira: hexápodes, miriápodes, crustáceos (isopoda, decapoda, eucrustacea e copepoda) e quelicerados. **Arquivos do Museu Nacional**, 63, n.3, p.471-494, 2005a.

MARTINS NETO, R.G. The Santana Formation palaeoentomofauna reviewed: Polyneoptera (Isoptera, Blattoptera, Dermaptera, Orthoptera) with description of six new species, one new genus and one new combination. **3rd International Congress of Palaeoentomology, Abstracts**, Pretoria, South Africa. v. 1, n. 24. p. 7–11, 2005b.

- MARTINS-NETO, R. G. A new fossilinsect (Homoptera, Cixiidae) from the Santana Formation (Lower Cretaceous), Araripe Basin, Northeast Brazil. **Interciencia**, v. 13, p. 313–316, 1988.
- MARTINS-NETO, R. G. A new fossilinsect (Homoptera, Cixiidae) from the Santana Formation (Lower Cretaceous) Araripe Basin, Northeast Brazil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 26, p. 7–14, 1989.
- MARTINS-NETO, R. G. Novos registros de Palaeontinídeos (Insecta: Hemiptera) na formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 21, p. 69–74, 1998.
- MARTINS-NETO, R. G.; POPOV, Y. A.; ZAMBONI, J. A. First South Hemisphere Cretaceous record of Coreoidea (Insecta, Heteroptera) from Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeast Brazil), representing a new genus et species. In: **Boletim do 5º Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil**, p. 525–530, 1999.
- MARTINS-NETO, R.G. A paleoentomofauna brasileira: estágio atual do conhecimento. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA**, 10, Rio de Janeiro, 1991. *Anais.*, Sociedade Brasileira de Paleontologia, v. 2, p. 567-591, 1991.
- MARTINS-NETO, R.G. **Insetos fósseis como bioindicadores em depósitos sedimentares: um estudo de caso para o Mesozóico sul-americano**. Tese de Doutorado. CPGEO, UNISINOS, 214 p., São Leopoldo, RS, 2002.
- MARTINS-NETO, R.G. Neurópteros (Insecta: Planipennia) da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. VI – Ensaio filogenético das espécies do gênero *Blittersdorffia* Martins-Neto & Vulcano, com descrição de nova espécie. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 13, p. 3-12, 1990a.
- MARTINS-NETO, R.G. Primeiro registro de Dermaptera (Insecta, Orthopteromorpha) na Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 34, n.4, p. 775-784, 1990b.

MARTINS-NETO, R.G. The family Locustopsidae (Insecta, Caelifera) in the Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeast Brazil). I - Description of two new species of the genus *Locustopsis* Handlirsch and three new species of the genus *Zessinia* n. gen. In: **SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE**, 1, Crato, p. 227-291, 1990c.

MARTINS-NETO, R.G.; VULCANO, M. A. Neurópteros (Insecta, Planipennia) da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. III. Superfamília Mantispodea. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 34, p. 619-625, 1990a.

MARTINS-NETO, R.G.; VULCANO, M.A. Primeiro registro de Raphidioptera (Neuropteroidea) na Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 34, p. 241-249, 1990b.

McCAFFERTY, W. P. Ephemeroptera. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 195, p. 20–50, 1990.

MENON, F. New record of Tettigarctidae (Insecta, Hemiptera, Cicadoidea) from the Lower Cretaceous of Brazil. **Zootaxa**, v. 1087, p. 53–58, 2005.

MENON, F.; HEADS, S. W. New species of Palaeontinidae (Insecta: Cicadomorpha) from the Lower Cretaceous Crato Formation of Brazil. **Stuttgarter Beitragezur Naturkunde**, v. 357, p. 1–11. 2005.

MENON, F.; HEADS, S. W.; Cicadomorpha: cicadas and relatives. In: MARTILL, D.M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R.F. (eds.), **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an ancient world**. Cambridge University Press, p. 79–96, 2007.

MENON, F.; HEADS, S. W.; MARTILL, D. M. New Palaeontinidae (Insecta: Cicadomorpha) from the Lower Cretaceous Crato Formation of Brazil. **Cretaceous Research**, v. 26, p. 837–844, 2005.

