



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**LUCIENY RAQUEL DA COSTA E SILVA**

**TAXONOMIA DA CONCHOSTRACOFAUNA (SPINICAUDATA, CRUSTACEA) DA  
FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURÁSSICO SUPERIOR), PIAUÍ, BRASIL**

**FORTALEZA**

**2021**

LUCIENY RAQUEL DA COSTA E SILVA

TAXONOMIA DA CONCHOSTRACOFAUNA (SPINICAUDATA, CRUSTACEA) DA  
FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURÁSSICO SUPERIOR), PIAUÍ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S581t Silva, Lucieny Raquel da Costa e.  
Taxonomia da Conchostracofauna (Spinicaudata, Crustacea) da Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Piauí, Brasil / Lucieny Raquel da Costa e Silva. – 2021.  
61 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier.
1. Conchostraca. 2. Macrolimnadiopsis. 3. Cyzicus. 4. Bacia do Parnaíba. I. Título.
- CDD 551
-

LUCIENY RAQUEL DA COSTA E SILVA

TAXONOMIA DA CONCHOSTRACOFUNA (SPINICAUDATA, CRUSTACEA) DA  
FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURÁSSICO SUPERIOR), PIAUÍ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Aprovado em: 28/06/2021

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Daniel Costa Fortier (Orientador)

Universidade Federal do Piauí, *campus* de Floriano (UFPI/CAFS)

---

Profa. Dr. Alexandre Liparini Campos

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

---

Profa. Dra. Mírian Liza Alves Forancelli Pacheco

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

A ele que me ensinou a fazer barco de papel,  
pescar com garrafas, bater estopa e a cantar  
Xote das meninas de Luiz Gonzaga, à Cristino  
José Pinto (*in memoriam*) meu vovô.

## **AGRADECIMENTOS**

Deus é minha inspiração, minha fé e meu destino e a Ele agradeço sempre e em primeiro lugar, por todo amor e graça concedida ao longo da minha vida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro com manutenção da bolsa de auxílio sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

A Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, Profa. Cynthia Romariz pelo acolhimento e cuidado e aos professores do PPGGeo - UFC, pelo aprendizado durante as disciplinas e disponibilidade para tirar minhas dúvidas sempre que precisei.

Ao Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP) da Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral (UFPI-CAFS) pelo suporte e apoio durante todo o trabalho.

Ao Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Artrópodes, em nome do Prof<sup>o</sup> Élisson Fabrício que gentilmente disponibilizou os equipamentos e ensinou como manuseá-los.

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica- LME, Degeo-UFC, em nome do Geólogo Joel Pedrosa pela disponibilidade, paciência para ensinar o manuseio dos equipamentos e principalmente pela amizade.

Ao prof<sup>o</sup> Daniel Costa Fortier por ter aceitado o desafio de me orientar, obrigada pela paciência que vem tendo comigo desde a graduação.

A minha mãe Lucimar e meu pai Antônio pelo amor e cuidado, por sempre apoiar e respeitar minhas escolhas.

Aos amigos que mesmo distante torcem sempre por mim, em especial ao meu grupo da graduação Claudia, Elizangela, Iago, Jodeanny e Luana.

A minha querida amiga Layanne Santos, pelo carinho e disposição para ouvir minhas histórias, sejam elas tristes/felizes ou mesmo as sem pé nem cabeça. Obrigada por sua amizade e irmandade.

Aos amigos do PPGGeo-UFC que fizeram com que a Pós fosse um pouco mais leve, Adriana Trajano, Aline Damasceno, Daisy Oliva, Katia Sousa, Samara Freire. Obrigada

meninas pelo companheirismo, com vocês até o café de três dias e o purê com gosto de papelão ficam bons.

A Janiele que antes de me conhecer já mostrava sinais de amizade e parceria, obrigada por me ensinar os caminhos tortuosos da UFC e pelas palavras sempre calmas e sensatas. Obrigada também por ter me apresentado a Camila Praxedes, um anjo em minha vida. Obrigada Jani e Cami!

A Karla Janaísa que me acolheu tão bem em sua casa e na vida, que me incentiva e motiva a sempre buscar o que acredito. Sou grata a Deus por nossa amizade!

Ao meu parceiro de ICV Nailton Luz. Coisa boa é ter você como amigo! Obrigado por se fazer presente sempre, mesmo que seja para rir de mim rrsrs.

A Marcus Venicius Paiva que esteve comigo ao longo desses anos, sempre acreditou que tudo daria certo, me motivando a nunca desistir. Obrigada pelo carinho e cuidado.

A menina mais doce desse mundo, Raiany Moura. Sou muito grata a Deus por você fazer parte da minha vida, pela amizade que cativamos, pelos perrengues que passamos, pelos dias de gloria, pelo riso frouxo que conseguimos juntas mesmo nas piores situações. Obrigada por não desistir de mim, mesmo eu dizendo que não quero papo rrsrs. Obrigada pelo cuidado, obrigada por tudo!

E por fim, mas não menos importante, a Ana Emília Quezado, motivo pelo qual eu não desisti da Pós e de mim. E que sorte tenho, mesmo sendo zangada e rabugenta na maior parte do tempo, ainda assim, Deus coloca pessoas boas para cuidar de mim. Emília obrigada por enxergar algo bom em mim!

O correr da vida embrulha tudo,  
A vida é assim: esquenta e esfria,  
Aperta e daí afrouxa,  
Sossega e depois desinquieta.  
O que ela quer da gente é coragem.

Guimarães Rosa

## RESUMO

A conchostracofauna da Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Bacia do Parnaíba será apresentada neste trabalho. As amostras com os conchostráceos foram coletados em uma área denominada “Afloramento Taboquinha”, conhecida na literatura como “Muzinho”. Os níveis fossilíferos são localizados em folhelhos cinza-escuros, pretos e esverdeados, sedimentos finos de maciço a laminado, e são interpretados como sedimentação lacustre. A porção superior da Formação Pastos Bons contém gretas de ressecamento e sistemas de falhas, indicando um ambiente de muita energia e os níveis de pelito vão diminuindo de espessura em direção ao topo. Os conchostráceos foram coletados em diferentes níveis estratigráficos. Em laboratório, os exemplares foram desenhados através de câmara clara para a construção de uma estrutura retangular do contorno da valva, e a partir dos desenhos, medidas morfométricas precisas foram obtidas. Como resultado das análises, foi possível agrupar os espécimes em 4 grupos distintos, dois a nível de espécie *Cyzicus (Lioestheria) florianensis*, *Macrolimnadiopsis paloi* e dois a nível de gênero, *Pseudoestheria* e *Asmussia*.

**Palavras chaves:** conchostraca; *Macrolimnadiopsis*; *Cyzicus*; Bacia do Parnaíba; Muzinho.

## ABSTRACT

The conchostracan fauna of the Pastos Bons Formation (Upper Jurassic), Parnaíba Basin will be presented in this work. The samples were collected in an area called “Afloramento Taboquinha”, known in the literature as “Muzinho”. The fossiliferous levels are located in dark gray, black and greenish shales, fine sediments, from massive to laminate, and are interpreted as lacustrine sedimentation. The upper portion of the Pastos Bons Formation contains desiccation cracks and fault systems, indicating a high energy environment, and the pelite levels are decreasing in thickness towards the top. Conchostracans were collected at different stratigraphic levels. In the laboratory, the specimens were drawn to build a rectangular structure of the contour of the valve, and from the drawings, precise morphometric measurements were obtained. As a result of the analyses, it was possible to group the specimens into 4 distinct groups, two at the level of species, *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* and *Macrolimnadiopsis paloi*, and two at the level of genus, *Pseudoestheria* and *Asmussia*.

**Keywords:** conchostraca; *Macrolimnadiopsis*; *Cyzicus*; Parnaíba Basin; Muzinho.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. A. América do Sul com a localização da Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil. B. Formação Pastos Bons nos estados do Maranhão e Piauí. C. Município de Floriano. D. Afloramento Taboquinha e vias de acesso ----- 15
- Figura 2 – Reconstrução paleoambiental do lago da Formação Pastos Bons, Bacia do Parnaíba ----- 18
- Figura 3 – Terminologia e parâmetros de carapaça para medições da válvula lateral. A. Fotografia estereomicroscópico de *Cyzicus moderno* cf. *cycladoides* (Joly, 1842) do Azraq Playa (Jordânia) em vista lateral. Margem dorsal (MD), margem anterior (MA), margem posterior (MP), umbo (U), válvula larval (VL), linha de crescimento (LC), bandas de crescimento (BC). B. Desenho da mesma amostra. Comprimento (L), altura (H), comprimento da margem dorsal (l), altura da válvula larval (h), pontos de curvatura máxima das margens externas (MD max, MA max, MV max, MP max), parâmetro de curvatura (a,b,c,d,e) ----- 24

## LISTA DE ABREVIATURAS

a,b,c,d,e	Parâmetros de curvatura
AT	Afloramento Taboquinha
BC	Banda de crescimento
BP	Bacia do Parnaíba
FPB	Formação Pastos Bons
h	Altura da valva larval
H	Altura total da valva
l	Comprimento da margem dorsal
L	Comprimento total da valva
LC	Linha de crescimento
MA	Margem anterior
MA max	Curvatura máxima da margem anterior
MD	Margem dorsal
MD max	Curvatura máxima da margem dorsal
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MP	Margem posterior
MP max	Curvatura máxima da margem posterior
MV	Margem ventral
MV max	Curvatura máxima da margem ventral
U	Umbo

## **LISTA DE SIGLAS**

CAFS	Campus Amílcar Ferreira Sobral
LGP	Laboratório de Geologia e Paleontologia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPI	Universidade Federal do Piauí

## SUMÁRIO

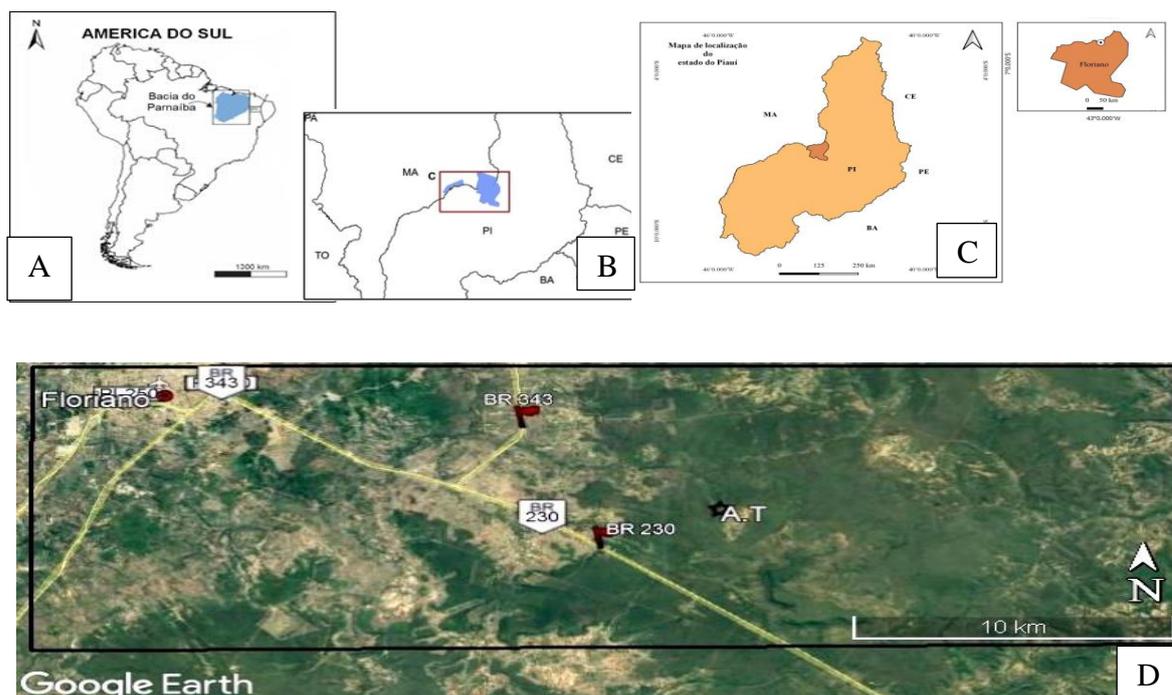
1	INTRODUÇÃO-----	15
2	OBJETIVOS-----	17
2.1	Objetivo Geral-----	17
2.2	Objetivo Específico-----	17
3	MESOZOICO DA BACIA DO PARNAÍBA-----	18
4	CONCHOSTRACA-----	20
5	MATERIAL E MÉTODOS-----	23
5.1	Atividades de campo-----	23
5.2	Atividades de laboratório-----	23
6	ARTIGO I-----	25
7	ARTIGO II-----	40
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	59
	REFERÊNCIAS-----	60

## 1 INTRODUÇÃO

A Bacia Sedimentar do Parnaíba (Figura 1) abrange praticamente toda a área dos estados do Piauí e do Maranhão, e parte dos estados da Bahia, Ceará, Pará e Tocantins (SILVA *et al.*, 2010). Representa uma área de crosta que foi capaz de receber e fixar uma espessura apreciável de sedimentos (BRITO, 1979). Posteriormente, a instalação de sistemas fluviais foi diacrônica com um sistema lacustre maciço (GÓES; FEIJÓ, 1994). Esse paleoambiente de baixa energia dominou a Bacia do Parnaíba durante o Jurássico Superior e Cretáceo Superior e é registrado nos depósitos da Formação Pastos Bons (CARDOSO *et al.*, 2017). A Formação Pastos Bons (Figura 1B), com base em seu conteúdo fossilífero, peixes, conchostráceos e ostracodes, atribui-se idade Jurássica Média a Superior. Esta formação é depositada em paleodepressões continentais, lacustres, com alguma contribuição fluvial, em clima semi-árido a árido (VAZ *et al.*, 2007).

Os trabalhos mais recentes estão focados nos vertebrados da Formação Pastos Bons e foram descritas as espécies *Semionotus* sp. (BRITO; GALLO, 2002), *Gondwanapleuropholis* (GALLO, 2005), *Batrachomumus piauihyenses* (MONTEFELTRO *et al.*, 2013), *Parnaibaia maranhaoensis* (YABUMOTO, 2008) e *Quasimodichthyes piauihyenses* (PAIVA; GALLO, 2018). Entretanto, quanto aos invertebrados, aproximadamente 45 anos que não há novas espécies descritas para esta unidade geológica.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. A. América do Sul com a localização da Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil. B. Formação Pastos Bons nos estados do Maranhão e Piauí. C. Município de Floriano. D. Afloramento Taboquinha e vias de acesso.



Fonte: **A, B.** adaptado de Cardoso *et al*, 2017; Cardoso *et al* 2020. **C.** IBGE Sirgas 2000, elaborado pelo software QGIS. **D.** criado em Google Earth.

O presente trabalho identifica e discute a taxonomia da conchastacofauna da Formação Pastos Bons, que foi historicamente estudado por Beurlen (1954); Mendes (1960); Cardoso (1962); Pinto; Purper (1974), e mais recentemente, em um trabalho de conclusão de curso de Pinheiro (2007).

As análises taxonômicas de conchostráceos presentes na Formação Pastos Bons serão apresentadas nesta dissertação sob a forma de artigos nos capítulos 6 e 7 respectivamente, que foram submetidos para publicação em periódicos científicos. Por este motivo, algumas considerações básicas relativas à geologia regional ou à metodologia aplicada para a identificação dos táxons serão repetidas nos artigos aqui anexados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar estudo taxonômico de novos registros fósseis da conchostracofauna da Formação Pastos Bons, Jurássico Superior, Bacia do Parnaíba.

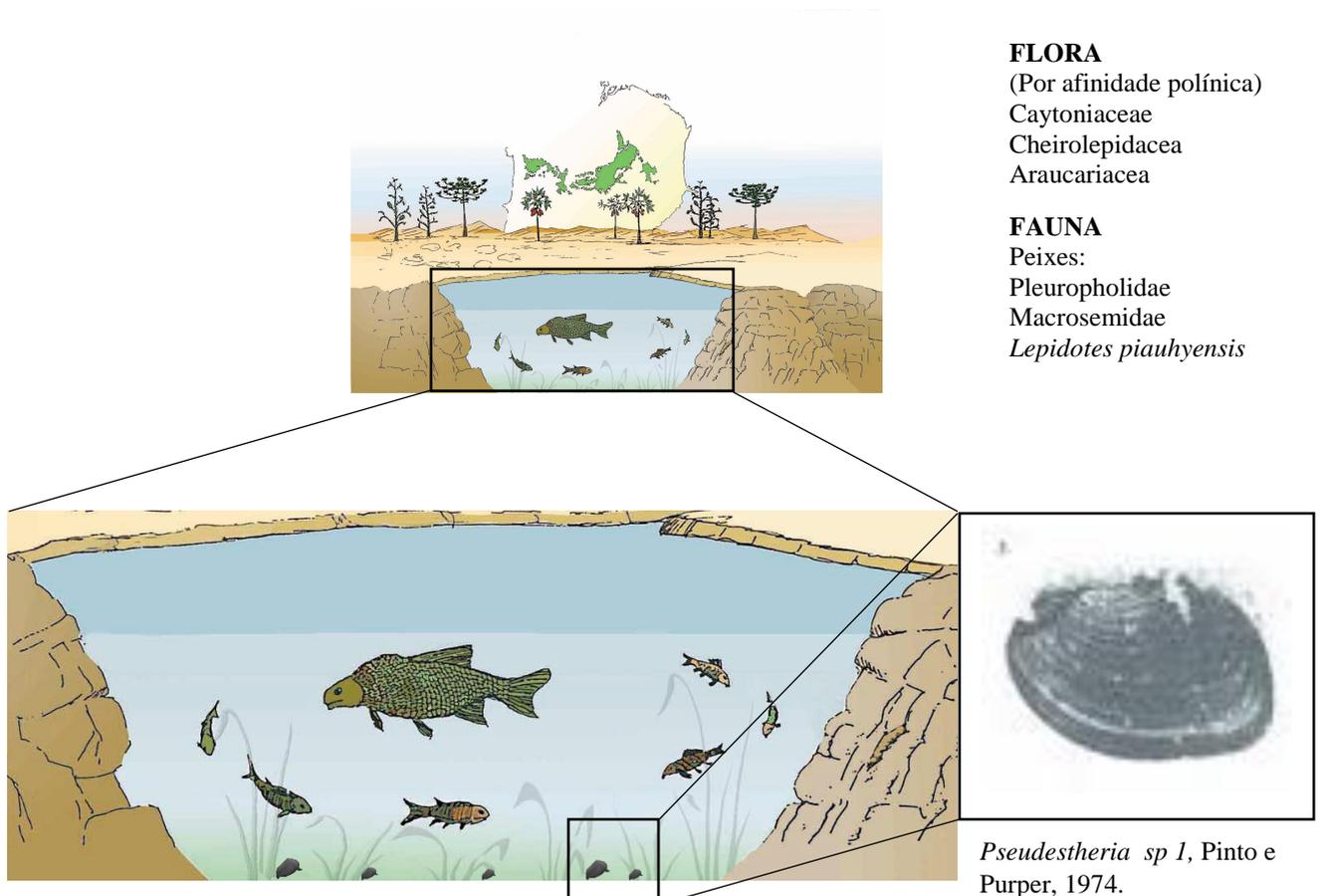
### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Realizar levantamento sobre o registro fóssil de conchostráceos das bacias interiores do Nordeste brasileiro;
- ✓ Caracterizar o gênero *Macrolimnadiopsis* de forma mais precisa a partir de novas amostras, usando evidências morfológicas e empregando uma nova metodologia;
- ✓ Apresentar novos registros fósseis e discutir a taxonomia dos conchostráceos, contribuindo com o conhecimento paleontológico e taxonômico da conchostracofauna da Formação Pastos Bons.

### 3 MESOZOICO DA BACIA DO PARNAÍBA

A sucessão Mesozoica da Bacia do Parnaíba inclui depósitos pouco compreendidos, principalmente devido aos dados escassos e à falta de informações sedimentológicas e/ou petrográficas detalhadas. A sequência diagenética dos arenitos da Formação Pastos Bons é notável e distinta em relação aos arenitos zeolíticos da Formação Corda na porção oeste da bacia. Essas diferenças são provavelmente resultado das rochas sobrepostas, de modo que os depósitos da Formação Pastos Bons se sobrepõem a uma porção sedimentar e paleozoica, enquanto a Formação Corda sobrepõe às rochas vulcânicas do Triássico (CARDOSO *et al*, 2018A). Romero e Ballén (2012); Rabelo e Nogueira (2015) já discutem tal afirmação e sugerem que a Formação Corda seja, também, Jurássica. Embora o posicionamento estratigráfico da Formação Pastos Bons seja muito questionado, o paleoambiente (Figura 2) desta unidade é definido, pela maioria dos autores, como lacustre com influência fluvial, em clima semiárido a árido (GÓES; FEIJÓ, 1994; PETRA, 2006; VAZ *et al*, 2007; ROMERO; BÁLLEN *et al*, 2013). Cardoso e colaboradores (2017) definiram um sistema de *flysch-like delta front* para esta unidade.

Figura 2: Reconstrução paleoambiental do lago da Formação Pastos Bons, Bacia do Parnaíba.



Historicamente, Lisboa (1914) criou os termos Série Mearim e Formação Corda, para basaltos e arenitos na parte superior (Triássico) do Rio Mearim, respectivamente. Este autor também criou o termo “Camadas Pastos Bons” para designar folhelhos e calcários verdes a marrom chocolate, os quais contêm lentes de opala, intercalados com arenitos brancos. Em seguida, o termo Grupo Mearim foi utilizado por Aguiar (1969) com o intuito de agrupar as Formações Mosquito, Corda e Sardinha à então intitulada Formação Pastos Bons. Góes e Feijó (1994) detalharam o Grupo Mearim e sugeriram que este é constituído pelas Formações Pastos Bons e Corda, interdigitadas e sobrepostas discordantemente sobre a Formação Mosquito e ao Grupo Balsas, além de serem sotopostas, em discordâncias, pelos depósitos cretáceos das Formações Sardinha, Grajaú Codó e Grupo Itapecuru. A partir de reavaliações feitas por Vaz *et al* (2007), a idade cretácea foi sugerida para a Formação Corda, o que deixou apenas a Formação Pastos Bons como representante do Jurássico na Bacia do Parnaíba.

#### 4 CONCHOSTRACA

Segundo Carvalho e Arai (2001), os conchostráceos (Spinicaudata) são pequenos artrópodes que fazem parte da fauna bentônica de ambientes aquáticos temporários. Esses organismos tem o corpo curto, comprimido lateralmente em uma carapaça bivalve, constituídas de quitina, e que, frequentemente, é o único elemento preservado no registro fóssil.

Os conchostráceos são crustáceos inseridos dentro da classe Branchiopoda. Essa classe divide-se em três ordens: Anostraca, Notostraca e Diplostraca. Já dentro da ordem Diplostraca há quatro subordens: Laevicaudata, Spinicaudata, Cyclestherida e Cladocera (MARTIN; DAVIS, 2001) que serão apresentadas a seguir.

A subordem Laevicaudata inclui somente a Família Lynceidae (MARTIN; DAVIS, 2001). Nessa família, a carapaça recobre somente o tronco, deixando a cabeça livre, por isso, esses organismos desenvolveram uma proteção nessa região.

Os Spinicaudata compreendem os conchostráceos vivos e fósseis mais abundantes, incluindo três das mais numerosas famílias recentes (Cyzicidae, Leptestheriidae e Limnadiidae). Caracterizam-se principalmente pela presença de uma concha bivalve ligado por uma simples dobra dorsal, a concha contém uma série de linhas de crescimento produzido pela retenção parcial das camadas da cutícula após a muda (MONFERRAN, 2015). Segundo Negrea, Botnariuc e Dumont (1999) conchostráceos apresentam carapaças que envolve todo o corpo do organismo, os apêndices dos dois primeiros segmentos são modificados em cláspes volumosos (somente nos machos), as antênulas são constituídas por dois segmentos, o número de apêndices corporais varia entre 16-32 pares e os olhos compostos não são fundidos.

A Subordem Cyclestherida, é constituída por uma única família monoespecífica (Cyclestheriidae), sendo representada pela espécie vivente *Cyclestheria hislopi*. Suas características gerais incluem um olho composto fundido, a carapaça recobrindo toda a extensão do corpo (NEGREA; BOTNARIUC; DUMONT, 1999), poucas linhas de crescimento (menos de 10), antênulas simples e um par de cláspes presentes no primeiro segmento (WILLIAMS, 1980).

A subordem Cladocera é representada por animais transparentes com cerca de 1mm de comprimento, conhecidos comumente como “pulgas da água”, tem uma carapaça fixada ao corpo que age sobretudo, envolvendo parte ou a totalidade do corpo, exceto a cabeça. Todas as espécies possuem um único olho composto preto. Os Cladoceros ocorrem em todos os habitats de água doce, como lagos, rios e riachos, e são largamente utilizados como organismos-

testes em ensaios de ecotoxicidade devido à rápida reprodução assexuada e extrema sensibilidade aos tóxicos no ambiente (DODSON *et al*, 2010; CASTRO-CATALÀ, 2015).