MENON, F.; MARTILL, D.M. Taphonomy and preservation of Crato Formation arthropods. In: MARTILL, D.M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R.F. (eds.), **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an ancient world**. Cambridge University Press, p. 79–96, 2007.

MENON, F.; HEADS, S.; SZWEDO, J. Cicadomorpha: cicadas and relatives. In MARTILL, D.M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R.F. (eds.), **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an ancient world**. Cambridge University Press, p. 283-297. 2007.

MONFERRAN, M. D. et al. An unusual preservation of a new species of Cicadomorpha (Auchenorrhyncha) from the Crato formation, Lower Cretaceous of Brazil. **Historical Biology**, v. 34, n. 7, p. 1166-1174, 2022.

MOURA-JÚNIOR, D. A. et al. Redescription of *Neponymphes godoi* Zamboni, 2001 from the Lower Cretaceous of Brazil, based on the adult and nymphal stages (Hemiptera: Nepomorpha: Belostomatidae). **Palaeoentomology**, v. 4, n. 4, p. 339–352-339–352, 2021c.

MOURA-JÚNIOR, D. A.; SCHEFFLER, S. M.; MOREIRA, F. F. F.; NEL, A.; MEJDALANI, G. First record of a shore bug (Insecta, Hemiptera, Saldidae) from Gondwana. **Journal of Paleontology**, v. 95, n. 1, p. 133-140, 2021a.

MOURA-JÚNIOR, D. A.; SCHEFFLER, S. M.; NEL, A.; MEJDALANI, G. Paranoikidae Zamboni, Martins-Neto & Popov, 2002, a junior synonym of Belostomatidae Leach, 1815 (Hemiptera: Heteroptera): Redescription of a giant water bug from Crato Formation, Lower Cretaceous of Brazil. **Cretaceous Research**, v. 124, 2021b.

MOURA-JUNIOR, D. A.; SCHEFFLER, S. M; FERNANDES, A. C. S. A Paleontomofauna Brasileira: Cenário Atual. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 41, n. 1, p. 142-166, 2018.

MOURA-JUNIOR, D. A.; SCHEFFLER, S. M; SANTOS, M. F. A; FERNANDES, A. C. S. CONSIDERAÇÕES SOBRE A PALEOENTOMOFAUNA DA ORDEM HEMIPTERA DOCRETÁCEO INFERIOR SUL-AMERICANO. **Anais do 14º Simpósio de Geologia do Sudeste**, Campos do Jordão, São Paulo, 2015.

NEL, A.; PAICHELER, J. C. Les Gomphidaefossiles. Un inventaire critique (Odonata: Gomphidae). **Annales de la Société Entomologie de France (n.s.)**, v. 30, p. 55–77, 1994.

NEL, A.; POPOV, Y. A. The oldest known fossil Hydrometridae from the Lower Cretaceous of Brazil (Heteroptera: Gerromorpha), **Journal of Natural History**, v. 34, p. 2315-2322, 2000.

NEUMANN, V.H.; BORREGO, A.G.; CABRERA, L.; DINO, R. Organic matter composition and distribution through the Aptian-Albian lacustrine sequences of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Int J Coal Geol**, v. 54, p. 21-40. 2003.

OHBA, S. Y. Ecology of giant water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae). **Entomological Science**, v. 22, p. 6–20, 2019.

OSÉS, G. L.; PETRI, S.; BECKER-KERBER, B.; ROMERO, G. R.; RIZZUTTO, M. de A.; RODRIGUES, F.; GALANTE, D.; DA SILVA, T. F.; CURADO, J. F.; RANGEL, E. C.; RIBEIRO, R. P.; PACHECO, M. L. A. F.; Deciphering the preservation of fossil insects: a case study from the Crato Member, early cretaceous of Brazil. **PeerJ**, e2756, 2016.

OSÉS, G. L.; PETRI, S.; VOLTANI, C. G.; PRADO, G. M. E. M.; GALANTE, D.; RIZZUTTO, M. A.; RUDNITZKI, I. D.; DA SILVA, E. P.; RODRIGUES, F.; RANGEL, E. C.; SUCERQUIA, P. A.; PACHECO, M. L. A. F. Deciphering pyritization-kerogenization gradient for fish soft-tissue preservation. **Sci. Rep.**, v. 7, p. 1–15, 2017.