É importante compreender que a taxonomia dos fósseis se baseia na morfologia da concha e na ornamentação das faixas de crescimento, uma vez que as partes moles raramente são fossilizadas (MONFERRAN, 2015). Já a sistemática dos conchostráceos atuais são usados, além dessas, outras características que acabam por facilitar a classificação. Tasch (1969) mencionou que os conchostráceos fósseis não seriam mais antigos que o Devoniano. Em alguns registros neopaleozoicos, os conchostráceos aparecem associados a organismos marinhos, enquanto os fósseis de períodos mais recentes parecem evidenciar ambientes semelhantes aos habitados pelas formas modernas.

A pesquisa sobre os conchostráceos fósseis nas bacias do Nordeste Brasileiro é extensa, abrangendo diversos trabalhos, como os de Carvalho (2001) sobre a Bacia de Padre Marcos; Carvalho e Arai (2001) na Bacia Sergipe-Alagoas; Lana e Carvalho (2001) da Bacia Potiguar; Carvalho (2006); Gallego e Martins-Neto (2006) com os conchostráceos da Bacia de São José do Belmonte, entre outros.

As espécies de conchostráceos fósseis são abundantes e amplamente distribuídos. Através das características morfológicas das espécies de conchostracofauna da Bacia de Padre Marcos CARVALHO (2001) identificou as espécies *Cyzicus brauni* Cardoso, 1966 e *Cyzicus pricei* Cardoso, 1966. Estas espécies ocorreriam em paleoambientes de lagos efêmeros, associados a ostracodes, microgastrópodes e fragmentos vegetais.

Carvalho (2006) analisou os conchostráceos provenientes dos folhelhos da Lagoa da Areia, Bacia de São José do Belmonte (Estado de Pernambuco), reconhecendo cizicídeos atribuídos a *Cyzicus brauni*. Trata-se de uma espécie frequente em outras Bacias do interior do Nordeste (Jatobá, Sousa, Uiraúna, Iguatu, Malhada Vermelha, Rio Nazaré, Padre Marcos e Araripe) e com grandes semelhanças anatômicas com espécies oriundas de Bacias africanas.

Para o Mesozoico da Bacia do Parnaíba, os seguintes conchostráceos já foram identificados, *Palaeolimnadiopsis pauloi*, *Echinostheria semigibosa*, *Liotheria florianensis*, *Liotheria* sp., *Pseudedestheria* sp. 1 *Pseudedestheria* sp. 2 e *Asmussia* (?) sp. (BEURLLEN, 1954; MENDES, 1960; CARDOSO, 1962). Pinto; Purper (1974) identificaram espécimes do gênero *Macrolimnadiopsis*, que estavam associados à ictiofauna da fazenda Muzinho.

Dentro da paleontologia muitos trabalhos relacionados aos invertebrados, principalmente conchostráceos, necessitam de revisões taxonômica, pois é comum encontrar

descrições subjetivas. O estado de preservação e a quantidade reduzida de amostras muitas vezes dificultam a identificação da morfologia desses fósseis. Deste modo, os autores acabam por identificar utilizando imagens as vezes de baixa qualidade, gerando assim controvérsias nos resultados.

Apesar de um número considerável de autores terem estudado os cochostráceos da formação Pastos Bons, os exemplares eram os mesmos, o que impossibilitava comparações mais efetiva. Este trabalho retoma as pesquisas com conchotráceos da Formação Pastos Bons, uma oportunidade de discutir e aplicar métodos de identificação diferente das utilizadas por Beurlen (1954) e Pinto e Purper (1974), além da tentativa de uma caracterização sistemática mais atualizada e acurada destes fósseis.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Atividades de campo

As atividades de campo para este trabalho ocorreram no segundo semestre de 2019 pela equipe do Laboratório de Geologia e Paleontologia da Universidade Federal do Piauí (LGP/UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral, Floriano-PI. O afloramento está localizado na comunidade Taboquinha (06° 49.396' S, 042° 51.956' W, *datum* WGS94), a 16,5 km da cidade de Floriano, estado do Piauí (Figura 1, C-D).

Foram coletados exemplares de peixes do gênero *Quasimodichthys* (PAIVA; GALLO, 2018) e junto a eles conchostráceos em vários níveis estratigráficos. A área de coleta (Figura 1D) está inserida no afloramento conhecido na literatura como Muzinho. Neste trabalho, denominaremos a localidade como Taboquinha, uma vez que não há informações geográficas precisas sobre a localidade Muzinho.

### 5.2 Atividades de laboratório

Os conchostráceos aqui estudados estão depositados na Coleção Científica do Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP), localizada na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral (CAFS). Foram coletadas aproximadamente 100 amostras de rochas sedimentares. Cada amostra contém de 1 a 9 espécimes completos e/ou parcialmente completos. Dasquelas, 51 amostras foram tombadas e catalogadas sob os números de tombo: LGP-1664-1704; LGP-1851-1858; LGP-1896-1897 e LGP-1960-1963.

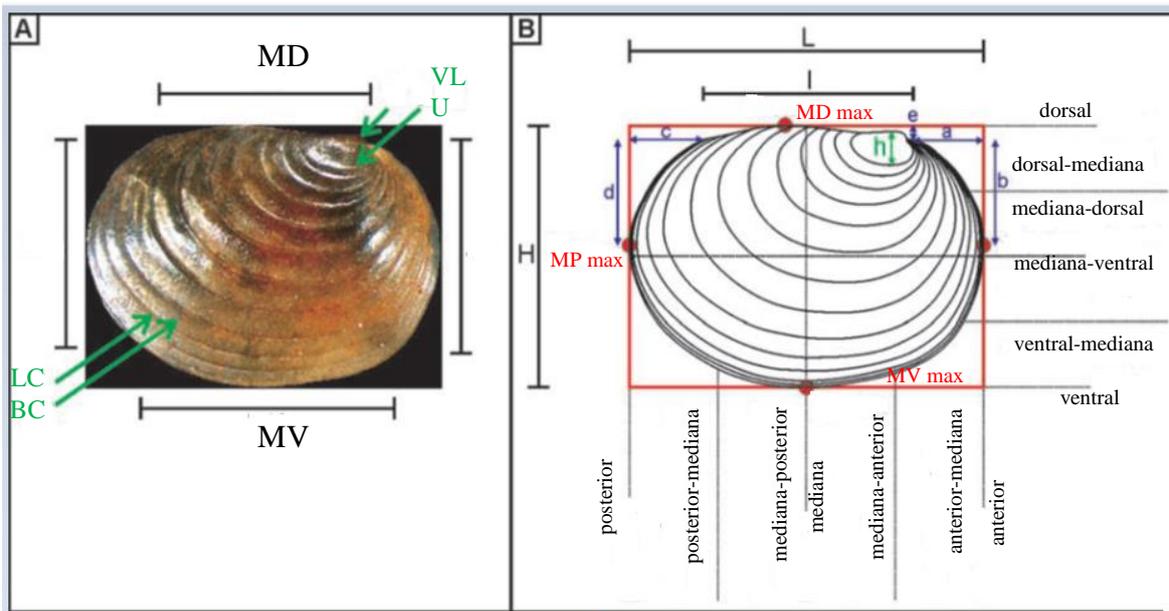
Os dados morfométricos foram obtidos através dos parâmetros estabelecidos por Scholze; Schneider (2015), incluindo L: comprimento total da valva; l: comprimento total da margem dorsal; H: altura total da valva; h: altura da valva larval; a: distância da margem dorsal ao ponto máximo de curvatura da margem anterior; b: altura do ponto máximo de curvatura da margem anterior para a margem dorsal; c: distância da margem dorsal ao ponto máximo de curvatura da margem posterior; d: altura do ponto máximo de curvatura da margem posterior para a margem dorsal; e: distância do ponto máximo do umbo a margem dorsal; além dos parâmetros comparativos de tamanho, posição e formato do umbo. As razões usadas para a obtenção dos coeficientes de forma são: L/H, H/L, l/L, h/H, a/b, c/d, e/l, d/e (SCHOLZE; SCHNEIDER, 2015).

Quando não foi possível aplicar o método criado por Scholze; Schneider (2015), aplicou-se o método tradicional de Tasch (1987). Neste método a análise ocorre a partir das características morfológica da carapaça. Contudo, ao analisar as carapaças deve-se ter o cuidado, pois algumas alterações tafonômicas podem ocorrer nas carapaças durante a diagênese

como deformação, dissolução, precipitação de carbonatos ou óxidos sobre os moldes, variações interespecíficas relacionadas a diferentes estágios ontogenéticos, dimorfismo sexual, possíveis doenças ou fatores genéticos, fatores ambientais que podem proporcionar menor ou maior espaçamento entre as linhas de crescimento e até mesmo alteração intempérica recente (MONFERRAN, 2015).

Para aplicação dos métodos (SCHOLZE; SCHNEIDER, 2015; TASCH, 1987), os exemplares foram desenhados através de câmera clara para a construção de uma estrutura retangular no contorno da valva (Figura 04). Os espécimes foram analisados e fotografados com o auxílio de microscópio estereoscópio com câmera acoplada.

Figura 3: Terminologia e parâmetros de carapaça para medições da válvula lateral. A. Fotografia estereomicroscópica de *Cyzicus cf. cycladoides* moderno (Joly, 1842) do Azraq Playa (Jordânia) em vista lateral. Margem dorsal (MD), margem anterior (MA), margem posterior (MP), margem ventral (MP), umbo (U), valva larval (VL), linha de crescimento (LC), bandas de crescimento (BC). B. Desenho da mesma amostra. Comprimento (L), altura (H), comprimento da margem dorsal (l), altura da valva larval (h), pontos de curvatura máxima das margens externas (MD max, MA max, MV max, MP max), parâmetro de curvatura (a, b, c, d, e)



É importante ressaltar que a taxonomia dos fósseis se baseia na morfologia da valva e na ornamentação das faixas de crescimento, uma vez que as partes moles raramente são fossilizadas (MONFERRAN, 2015) assim, as descrições e dados morfométricos foram baseados nas valvas que foram encontradas preservadas.

## 6 ARTIGO I

### SOBRE A PRESENÇA DE *MACROLIMNADIOPSIS* BEURLEN, 1954 (SPINICAUDATA, CRUSTACEA) FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURASSICO SUPERIOR, BACIA DO PARNAÍBA)

LUCIENY RAQUEL DA COSTA E SILVA, ANA EMILIA QUEZADO DE FIGUEIREDO E DANIEL  
COSTA FORTIER

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 912. CEP: 60455-760, Fortaleza, CE, Brasil.

Laboratório de Geociências e Paleontologia – LGP, Universidade Federal do Piauí – UFPI, *Campus* Amílcar Ferreira Sobral – CAFS, BR 343 - Km 3,5 S/N Bairro Meladão, 64808-605, Floriano, Piauí, Brasil.

lucienydacostaesilva@gmail.com, fortier@ufpi.edu.br

#### Abstract

ON THE PRESENCE OF *MACROLIMNADIOPSIS* BEULEN, 1954 (SPINICAUDATA, CRUSTACEA) IN THE PASTOS BONS FORMATION (PARNAIBA BASIN)

The genus *Macrolimnadiopsis* Beurlen, 1954, was described based on fossils from the Pastos Bons Formation (Upper Jurassic) of the Parnaíba Basin. At the time, the author used a specimen whose valves were immature and fragmented. As a result, some characteristics were not accurately observed, and several studies question the validity of this genus. The present study performs a more precise characterization of the genus *Macrolimnadiopsis*, using morphological evidence from new fossils with exceptional preservation, and employing a new methodology. The material analyzed here comes from the Taboquinha Locality in Floriano-PI, Brazil. For the characterization of the specimens, morphometric data were collected from the contour drawings of the valves. In general, they were organisms with very large carapace, with straight dorsal margin and the umbos does not exceed the dorsal margin. After analyzing and comparing to correlated genera, the specimens were identified as *Macrolimnadiopsis pauloi* Beurlen, 1954.

**Key words:** Conchostracans, Jurassic, Parnaiba Basin

#### Resumo

O gênero *Macrolimnadiopsis* Beurlen, 1954, foi originalmente definido a partir de amostras coletadas na Formação Pastos Bons (Jurássico Superior) da Bacia do Parnaíba. Na ocasião, o autor utilizou um espécime cuja carapaça era imatura e quebrada, além de amostras fragmentadas. Com isso, algumas características não foram observadas com precisão, e vários trabalhos questionam a validade desse gênero. O presente estudo realiza uma caracterização mais precisa do gênero *Macrolimnadiopsis*, usando evidências morfológicas a partir de novas amostras com preservação excepcional e empregando uma nova metodologia. O material aqui analisado é proveniente do Afloramento Taboquinha em Floriano-PI. Para a caracterização dos espécimes foram obtidos dados morfométricos a partir de desenhos do contorno das valvas. De modo geral, foram organismos de carapaça muito grande, com margem dorsal reta e o umbo

não ultrapassa a linha da margem dorsal. Após analisar e comparar as amostras com espécies e gêneros correlatos, os espécimes foram identificados com *Macrolimnadiopsis pauloi* Beurlen, 1954.

**Palavras-chaves:** Conchostraca, Jurássico, Bacia do Parnaíba

## INTRODUÇÃO

*Macrolimnadiopsis* Beurlen (1954), foi originalmente definido a partir de amostras coletadas na Formação Pastos Bons (Jurássico Superior) da Bacia do Parnaíba (Beurlen 1954; Vaz et al. 2007). Na ocasião, o autor utilizou um espécime cuja carapaça era imatura e quebrada, além de amostras fragmentadas. Com isso, algumas características não foram observadas com precisão, e vários trabalhos questionam a validade desse gênero como: Mendes (1960); Cardoso (1962). Pinto & Purper (1974) analisaram outras amostras provenientes do mesmo afloramento dos materiais de Beurlen, e levando em consideração todas as discussões levantadas anteriormente para esse gênero, os autores afirmam que *Macrolimnadiopsis* é um gênero válido e que as espécies *Palaeolimnadiopsis* sp. de Cardoso (1962) e *Palaeolimnadiopsis jonesis* Mendes (1960) devem ser realocadas no gênero *Macrolimnadiopsis*.

Tasch (1969), levando em consideração as amostras incompletas de Beurlen, concorda com Mendes (1960) de que o material de Beurlen pertenciam ao gênero *Palaeolimnadiopsis*. Posteriormente, Tasch (1987) analisando as amostras de Pinto & Purper (1974), que por sua vez eram abundantes e de preservação comparativamente melhor em relação as de Beurlen, permitiu-se uma compreensão morfológica mais clara do gênero e das espécies de Beurlen. Ao fim desta análise, Tasch (1987) concorda com Pinto & Purper (1974) de que *Macrolimnadiopsis* é um gênero válido e muito distinto de *Palaeolimnadiopsis*.

Além do Brasil, o gênero *Macrolimnadiopsis* é registrado na Formação Kamthi, Índia (Ghosh, 2011; 2012). Anteriormente, Ghosh (1994) descreveu esse material como pertencendo ao gênero *Palaeolimnadiopsis*, no entanto em seus dois trabalhos mais recentes (Ghosh, 2011; 2012) o autor retoma suas pesquisas e retorna o material da Formação Kamthi como pertencendo a *Macrolimnadiopsis mitrai*. No Brasil, o gênero *Macrolimnadiopsis* era registrado para a formação Pastos Bons, Bacia da Parnaíba (Beurlen, 1954; Pinto & Purper, 1974) e Formação Aliança, Bacia Mirandiba, Grupo Bahia (Pinto & Purper, 1974).

Cardoso (1966) realoca o gênero *Macrolimnadiopsis* do Grupo Bahia como *Palaeolimnadiopsis*, concordando com Mendes (1960), no entanto Pinto & Purper (1974) sugerem que a mesma seja considerada *M. barbosai*.

Pinto & Purper (1974) levam em consideração o material fazer parte do Grupo Bahia, que o gênero *Macrolimnadiopsis* tem distribuição até o Jurássico Superior, além da posição do umbo na margem dorsal, forma de linhas de crescimento, proporção comprimento-altura. Rohn & Cavalheiro (1996) revisaram o material da Formação Aliança e atribuíram ao gênero *Palaeolimnadiopsis*.

O objetivo desse estudo é uma caracterização mais precisa do gênero *Macrolimnadiopsis*. Aqui serão usadas evidências morfológicas a partir de novas amostras com preservação excepcional, empregando a metodologia de Scholze & Schneider (2015).

## GEOLOGIA DA FORMAÇÃO PASTOS BONIS

A Formação Pastos Bons é uma das mais notáveis unidades litoestratigráficas aflorantes, dentre as rochas mesozoicas da Bacia do Parnaíba (Figura 01), depositada em paleodepressões continentais, lacustres, com alguma contribuição fluvial, em clima semiárido a árido (Vaz et al, 2007). Esse paleoambiente de baixa energia dominou a Bacia do Parnaíba durante o Jurássico Superior-Cretáceo Superior e é registrado nos depósitos da Formação Pastos Bons (Cardoso et al, 2017).

Para Cardoso e colaboradores 2018b, o folhelho Muzinho inclui os únicos leitões fossilíferos abundantes conhecidos para a Formação Pastos Bons. A ictiofauna representa assembleia politípica, cujos fósseis são encontrados completos. Os tamanhos dos espécimes são variáveis (até 30 cm), e são encontrados indivíduos jovens e adultos no mesmo horizonte.

Os afloramentos (Figura 02), são interpretados como sedimentação lacustre. Os níveis fossilíferos são localizados em folhelhos cinza-escuros, pretos e esverdeados, sedimentos finos de maciço a laminado. Na parte superior da formação, contém gretas de ressecamento e sistemas de falhas, indicando um ambiente de muita energia e os pacotes de pelito vão diminuindo de espessura em direção ao topo. A porção maciça, fossilífera, é intercalada por pelito, nível laminado alternando com a gipsita, além de arenito fino a grosso com estrutura acanaladas ocorrendo repetidamente ao longo de alguns metros, formando um "Ritmito arenito/pelito". (Cardoso et al 2018b; Cardoso et al 2019)

## MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades de campo para este trabalho ocorreram no segundo semestre de 2019 pela equipe do Laboratório de Geologia e Paleontologia da Universidade Federal do Piauí (LGP/UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral, Floriano-PI. A área de coleta (Figura 2) está inserida no afloramento conhecido na literatura como Muzinho. Denominamos a localidade como Taboquinha, em referência à comunidade mais próxima, uma vez que não há informações geográficas precisas sobre a localidade Muzinho.

Os conchostráceos aqui estudados estão depositados na Coleção Científica do LGP, localizada na Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral (UFPI/CAFS).

Foram coletadas aproximadamente 100 amostras, cada amostra contém de 1 a 9 espécimes completos e/ou parcialmente completos, destas amostras, 51 foram tombadas e catalogadas. Sob os seguintes números tombo: LGP-1664 -1704; LGP-1851-1858; LGP-1896-1897 e LGP-1960-1963. Para este trabalho foram utilizadas as amostras LGP-1665, LGP-1681, LGP-1683a, LGP-1683b, LGP- 1851, LGP- 1897 e LGP-1960, seguindo a metodologia de Scholze & Schneider (2015) para a caracterização.

Os dados morfométricos obtidos foram os seguintes. L: comprimento total da valva; l: comprimento total da margem dorsal; H: altura total da valva; h: altura da valva larval; a: distância da margem dorsal ao ponto máximo de curvatura da margem anterior; b: altura do ponto máximo de curvatura da margem anterior para a margem dorsal; c: distância da margem dorsal ao ponto máximo de curvatura da margem posterior; d: altura do ponto máximo de curvatura da margem posterior para a margem dorsal; e: distância do ponto máximo do umbo a margem dorsal; além dos parâmetros comparativos de tamanho, posição e formato do umbo. As razões usadas para a obtenção dos coeficientes de forma são: L/H, H/L, l/L, h/H, a/b, c/d, e/l, d/e (Scholze & Schneider; 2015).

Para aplicação do método de Scholze & Schneider (2015), os exemplares foram desenhados através de câmera clara para a construção de uma estrutura retangular no contorno da valva (Figura 3). Os espécimes foram analisados e fotografados com o auxílio de microscópio estereoscópio com câmara acoplada (Nikon, SMZ18). É importante ressaltar que a taxonomia dos fósseis se baseia na morfologia da concha e na ornamentação das faixas de crescimento, uma vez que as partes moles raramente são fossilizadas (Monferran, 2015) assim, as descrições e dados morfométricos foram baseados nas valvas preservadas.

A metodologia de Scholze & Schneider (2015) foi acompanhada durante todo o estudo de pesquisas bibliográficas, comparações com outros artigos e metodologias e a partir dessas análises comparativamente fina, chegamos a uma identificação mais precisa dos espécimes.

#### SISTEMÁTICA PALEONTOLOGICA

Ordem DIPLOSTRACA Gerstaecker, 1866

Subordem SPINICAUDATA Linder, 1945

Familiar LIMNADIIDAE Baird, 1849

Gênero *Macrolimnadiopsis* Beurlen, 1954

Espécie *Macrolimnadiopsis pauloi*

**Fig.:** Figura 4 (A-F)

**Material:** LGP-1665, LGP-1681, LGP-1683a, LGP-1683b, LGP- 1851b, LGP- 1897 e LGP-1960

**Procedência:** Afloramento Taboquinha, Localidade L3, Bacia do Parnaíba, Município de Floriano, Piauí.

**Medições:** H = 3,95 mm; h = 0,95 mm; L = 7,95mm; l = 6,4mm; H/L = 0,25mm; l/L = 0,45mm; L/H = 1 mm; h/H = 0,12mm; a = 1,3mm; b = 1,5mm; c = 0,25mm; d = 0,25mm; a/b = 0,43mm; c/d = 0,8mm; e/l = 0,01mm.

**Caracterização:** O espécime de menor dimensão (LGP-1665) é o melhor preservado, por este motivo foi utilizado para fazer todas as medições do método de Scholze & Schneider (2015). As medidas dos demais, encontram-se na Tabela 1. Deste modo, seguindo a caracterização temos: carapaça muito grande com 3,95mm altura por 7,95mm de comprimento, com formato oval alongado (H/L= 0,25); margem dorsal reta muito curta (l/L = 0,40mm); valva larval muito grande (h/H= 0,12); valva larval (umbo) na região marginal a inframarginal não ultrapassando a linha da margem dorsal; 15 linhas de crescimento, nesse espécime as linhas próximas a margem ventral se aproximam, e à medida que seguem na direção da margem dorsal, essas se distanciam consideravelmente. Intensidade de curvatura máxima na margem dorsal (e/l = 0,01) em linha reta, ou seja, curvatura inexistente. O ponto de curvatura máxima da margem posterior, localiza-se na margem póstero-dorsal, o ponto máximo da margem

anterior, localiza-se na margem anterior-mediana dorsal, o ponto máximo ventral, localiza-se na margem ventral-medial posterior e o ponto máximo dorsal, localiza-se na margem dorsal-posterior medial.

O espécime LGP-1681, tem 22 linhas de crescimento e preservação quase que completa. Enquanto que o espécime 1897 apresentando apenas a parte media-posterior da concha, tem seu tamanho duas vezes maior que o espécime LGP-1681. As linhas de crescimento de LGP-1897, é a mesma de LGP-1665, 15 LC. Os espécimes LGP-1681 e LGP-1897 tem conchas na cor castanho escuro, sendo que nas linhas de crescimento a cor escura fica mais acentuada do que a cor da superfície da cocha.

Os espécimes LGP-1683a e LGP-1851b preservaram-se apenas a região médio-anterior da valva, assim como no espécime LGP-1897. No entanto, em LGP-1897, a película que cobre as valvas e dá o tom marrom-escuro não está preservado, ainda assim, as linhas de crescimento estão marcadas, assim como em LGP-1683a e LGP-1851b. Na amostra LGP-1960, dois espécimes encontram-se sobrepostos, seus tamanhos são relativamente iguais.

**Discussão:** *Macrolimnadiopsis* é um gênero da família Limnadiidae Baird, 1849 caracterizado por seu tamanho relativamente grande, pelo número reduzido de linhas de crescimento, mais densamente disposta na porção anterior da valva, pela margem dorsal reta e comprida, formando ângulos com as margens anteriores e posterior e pelo umbo que não é proeminente, e não se projeta adiante da linha da margem dorsal.

Assim, Beurlen, 1954, denominou os espécimes do Muzinho, após comparar com espécies dos gêneros *Palaeolimnadiopsis* e *Estheriina*. *Macrolimnadiopsis*, se encontra morfológicamente entre ambas, sem concordar, entretanto, com a definição de um, ou de outra.

Tasch 1987, fez novas análises desses materiais e levantou pontos sobre o posicionamento de espécimes desse gênero ser *Macrolimnadiopsis* (Beurlen, 1954; Pinto & Purper, 1974) ou *Palaeolimnadiopsis* (Raymond, 1946; Mendes, 1960; Cardoso, 1962). Contudo, após análises comparativamente fina dos espécimes, Tasch concorda que eles pertenciam ao gênero *Macrolimnadiopsis*, destacando algumas características como, válvulas grandes, dimórficas, com uma carapaça quase sub-retangular que se expande posteriormente; margem dorsal ligeiramente côncava sobre o setor umbonal; o umbo pequeno e aparentemente não se elevou acima da margem dorsal; variação do número da faixa de crescimento; espaçamento anterior ao umbo, mas mais amplo ao longo da margem dorsal à

margem posterior; duas formas de válvulas: a mais estreita é inferida para caracterizar os machos; as válvulas mais largas, fêmeas.