PÊGAS, R.; LEAL, M.; DAMGAARD, J. A surprisingly derived hydrometrid (Hemiptera, Gerromorpha) from the Crato Formation, Early Cretaceous of Brazil. **Historical Biology**, 2017. vol. 30, p. 1-8.

PELLA, C.; NEL, A. The oldest water scorpion discovered in the Early Cretaceous Crato Formation (Hemiptera: Nepidae). **Palaeoentomology**, v. 3, n. 3, p. 301-308, 2020.

PINTO, I.D. **A second new blattoid from the Cretaceous of Brazil.**In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Curitiba. Resumo das Comunicações, p.295-300,1989.

PINTO, J. D.; ORNELLAS, L. P. New Cretaceous Hemiptera (Insects) from Codó Formation – Northern Brazil. **Anais 28th Congresso Brasileiro do Geologia**, p. 289–304, 1974.

POPHAM, E. J. Dermaptera. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 195, p. 69-75, 1990.

POPOV, Y. A. Description of fossil insects. True bugs. Cimicina. In **Late Mesozoic insects of Eastern Transbaikalia**. Proceedings of the Paleontological Institute, Academy of Sciences, USSR, Nauka, p. 20–39, 1990.

POPOV, Y. A.; BECHLY, G. Heteroptera: bugs. In: MARTILL, D. M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. (eds) **The Crato Fossil Beds of Brazil**. Cambridge University Press, p. 317 – 327, 2007.

POPOV, Y. A. Peloridiina (=Coleorrhyncha) et Cimicina (=Heteroptera). In: **Insects in Early Cretaceous ecosystems of western Mongolia**. Tr Joint Soviet- Mongol Paleontol Exped, vol. 28, p. 47–84, 1986.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, G. C.; VAREJÃO, F. G.; BATTIROLA, L. D.; PESSOA, E. M.; SIMÕES, M. G.; WARREN, L. V.; RICCOMINI, C.; POYATO-ARIZA, F. J. Towards an actualistic view of the Crato Konservat-Lagerstätte paleoenvironment: a new hypothesis as an Early Cretaceous (Aptian) equatorial and semi-arid wetland. **Earth-Sci Rev**, v. 216, 2021.

RUF, M. L.; GOODWYN, P. P.; MARTINS-NETO, R. G. New Heteroptera (Insecta) from the Santana Formation, Lower Cretaceous (Northeastern Brazil), with description of a new family and new taxa of Naucoridae and Gelastocoridae. **Gaea**, v. 1, n. 2, p. 68-74, 2005.

SALISBURY, S.W.; FREY, E.; MARTILL, D.M.; BUCHY, M.-C. A new crocodylian from the Lower Cretaceous Crato Formation of north-eastern Brazil. **Palaeontographica Abteilung A**, v. 270, p. 3–47, 2003.

SANTOS FILHO, E. B.; ADAMI-RODRIGUES, K.; LIMA, F. J.; BANTIM, R. A. M.; WAPPLER, T.; SARAIVA, A. A. F. Evidence of plant-insect interaction in the Early Cretaceous Flora from the Crato Formation, Araripe Basin (Northeast Brazil): **Hist Biol**, v. 4, p. 1–12, 2017.

SARAIVA, A. A. F.; HESSEL, M. H.; GUERRA, N. C.; FARA, E. Concreções calcárias da Formação Santana, Bacia do Araripe: uma proposta de classificação. **Estudos Geológicos [UFPE]**, vol. 17, n. 1, p. 40-57, 2007.

SARAIVA, A. A. F.; BARROS, O. A.; BANTIM, R. A. M.; LIMA, F. J. **Guia para trabalhos de campo em paleontologia na Bacia do Araripe**. Inapas, 2015.

SARAIVA, A.A.F.; LIMA, F.J. ALCÂNTARA, O.A.B. & BANTIM, R.A.M. (2021). Guia de fósseis da Bacia do Araripe. 1º ed. Crato-Ceará. Governo do Estado do Ceará.

SCHUH, R. T.; SLATER, J. A. **True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history**. Cornell University Press, 1995.

SELDEN, P. A. A new tool for fossil preparation. **The Geological Curator**, v. 7, n. 9, 2003.