O gênero *Macrolimnadiopsis* no Brasil é identificado nas formações Pastos Bons, Jurássico Superior, *M. pauloi*, Beurlen (Pinto & Purper, 1974), espécimes com curvatura póstero-dorsal, margem dorsal longa e reta, côncava em espécimes masculinos, umbo alongado definido anteriormente; e formação Aliança, Grupo Bahia, *M. barbosai* Cardoso (Pinto & Purper, 1974), curvatura ântero-dorsal (menos proeminente) e póstero-dorsal, umbo pequeno localizado anteriormente.

*Macrolimnadiopsis pauloi*, de Pinto & Purper, 1974 difere acentuadamente da espécie *Palaeolimnadiopsis carpenteri* Raymond, 1946. Em *M. pauloi* por exemplo, a carapaça mais longitudinalmente sub-retangular contrasta com o robusto e subovado *P. carpenteri*; colocação e elevação umbonal inserido a partir da margem anterior em *M. pauloi* mas terminal em *P. carpenteri*. O terminal umbonal é moderado e não acima da margem dorsal em *M. pauloi*, mas proeminente e acima da margem dorsal em *P. carpenteri*, a natureza da curvatura recurvou as últimas faixas de crescimento projetam-se além da margem posterior *M. pauloi*, mas não projetam em *P. carpenteri*.

Todas as características acima citadas para *Macrolimnadiopsis pauloi* assemelham aos espécimes do presente trabalho, assim, estes foram identificados como *Macrolimnadiopsis pauloi* sendo necessário comparações com outras espécies do gênero *Macrolimnadiopsis* na busca de melhor posicionar esses novos espécimes.

Adicionalmente, foram feitas comparações com *Palaeolimnadiopsis*, pois apesar de pertencerem a gêneros e famílias distintas, apresentam semelhanças morfológicas, e tais semelhanças geram discussões sobre o posicionamento taxonômico dos organismos estudados.

*Macrolimnadiopsis pauloi* apresenta margem dorsal aparentemente reta e apoptose bastante acentuado na porção superior da margem posterior; valva larval muito grande e linhas de crescimento bastante espaçadas e grossas, sendo essas linhas uma característica marcante do gênero *Palaeolimnadiopsis*; recurvamento das linhas de crescimento próxima a região dorsal tanto na margem posterior quanto na margem anterior. *Macrolimnadiopsis pauloi* se difere de *P. suarezi*, Mezzalira 1974, sobretudo, quanto ao formato da carapaça, oval em *P. suarezi* e oval alongada em *Macrolimnadiopsis pauloi*. A valva larval é anterior, muito pequena, alinhada com a margem dorsal, é pouco proeminente e sua posição na

margem dorsal é marginal em *P.suarezi*, enquanto em *Macrolimnadiopsis pauloi*, a valva larval é muito grande ( $h/H= 0,12$ ); localizada na região marginal a inframarginal não ultrapassando a linha da margem dorsal. Em *Macrolimnadiopsis pauloi*, as linhas de crescimento são bastante espessas, próximas umas das outras perto da valva larval e mais distantes conforme maior a proximidade da margem posterior, assim, como em *P.suarezi*.

*Macrolimnadiopsis pauloi* se difere também, de *Palaeolimnadiopsis subalata* Reed 1929, pois possui uma carapaça com formato subelíptico e o espaçamento entre as linhas de crescimento é relativamente uniforme. *Macrolimnadiopsis pauloi* ainda se difere de *P. riorastensis* Ferreira-Oliveira & Rohn, 2008, descrita originalmente para o Permiano da Bacia do Paraná, pois apresentam valva larval localizado na região subcentral, carapaça com formato subcircular além da margem dorsal levemente arqueada.

*Macrolimnadiopsis pauloi*, se diferem ainda de *P. freybergi* Cardoso, 1966, *P. barbosai* Cardoso, 1966 e *P. linoi* Cardoso, 1966, pois, *P. barbosai* possui o formato da carapaça com contorno alongado e *P. linoi* um formato subcircular. A posição da valva larval também se diverge, localizado na região marginal a inframarginal em *Macrolimnadiopsis* sp. e em *P. barbosai* e *P. linoi* a valva larval é subterminal; *P.linoi* e *Macrolimnadiopsis pauloi* assemelham-se em relação a margem dorsal que é maior que a altura total da concha.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novos registros de conchostráceos fósseis da Formação Pastos Bons permitiram a revisão taxonômica de *Macrolimniadiopsis pauloi*, sendo possível confirmar sua validade, bem como sua distinção em relação a outros membros do gênero e de gêneros correlatos. Entretanto, percebe-se a necessidade de revisão do gênero *Macrolimniadiopsis* de forma mais ampla, bem como de *Paleolimniadiopsis*, além da correlação com os registros fóssil nas demais bacias brasileiras.

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

A toda equipe do Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP) da Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral (UFPI-CAFS) em especial ao Biólogo Nailton Bezerra Luz pela ajuda em campo e nos pós campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BEURLEN K. 1954. Um novo gênero de conchostráceo da família Limnadiidae. *Notas Preliminares e Estudos*, Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM, n. 83, p. 23-28.
- CARDOSO, A.R.; ROMERO, G.R.; OSÉS, G.L.; NOGUEIRA, A.C.R. 2020. Taphonomy of lacustrine fish fossils of the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: Spatial and causative relations of Konservat Lagerstätten in West Gondwana during Jurassic-Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 542 - 109602 doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109602.
- CARDOSO, A.R.; ROMERO, G.R.; OSÉS, G.L.; RABELO, C.E.N.; NOGUEIRA, A.C.R. 2018b. Insights in the preservation of fish fossils from the Muzinho shale, late Jurassic- early Cretaceous of the Parnaíba Basin. *GMGA - Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada* - Doi: 10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i3a5ARC.
- CARDOSO, R.N. 1962. Alguns conchostráceos mesozóicos do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia* 11, 21–40.
- PINTO I. D.; PURPER Y. 1974. Observations on Mesozoic Conchostracea from the north of Brazil. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28. Anais. Porto Alegre, SBG, v. 2, p. 5–16.
- RAYMOND, P.E. 1946. The genera of fossil Conchostraca – an order of bivalved Crustacea. *In: Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, p.216-307. (Boletim 96)
- ROHN, R.; CAVALHEIRO, M.C.T. 1996. Conchostráceos cretácicos da Bacia de Tucano (Bahia) e avaliações do potencial cronoestratigráfico destes crustáceos no Mesozóico do Brasil, 4º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil. UNESP, Águas de São Pedro, pp. 157–167.
- SCHOLZE, F.; SCHNEIDER, J.W. 2015. Improved methodology of 'conchostracan' (Crustacea: Branchiopoda) classification for biostratigraphy. *Newsletter on Stratigraphy* 48, 287–298.

TASCH, P. 1987. Fossil Conchostraca of the Southern Hemisphere and Continental Drift. Geological Society of America Memoirs 165, xi–282.

## ANEXO I

## FIGURAS

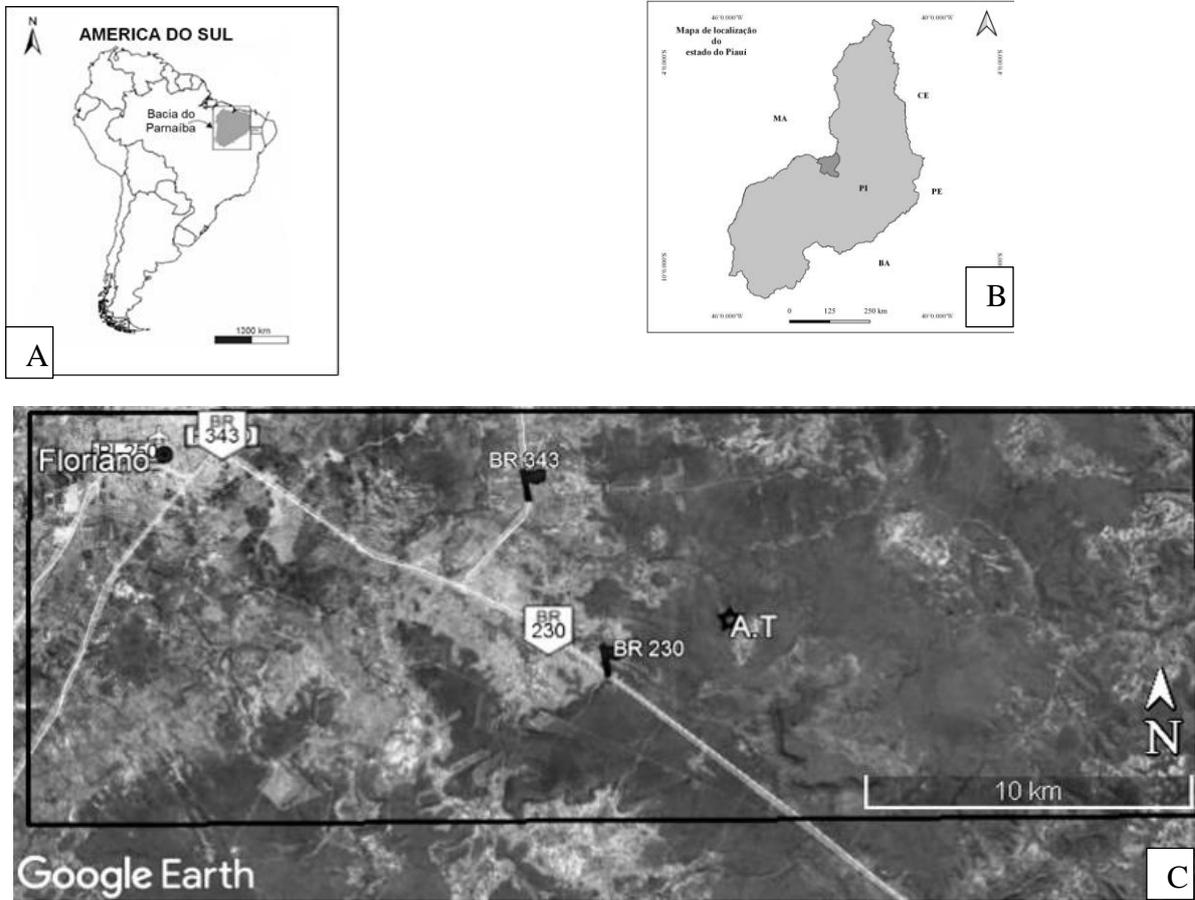


Figura 01.

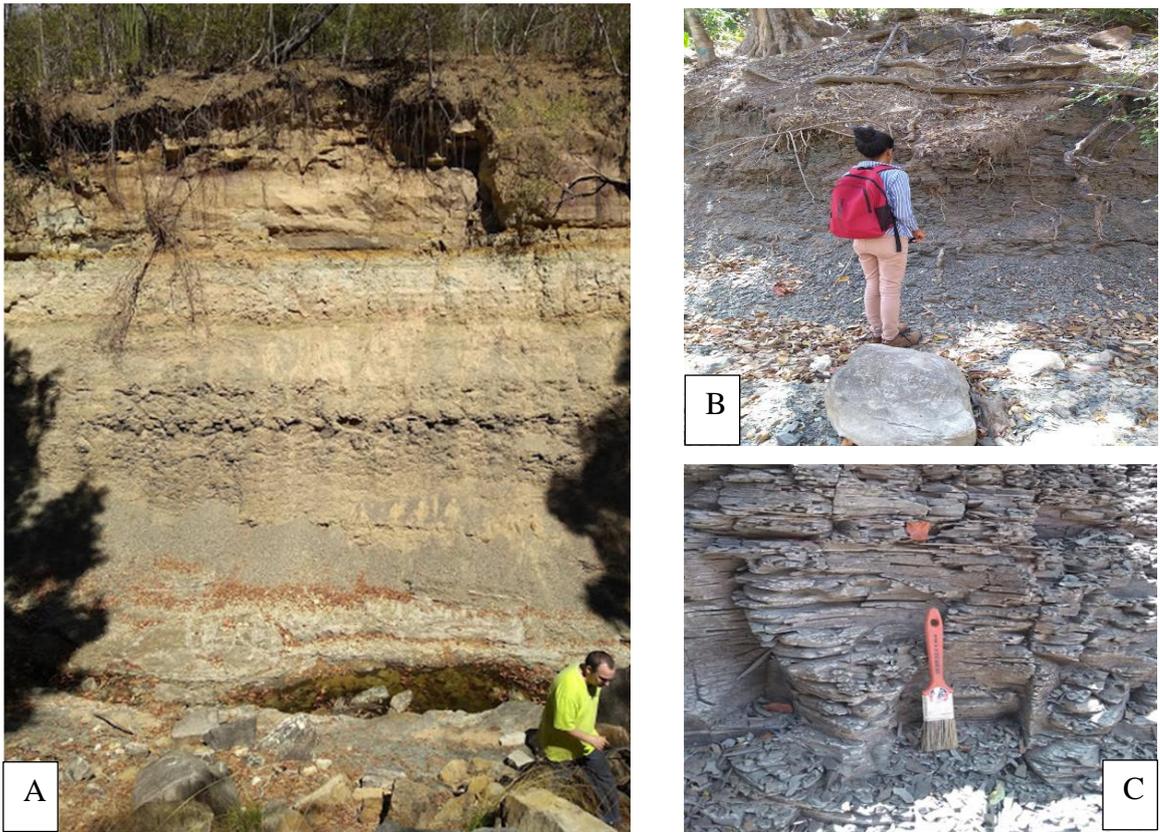


Figura 02.

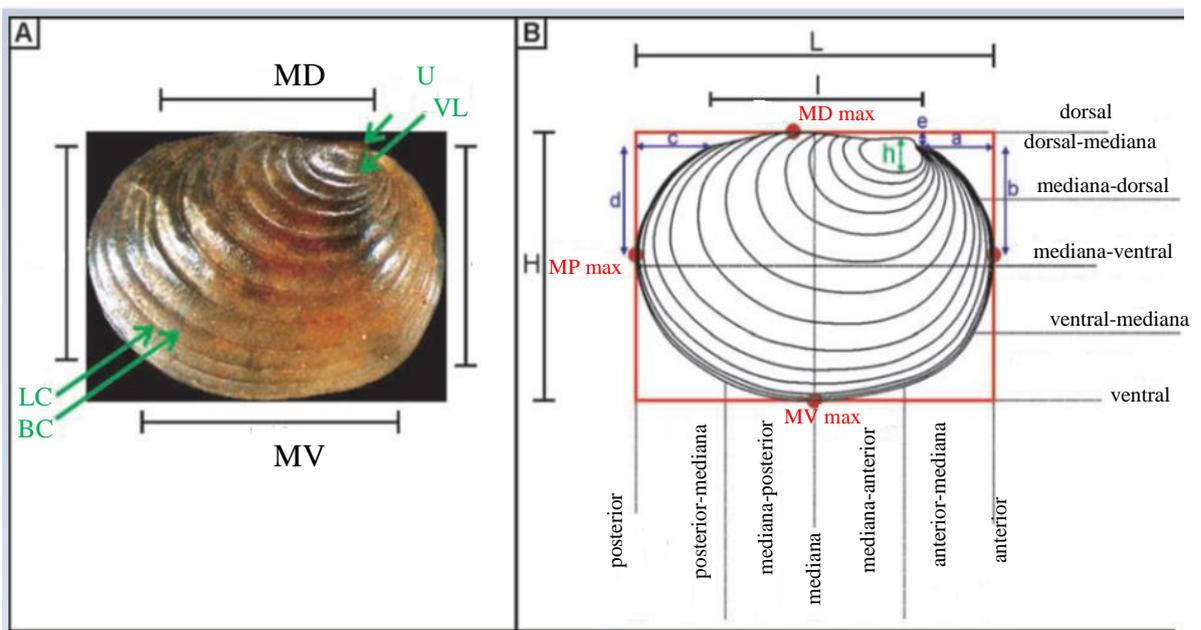


Figura 03.

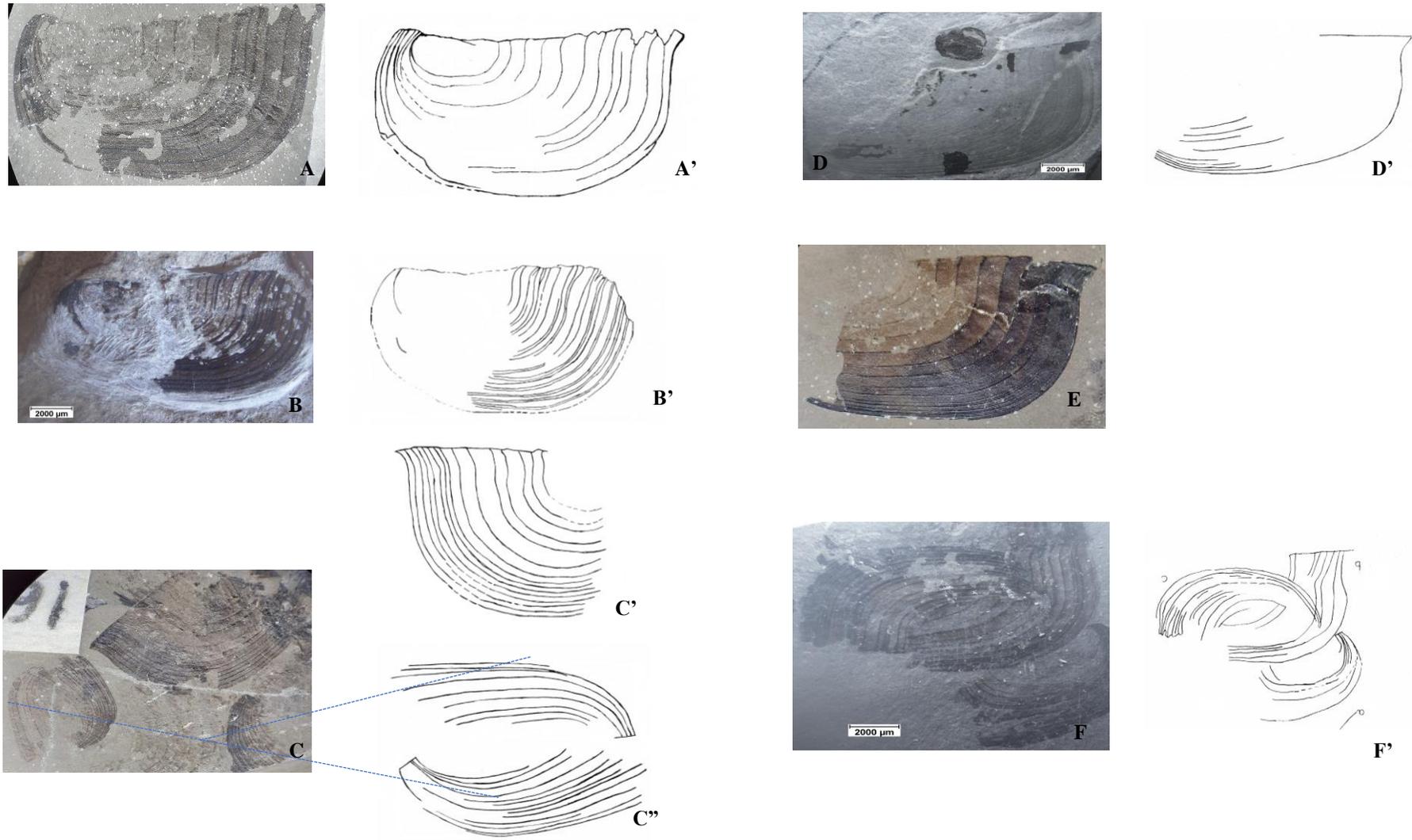


Figura 04.



## LEGENDAS

**Figura 01:** Mapa de localização da área estudada. **A.** Localização da Bacia do Parnaíba. **B.** Formação Pastos Bons no estado do Piauí. **C.** Afloramento Taboquinha (A.T).

**Figura 02:** Características sedimentológicas do Afloramento. **A.** Aumento ascendente da oxidação sobreposto por camadas de arenitos estratificados espessos. **B.** Ponto de coleta, conchostraceos e escamas de peixe misturados nas camadas erodidas. (Escala:1,59 m). **C.** Camada detalhada de xisto preto e calcário (Escala: 20 cm).

**Figura 03:** Terminologia e parâmetros de carapaça para medições da válvula lateral. **A.** Fotografia estereomicroscópica de *Cyzicus cf. cycladoides* moderno (Joly, 1842) do Azraq Playa (Jordânia) em vista lateral. Margem dorsal (**MD**), margem anterior (**MA**), margem posterior (**MP**), margem ventral (**MP**), umbo (**U**), válvula larval (**VL**), linha de crescimento (**LC**), bandas de crescimento (**BC**). **B.** Desenho da mesma amostra. Comprimento (**L**), altura (**H**), comprimento da margem dorsal (**l**), altura da valva larval (**h**), pontos de curvatura máxima das margens externas (**MD max, MA max, MV max, MP max**), parâmetro de curvatura (a, b, c, d, e).

**Figura 04:** **A.** Espécimes identificados como *Macrolimnadiopsis pauloi*. (**A**) LGP-1665, linhas de crescimento bem marcadas, único espécime com a região umbonal preservada. (**B**) as linhas de crescimento estão mais próximas, em relação aos demais exemplares, dificultando a contagem exata das L.C. Em (**C, D, E**) somente a região mediana-anterior está preservada e em (**F**) os espécimes encontram-se entrelaçados não sendo possível visualizar a região umbonal. Todos os espécimes, exceto o LGP-1897, foram desenhados em câmara clara com aumento de (20x, 15x, 20x, 40x, 13x, ?x, 15x) respectivamente.

**Tabela 1:** Tabela de dados com os parâmetros, índice H/L, altura da região umbonal, quantidades de linhas de crescimento e demais razões de acordo com Scholze & Schneider, 2015 (unidade de medida: mm)

## 7 ARTIGO II

### **Conchostracofauna da Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Piauí, Brasil**

LUCIENY RAQUEL DA COSTA E SILVA, ANA EMILIA QUEZADO DE FIGUEIREDO E DANIEL COSTA FORTIER

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 912. CEP: 60455-760, Fortaleza, CE, Brasil.

Laboratório de Geociências e Paleontologia – LGP, Universidade Federal do Piauí – UFPI, *Campus* Amílcar Ferreira Sobral – CAFS, BR 343 - Km 3,5 S/N Bairro Meladão, 64808-605, Floriano, Piauí, Brasil.

lucienydacostaesilva@gmail.com, fortier@ufpi.edu.br

#### **Abstract**

We present the conchostracan fauna of the Pastos Bons Formation, making new records and discussing the taxonomy, contributing with paleontological and taxonomic knowledge. The Pastos Bons Formation, based on its fossiliferous content (fish, conchostraceans, ostracodes), is attributed to the Middle- Upper Jurassic, deposited in continental paleodepressions, lacustrine, with some fluvial contribution, in a semiarid to arid climate. The outcrop is known in the literature as Muzinho. Approximately 100 samples were collected, each sample contains from 1 to 9 complete and partially complete specimens, for this work 8 samples were used. The specimens were drawn using a clear camera to build a rectangular structure of the contour of the valve. From these drawings, morphometric data were obtained. In some of the specimens it was not possible to make the draing, in this case the traditional method of identification was used based on the analysis of the morphological characteristics of the carapace. From these analyzes it was possible to verify the presence of the species *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* and the genera *Pseudoestheria* and *Asmussia*.

**Key words:** *Cyzicus*; *Pseudoestheria*; *Asmussia*; Parnaíba Basin

#### **Resumo**

No presente trabalho será apresentado a conchostracofauna da Formação Pastos Bons, fazendo novos registros e discutindo a taxonomia, contribuindo com o conhecimento paleontológico e taxonômico. A Formação Pastos Bons com base em seu conteúdo fossilífero (peixes, conchostráceos, ostracodes) atribui-se a idade Jurássica Média a Superior, depositada em paleodepressões continentais, lacustres, com alguma contribuição fluvial, em clima semiárido a árido. A área de coleta está inserida no afloramento conhecido na literatura como

Muzinho. Foram coletadas aproximadamente 100 amostras, cada amostra contém de 1 a 9 espécimes completos e parcialmente completos, para este trabalho foram utilizadas 8 amostras. Os exemplares foram desenhados com o auxílio de câmara clara para a construção de uma estrutura retangular no contorno da valva. A partir desses desenhos foram obtidos dados morfométricos. Em alguns dos exemplares não foi possível fazer o desenho, nesse caso foi usado o método tradicional de identificação a partir da análise das características morfológica da carapaça. A partir dessas análises foi possível verificar a presença da espécie *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* e dos gêneros *Pseudoestheria* e *Asmussia*.