SELDEN, P.; NUDDS, J. The Santana and Crato Formations, in SELDEN, P.; NUDDS, J. (eds.), **Evolution of Fossil Ecosystems**: Elsevier, London, p. 202–218, 2012.

SHCHERBAKOV, D. E. The earliest leafhoppers (Hemiptera: Karajassidae n. fam.) from the Jurassic of Karatau. **Neues Jahrbuche fur Geologie und Palaontologie**, Monatshefte, v. 1, p. 39–51, 1992.

SNODGRASS, R.E., 1935, Principles of Insect Morphology: New York, **McGraw-Hill**, 667 p.

SZWEDO, J. Fulgoromorpha: planthoppers. In: MARTILL, D. M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. (eds) **The Crato Fossil Beds of Brazil**. Cambridge University Press, p. 317 – 327, 2007.

UEDA, K. A new palaeontinid species from the Lower Cretaceous of Brazil (Homoptera: Palaeontinidae). **Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History**, v.16, p. 99–104, 1997.

VAREJÃO, F. G.; WARREN, L. V.; SIMÕES, M. G.; FÜRSICH, F. T.; MATOS, S. A.; ASSINE, M. L. Exceptional preservation of soft tissues by microbial entombment: insights into the taphonomy of the Crato Konservat-Lagerstätte. **Palaos**, v. 34, n. 7, p. 331–348, 2019.

- WANG, Y. J.; DU, S. L.; YAO, Y. Z.; REN, D. A new genus and species of burrower bugs (Heteroptera: Cydnidae) from the mid-Cretaceous Burmese amber. **Zootaxa**, v. 4585, p. 351–359, 2019.
- WHALLEY, P. E. S. and E. A. JARZEMBOWSKI. 1985. Fossil insects from the lithographic limestone of Montsech (late Jurassic-early Cretaceous), Lerida Province, Spain. Bull. Br. Mus. nat. Hist., London, (**Geol.**), 38(5): 381-412.
- WILLIAMS, D. D. **The Biology of Temporary Waters**. Oxford University Press, New York, 2006.
- YAO, Y. Z.; CAI, W. Z.; REN, D. The first fossil Cydnidae (Hemiptera: Pentatomoidea) from the Late Mesozoic of China. **Zootaxa**, v. 1388, p. 59–68, 2007.
- ZAMBONI, J. C. Contribution to the knowledge of the aquatic paleoentomofauna from Santana Formation (Araripe basin, Lower Cretaceous, northeast Brazil) with description of new taxa. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 24, p. 129-135, 2001.
- ZAMBONI, J.C., MARTINS-NETO, R.G., POPOV, Y., 2002. Paranoikidae n. fam., a new Family of Nepoidea (Insecta, Heteroptera) from the Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeastern Brazil) Castro, Joel (Ed.), In: Boletim do 6º Simposio sobre o Cretaceo do Brasil/2do Simposio sobre el Cretacico de America del Sur. **UNESP**, pp. 71e76.
- ZHANG, W. et al. First description of fossil Naucoridae (Heteroptera: Nepomorpha) from late Mesozoic of China. **Acta Geologica Sinica-English Edition**, v. 85, n. 2, p. 490-500, 2011.
- ZHANG, W. T.; SONG, J. J.; YAO, Y. Z.; REN, D. A new fossil Saldidae (Hemiptera: Heteroptera: Leptopodomorpha) from the Early Cretaceous in China. **Zootaxa**, v. 3273, p. 63–68, 2012.
- ZHANG, W. T.; YAO, Y. Z.; REN, D. A new Early Cretaceous shore bug (Hemiptera: Heteroptera: Saldidae) from China. **Zootaxa**, v. 3647, p. 585–592, 2013.

ZHANG, W. T.; YAO, Y. Z.; REN, D. New shore bug (Hemiptera, Heteroptera, Saldidae) from the Early Cretaceous of China with phylogenetic analyses.

**Zookeys**, v. 130, p. 185–198, 2011.

## ANEXOS

1. Resumo apresentado no **27º Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Cidade: Cuiabá / Mato Grosso Local: Universidade Federal de Mato Grosso.



2. Resumo apresentado na **Paleo-Nordeste 2022**. Cidade: Crato/Ceará Local: Universidade Regional do Cariri.



3. Capítulo sobre Insetos Fósseis no Guia de fósseis da Bacia do Araripe.