**Palavras-chaves:** *Cyzicus*; *Pseudoestheria*; *Asmussia*; Bacia do Parnaíba

## 1 Introdução

Trabalhos para o Mesozoico da Bacia do Parnaíba (Figura 1A) têm sido desenvolvido, principalmente relacionados à geologia e aos vertebrados fósseis (Cardoso et al. 2018b; Paiva & Gallo 2018; Rabelo et al. 2019; Cardoso et al. 2020). No entanto, trabalhos relacionados aos invertebrados ainda são incipientes. Muitos autores sugerem a necessidade de estudos detalhados, sobre o conteúdo fossilífero ou a geologia, sobretudo nos depósitos jurássico-cretáceos da Formação Pastos Bons (Góes & Feijó 1994; Vaz et al. 2007; Cardoso et al. 2018a). Os trabalhos sobre esta unidade consistem em análises paleontológicas (Lima & Campos 1980; Gallo & Figueiredo 2004; Gallo 2005; Petra 2006; Montefeltro et al. 2013), mapeamentos regionais (Góes & Feijó 1994; Vaz et al. 2007), análises faciológicas pontuais (Cardoso et al. 2017) e recentemente, tafonomia de peixes fósseis em ambiente lacustre. (Cardoso et al. 2020)

A Formação Pastos Bons (Figura 1B) com base em seu conteúdo fossilífero (peixes, conchostráceos, ostracodes) atribui-se idade Jurássica Média a Superior, depositada em paleodepressões continentais, lacustres, com alguma contribuição fluvial, em clima semiárido a árido. (Vaz et al. 2007)

Os trabalhos mais recentes estão focados nos vertebrados da Formação Pastos Bons. Já foram descritas as espécies *Semionotus* sp. (Brito & Gallo 2002), *Gondwanapleuropholis* (Gallo 2005), *Batrachomumus piauhyenses* (Montefeltro et al. 2013), *Parnaibaia maranhaoensis* (Yabumot 2008) e *Quasimodichthyes piauhyenses*. (Paiva & Gallo 2018)

O objetivo desse trabalho é apresentar novos registros e discutir a taxonomia dos conchostráceos, contribuindo com o conhecimento paleontológico e taxonômico da conchostrafocauna da Formação Pastos Bons, historicamente estudados por (Beurlen 1954; Mendes 1960; Cardoso 1962; Pinto & Purper 1974) e mais recentemente. (Pinheiro 2007)

## **2 Contexto Geológico**

Observações e análises tafonômicas indicam que a Formação Pastos Bons pode ser considerada como um exemplo sem precedentes de uma conservação *Lagerstätten*. Os fósseis da Formação Pastos Bons foram preservados em circunstâncias raras durante tempos incomuns da história da Terra. A preservação do folhelho Muzinho pode estar relacionada a eventos de larga escala, como picos paleoclimáticos de curta duração e umidade alta, que podem resultar em condições ideais para a conservação da matéria orgânica (Cardoso et al 2020).

Para Cardoso et al (2018b) o folhelho Muzinho inclui os únicos leitões fossilíferos abundantes conhecidos para Formação Pastos Bons. Os fósseis de peixes são completos, a ictiofauna apresenta assembleia politípica, com tamanhos variáveis (até 30 cm), indivíduos jovens a adultos no mesmo horizonte. Os afloramentos, são interpretados como sedimentação lacustre. Os níveis fossilíferos são localizados em folhelhos cinza-escuros, pretos e esverdeados, sedimentos finos de maciço a laminado. Na parte superior da formação, contém gretas de ressecamento e sistemas de falhas, indicando um ambiente de muita energia e os pacotes de pelito vão diminuindo de espessura em direção ao topo. A porção maciça contendo fóssil é intercalada por pelito, nível laminado alternando com a gipsita, além de arenito fino a grosso com estrutura, acanaladas ocorrendo repetidamente ao longo de alguns metros, formando um “Ritmito arenito/pelito”. Nessa porção tanto os fósseis de peixes quanto os de conchostráceos encontram-se nas camadas de pelito (Figura 2A-B)

## **3 Material e Métodos**

### **3.1 Atividades de campo**

As atividades de campo para este trabalho ocorreram no segundo semestre de 2019 pela equipe do Laboratório de Geologia e Paleontologia da Universidade Federal do Piauí (LGP/UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral, Floriano-PI. O afloramento está localizado na comunidade Taboquinha (06° 49.396' S, 042° 51.956' W, *datum* WGS94), a 16,5 km da cidade de Floriano, estado do Piauí (Figura1C).

Foram coletados exemplares de peixes (Figura 3) do gênero *Quasimodichthys* e junto a eles conchostráceos em vários níveis estratigráficos. Foram realizadas análises dos estratos para determinação dos níveis fossilíferos. A área de coleta está inserida no afloramento conhecido na literatura como Muzinho. Utilizamos a localidade como Taboquinha, uma vez que não há informações geográficas precisas sobre a localidade Muzinho.

### 3.2 Atividades de laboratório

Os conchostráceos aqui estudado estão depositados na Coleção Científica do Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP), localizada na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral (CAFS). Foram coletadas aproximadamente 100 amostras, cada amostra contém de 1 a 9 espécimes completos e parcialmente completos. Dessas, 51 foram tombadas e catalogadas, sob número de tombo: LGP-1664 -1704; LGP-1851-1858; LGP-1896-1897 e LGP-1960-1963.

Foram obtidos dados morfométricos utilizando os parâmetros estabelecidos por Scholze & Schneider (2015), incluindo L: comprimento total da valva; l: comprimento total da margem dorsal; H: altura total da valva; h: altura da valva larval; a: distância da margem dorsal ao ponto máximo de curvatura da margem anterior; b: altura do ponto máximo de curvatura da margem anterior para a margem dorsal; c: distância da margem dorsal ao ponto máximo de curvatura da margem posterior; d: altura do ponto máximo de curvatura da margem posterior para a margem dorsal; e: distância do ponto máximo do umbo a margem dorsal; além dos parâmetros comparativos de tamanho, posição e formato do umbo. As razões usadas para a obtenção dos coeficientes de forma são: L/H, H/L, l/L, h/H, a/b, c/d, e/l, d/e. (Scholze & Schneider 2015)

Quando não foi possível aplicar o método de Scholze & Schneider (2015) aplicou-se o método tradicional de Tasch (1987) a partir da análise das características morfológica da carapaça, pois a preservação das partes moles nesses organismos é rara, tais características também são utilizadas para a classificação taxonômica das espécies recentes. Contudo, ao analisar as carapaças deve-se ter o cuidado, pois algumas alterações tafonômicas podem ser provocadas na carapaça durante a diagênese como deformação, dissolução, precipitação de carbonatos ou óxidos de ferro ou de manganês sobre moldes, variações interespecíficas relacionadas a diferentes estágios ontogenéticos, dimorfismo sexual, possíveis doenças ou fatores genéticos, fatores ambientais que podem proporcionar menor ou maior espaçamento entre as linhas de crescimento e até mesmo alteração intempérica recente (Monferran 2015).

Para aplicação dos métodos (Scholze & Schneider 2015; Tasch 1987), os exemplares foram desenhados através de câmara clara para a construção de uma estrutura retangular no contorno da valva (Figura 4). Os espécimes foram analisados e fotografados com o auxílio de microscópio estereoscópio com câmera acoplada. É importante ressaltar que a taxonomia dos fósseis se baseia na morfologia da concha e na ornamentação das faixas de crescimento, uma vez que as partes moles raramente são fossilizadas (Monferran 2015) assim, as descrições e dados morfométricos foram baseados nas valvas preservadas.

#### 4 Resultados

##### TAXONOMIA PALEONTOLÓGICA

Subordem SPINICAUDATA Linder, 1945

Superfamília CYZICOIDEA Stebbing, 1910

Família CYZICIDAE Stebbing, 1910

Gênero *Cyzicus* (*Lioestheria*) Audouin, 1837

Espécie *Cyzicus* (*Lioestheria*) *florianensis* (Cardoso, 1962)

**Figura:** 5 (A, B e C)

**Material:** LGP-1694b, 1851a, 1881b

**Procedência:** Afloramento Taboquinha, Localidade L3, Bacia do Parnaíba, Município de Floriano, Piauí.

**Medições:** H = 1,65 mm; h = 0,4 mm; L = 2 mm; l = 1,3 mm; H/L = 0,8mm; l/L = 0,65mm; L/H = 1,2 mm; h/H = 0,25mm; a = 0,3mm; b = 0,75mm; c = 0,3 mm; d = 0,6 mm; a/b = 0,4mm; c/d = 0,5mm; e/l = 0,2mm.

**Caracterização:** O espécime LGP-1851a encontra-se em perfeito estado de preservação, sendo possível identificar as estruturas e medidas que serão utilizadas na identificação desse espécime. Carapaça pequena com 1,65 mm de altura e 2 mm de comprimento e formato arredondado (H/L=0,8mm); margem dorsal curta (l/L=0,65mm); umbo posicionado na direção horizontal anterior e supramarginal verticalmente, ultrapassando a linha da margem dorsal; o umbo é muito pequeno, com base na altura total da valva larval e altura total da válvula (h/H=0,25mm). Esse espécime possui 15 linhas de crescimento, que se aproximam na

região umbonal. Essa não é uma característica fixa, em outros espécimes a distância entre uma linha de crescimento e outra é a mesma, da margem ventral a dorsal, mesmo entre espécimes de mesmo tamanho. Intensidade de curvatura máxima na margem dorsal ( $e/l=0,2\text{mm}$ ) fortemente curvado para curvado, já a intensidade da curvatura máxima anterior e posterior é fortemente curvado. O ponto máximo de curvatura da margem posterior, localiza-se na margem médio-posterior; o ponto máximo da margem anterior, localiza-se na margem mediana ventral; o ponto máximo ventral, localiza-se na margem ventral-mediana e o ponto máximo dorsal, localiza-se na margem mediana-anterior.

O espécime 1851a preservou-se por completo. É possível obter as medidas para a aplicação do método de Scholze & Schneider (2015). No entanto, o espécime 1694b apesar do contorno da valva estar completo, não é possível identificar a delimitação da região umbonal. O espécime 1851a tem 15 linhas de crescimento, enquanto que o 1694 tem 8, já o 1881b só é possível visualizar linha das da margem medial a ventral, 7 no total. A coloração dos 3 espécimes é marrom escura, porem distribuídas diferentemente. Em 1694 o tom marrom escuro está distribuído de forma uniforme, enquanto que no espécime 1851a o tom marrom escuro marca apenas as linhas de crescimento, o espaço entre elas apresenta um leve tom de cinza e o espécime 1881b o tom marrom escuro está depositado da parte mediana a margem ventral. A valva larval (umbo) dos três espécimes está posicionado na direção horizontal anterior e supramarginal verticalmente, ultrapassando a linha da margem dorsal.

**Discussão:** Cardoso (1962) descreveu espécimes da Formação Pastos Bons, a saber: *Lioestheria florianensis* e *Echinestheria semigibosa*. A primeira é caracterizada por apresentar charneira estendendo por toda margem dorsal, correspondendo em extensão, aproximadamente, a altura. Enquanto *E. semigibosa*, apresenta valvas de contorno suboval, com curvatura da borda anterior menor que a posterior, umbo nítido, situado no terço anterior, elevando-se acima da margem dorsal.

Em 1974, Pinto & Purper, descreveram espécimes do mesmo afloramento de Cardoso (1962) e atribuíram ao gênero *Lioestheria* sp, por apresentar formato da valva oval, umbo na porção anterior; margem anterior fortemente arqueada; margem posterior convexa a uma maior altura ao longo de uma linha que atravessa umbo até a margem ventral. Ornamentação em bandas de crescimento possuem grânulos poligonais. Dois ciclos de espaçamento da faixa de crescimento: espaçamento mais amplo da região dorsal e mais próximas na região ventral. O material aqui descrito também se assemelha com *Lioestheria* sp. de Pinto & Purper (1974)

no que diz respeito à distribuição das linhas de crescimento, que são numerosas e com intervalos estreitos entre elas.

Os espécimes aqui descritos assemelham-se com *Lioestheria florianensis* de Cardoso (1962) por apresentarem umbo situados na região antero-dorsal, ultrapassando a linha da margem dorsal. Distribuição das linhas de crescimento, em ambas tem um aumento à medida que se aproximam das margens ventral e dorsal. Outra característica que as assemelham é a margem ventral ser menos curvada que a dorsal. Entretanto, enquanto que *L. florianensis* possui costelas concêntricas, essas estruturas foram observadas apenas nos espécimes que não sofreram pressão exagerada. Com base nisso, essa diferença pode não ocorrer de fato, e ser apenas um artefato tafonômico.

O material aqui estudado assemelha-se com *Cyzicus (Lioestheria) sp.* de Rohn (1987) pela forma da valva suboval, margem dorsal mais arqueada que a margem ventral. Umbo pequeno e posicionado anteriormente. Essas características se assemelham com a descrição do presente trabalho. Porém, os materiais aqui analisados se divergem quanto à proeminência do umbo, onde em *C. Lioestheria sp.* este não ultrapassa a linha da margem dorsal e nos espécimes utilizados para este estudo o umbo é supramarginal, ou seja, ultrapassa a linha da margem dorsal.

Por apresentarem características de *Lioestheria florianensis*, e de *Cyzicus (Lioestheria) sp.* os espécimes aqui estudados foram identificados como *Cyzicus (Lioestheria) florianensis*. No entanto é necessária uma revisão sistemática mais aprofundada dos materiais previamente descritos, para que se confirme essa denominação.

Ordem DIPLOSTRACA Gerstaecker, 1866

Subordem SPINICAUDATA Linder, 1945

Gênero *Pseudoestheria* Raymond, 1946

**Figura:** 6 (A-D)

**Material:** LGP-1694a; LGP-1693a; LGP-1693b; LGP-1851d

**Procedência:** Afloramento Taboquinha, Localidade L3, Bacia do Parnaíba, Município de Floriano, Piauí.

**Medições:** H = 1,55 mm; h = 0,72 mm; L = 2,07 mm; l = 1,55 mm; H/L = 0,74mm; l/L = 0,74mm; L/H = 1,33 mm; h/H = 0,46mm; a = 0,2mm; b = 0,37mm; c = 0,32 mm; d = 0,37 mm; e = 0,22mm; a/b = 0,54mm; c/d = 0,86mm; e/l = 0,14mm.

**Caracterização:** Dos quatro espécimes selecionados para esta classificação, três apresentam sua preservação completa, sendo possível a medição de todas as etapas do método, contudo, para facilitar a caracterização, aqui será usado o espécime 1694a, os demais sendo caracterizados posteriormente de forma a identificar aspectos semelhantes ou diferentes entre eles.

O espécime LGP-1694a, como já mencionado, está preservado por completo, sua carapaça pequena tem 1,55mm de altura por 2,07mm de comprimento, seu formato é oval (H/L=0,75mm). A margem dorsal longa (l/L=0,75mm); valva larval (umbo) posicionado anterior horizontalmente e inframarginal verticalmente, não ultrapassando a margem dorsal; umbo pequeno (h/H=0,46mm). Nesse espécime foi possível visualizar 12 linhas de crescimento, distribuídas uniformemente da margem ventral a dorsal. A intensidade de curvatura na margem dorsal (e/l=0,14) curvado para fortemente curvado, enquanto a intensidade da curvatura máxima anterior é fortemente curvado e posterior muito curvado. O ponto máximo de curvatura posterior, está localizado na margem médio-dorsal posterior, o ponto máximo da margem anterior, localiza-se na margem médio-dorsal anterior; o ponto máximo ventral, localiza-se na margem médio-anterior ventral e o ponto máximo dorsal, localiza-se na margem médio-anterior dorsal.

Os espécimes apresentam linhas de crescimento que variam de 8 a 12, o espaçamento entre uma linha e outra é uniforme, diferente de outros espécimes que as linhas tendem a se aproximar ou afastar à medida que se afasta de uma margem a outra. A coloração aqui também segue um padrão uniforme de tons marrons, porém no espécime LGP-1694a, o tom marrom escuro, quase que preto os difere dos demais, porém sua forma, distribuição das linhas de crescimento, posição e tamanho do umbo é igual aos demais.

**Discussão:** O gênero *Pseudoestheria* descrito originalmente por Raymond (1946), foi reatribuído a *Lioestheria* por Kobayashi (1954). No entanto, Tasch & Jone (1979) diz se tratar de espécies distintas, e que a classificação de Kobayashi se deu por amostras que apresentavam cristas diagonais brancas na válvula, mas que essa característica é devida à deformação por amassamento, resultado de processos tafonômicos.

Pinto & Purper (1974) identificaram espécimes da Formação Pastos Bons como pertencente ao gênero *Pseudoestheria* sp 1e 2 por apresentar carapaça oval; margem dorsal passa suavemente para as margens anterior e posterior sem angulações; e umbo perto da extremidade anterior. A única diferença entre *Pseudoestheria* 1 e 2, é uma maior convexidade ventral, por ter as margens anterior e posterior com quase o mesmo contorno em *Pseudoestheria* 1.

Comparando os espécimes do presente trabalho com os de Pinto & Purper, as características assemelham, no que diz respeito a localização do umbo está na porção anterior, formato ser oval e as linhas de crescimento serem numerosas com intervalos estreitos entre elas.

Mesmo a identificação do gênero *Pseudoestheria* aqui no Brasil continuar em discussão, quanto a sua localização taxonômica ser *Lioestheria* ou *Pseudoestheria*, aqui serão agrupados como pertencentes ao gênero *Pseudoestheria*.

Ordem DIPLOSTRACA Gerstaecker, 1866

Subordem SPINICAUDATA Linder, 1945

Gênero *Asmussia* Pacht, 1849

**Figura:** 7

**Material:** LGP-1693g

**Procedência:** Afloramento Taboquinha, Localidade L3, Bacia do Parnaíba, Município de Floriano, Piauí.

**Medições:** H = 1,33 mm; L = 1,83 mm; H/L = 0,24 mm; L/H = 0,43 mm.

**Caracterização:** Para este espécime o método de terminologias proposto por Scholze & Schneider (2015) será empregada apenas para obtenção do comprimento total da válvula e para os coeficientes de forma, pois sua preservação não permite a obtenção das demais medidas. O espécime 1693g possui uma válvula muito pequena (H=1,33mm) de formato oval (H/L=0,24mm), apesar de não ser possível visualizar as delimitações de região umbonal é possível identificar sua posição, na direção horizontal, submedial, sem ultrapassar a margem dorsal e verticalmente inframarginal. De acordo com observações na morfologia da carapaça, as margens anterior/posterior ventral são arredondadas, válvula oval-subquadrada. As linhas de crescimento são visíveis apenas na região ventral, um achatamento na região medial

impede a visualização de outras características como umbo. O tom marrom-escuro predomina a amostra, as bordas do espécime estão bem demarcadas, é possível identificar uma válvula sobreposta.

**Discussão:** Pinto & Purper (1974) analisaram conchostráceos provenientes do afloramento Muzinho, esses espécimes apresentavam carapaça subcircular e umbo subcentral. Os autores levando em consideração sua forma subcircular, colocaram os exemplares como pertencendo ao gênero *Asmussia* sp. no entanto, somente essa característica não seria suficiente para determinação de um gênero, seria necessário além da morfologia da carapaça, saber se as margem ventral anterior e posterior eram retas ou não, que não foi possível visualizar nas amostras.

Rohn (1987) descrevendo conchostráceos da formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, diz que a inclusão de espécimes no gênero *Asmussia* tem sido bastante problemática, os exemplares apresentam preservação de difícil reconhecimento, as linhas de crescimento não são nítidas, seu formato mais retangular não forma ângulos proeminentes. As válvulas encontram-se sempre sobreposta, com um achatamento que implica no seu formato original, deformação ligada muitas vezes em processos tafonômicos.

Nesse trabalho, por apresentar um único exemplar e suas características serem semelhantes às de Rohn (1987) e Pinto & Puper (1974) principalmente em relação ao achatamento na região medial da concha e conchas sobrepostas, será classificado como pertencente ao gênero *Asmussia*. Ainda assim, fica um ponto de interrogação devido à margem dorsal e seu formato ser apenas suposição baseada na morfologia da carapaça.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novas coletas foram feitas, aumentando o registro de conchostráceos fosseis para a Formação Pastos Bons e a partir daí foi possível verificar a presença da espécie *Cyzicus (Lioestheria) florianensis*, Gênero *Pseudoestheria* e *Asmussia*, além de espécimes ainda indeterminados. Este trabalho contribui para o estudo taxonômico da conchostracofauna, entretanto percebe-se a necessidade de uma revisão mais detalhada dos gêneros e espécies aqui apresentadas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

A toda equipe do Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP/UFPI) em especial ao Biólogo Nailton Bezerra Luz pela ajuda na obtenção das coletas de campo.

Ao Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Artrópodes, em nome do Prof<sup>o</sup> Élisson Fabrício que gentilmente disponibilizou os equipamentos e ensinou como manuseá-los.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BEURLEN K. 1954. Um novo gênero de conchostráceo da família Limnadiidae. Notas Preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM, n. 83, p. 23-28.

CARDOSO, A.R.; NOGUEIRA, A.C.R.; ABRANTES Jr.; F.R.A., RABELO, C.E.N. 2017. Mesozoic lacustrine system in the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: paleogeographic implications for West Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences* 74, 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.01.006>.

CARDOSO, A.R.; ROMERO, G. F.; NOGUEIRA, A.C.R. 2018a. Sandstone diagenesis of the Pastos Bons formation, Jurassic-Cretaceous of the Parnaíba Basin. *GMGA - Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada*. DOI: 10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i3a3ARC.

CARDOSO, A.R.; ROMERO, G.R.; OSÉS, G.L.; NOGUEIRA, A.C.R. 2020. Taphonomy of lacustrine fish fossils of the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: Spatial and causative relations of Konservat Lagerstätten in West Gondwana during Jurassic-Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 542 - 109602 [doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109602](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109602).

CARDOSO, A.R.; ROMERO, G.R.; OSÉS, G.L.; RABELO, C.E.N.; NOGUEIRA, A.C.R. 2018b. Insights in the preservation of fish fossils from the Muzinho shale, late Jurassic- early Cretaceous of the Parnaíba Basin. *GMGA - Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada* - Doi: 10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i3a5ARC.

CARDOSO, R.N. 1962. Alguns conchostráceos mesozóicos do Brasil. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia 11, 21–40.

GALLO V.; FIGUEIREDO, F. J. 2004. A new teleost fish from the Early Cretaceous of Northeastern Brazil. Boletim do Museu Nacional. Rio de Janeiro, n. 27, p. 65-73.

GALLO, V.; 2005. Redescription of *Lepidotes Piauhyensis* Roxo and Löefgren, 1936 (Neopterygii, Semionotiformes, Semionotidae) from the Late Jurassic-Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25(4): 757-769.

GÓES A.M.O.; FEIJÓ F.J. 1994. A Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras. History Museum of Los Angeles County. *Science Series*, 39: 1–124.

LIMA, M.R.; CAMPOS, D.de A. 1980. Palinologia dos folhelhos da fazenda Muzinho, Floriano, Piauí. *Geodiversitas - USP, São Paulo*: v. 11, p. 149-154.

MENDES, J. C. - 1960 - Nota sobre conchostráceos Brasileiros da família *Limnadiidae*. *Academia Brasileira de Ciências.*, 32, n. 1, pp. 75-78. Rio de Janeiro.

MONFERRAN, M. D. 2015. Análisis paleoecológico de las asociaciones de conchostracos del Jurásico Medio y Superior de la Cuenca Cañadón Asfalto, Chubut (Argentina). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Tese de Doutorado. 302 p.

MONTEFELTRO, F. C.; LARSSON, H.C.R.; FRANÇA, M. A. G.; LANGER, M.C. 2013. A new neosuchian with Asian affinities from the Jurassic of northeastern Brazil. *Naturwissenschaften* 100:835–841.

PAIVA, H.C.L., GALLO, V. 2018. *Quasimodichthys* gen. nov. (Neopterygii: Semionotiformes): a morphological and ontogenetic study. *J. S. Am. Earth Sci.* 88, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.sames.2018.08.010>.

PETRA M.S. 2006. Paleoiçtíofauna da Formação Pastos Bons (Bacia do Parnaíba) – Reconstituição Paleoambiental e Posicionamento Cronoestratigráfico. Dissertação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 141 p.

- PINHEIRO, C.S.S. 2007. Conchostráceos da Formação Pastos Bons (Neocomiano) da Bacia do Parnaíba, procedentes da Fazenda Muzinho, município de Floriano, estado do Piauí. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Pará – Monografia. 56 pag.
- PINTO I. D.; PURPER Y. 1974. Observations on Mesozoic Conchostracea from the north of Brazil. Congresso Brasileiro de Geologia, 28. Anais... Porto Alegre, SBG, v. 2, p. 5–16.
- RABELO, C.E.N.; CARDOSO, A.R.; NOGUEIRA, A.C.R.; GÓES, A.M.; SOARES, J.L.S. 2019. Genesis of poikilotopic zeolite in aeolianites: an example from the Parnaíba Basin, NE Brazil. *Sediment. Geol.* 385, 61–78.
- ROHN, R. 1987. Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. *Boletim do Instituto de Geociências, Série Científica*, 18:27-66.
- SCHOLZE, F.; SCHNEIDER, J.W. 2015. Improved methodology of 'conchostracan' (Crustacea: Branchiopoda) classification for biostratigraphy. *Newsletter on Stratigraphy* 48, 287–298.
- TASCH, P. 1987. Fossil Conchostraca of the Southern Hemisphere and Continental Drift. *Geological Society of America Memoirs* 165, xi–282.
- VAZ, P.T.; REZENDE, N.G.A.M.; WANDERLEY FILHO, J.R.; TRAVASSOS, W.A.S. 2007. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 253-263.
- YABUMOTO, Y.A. 2008. New Mesozoic coelacanth from Brazil (Sarcopterygii, Actinistia). *Paleontological Research*, 12(4):329-343.

## Figuras

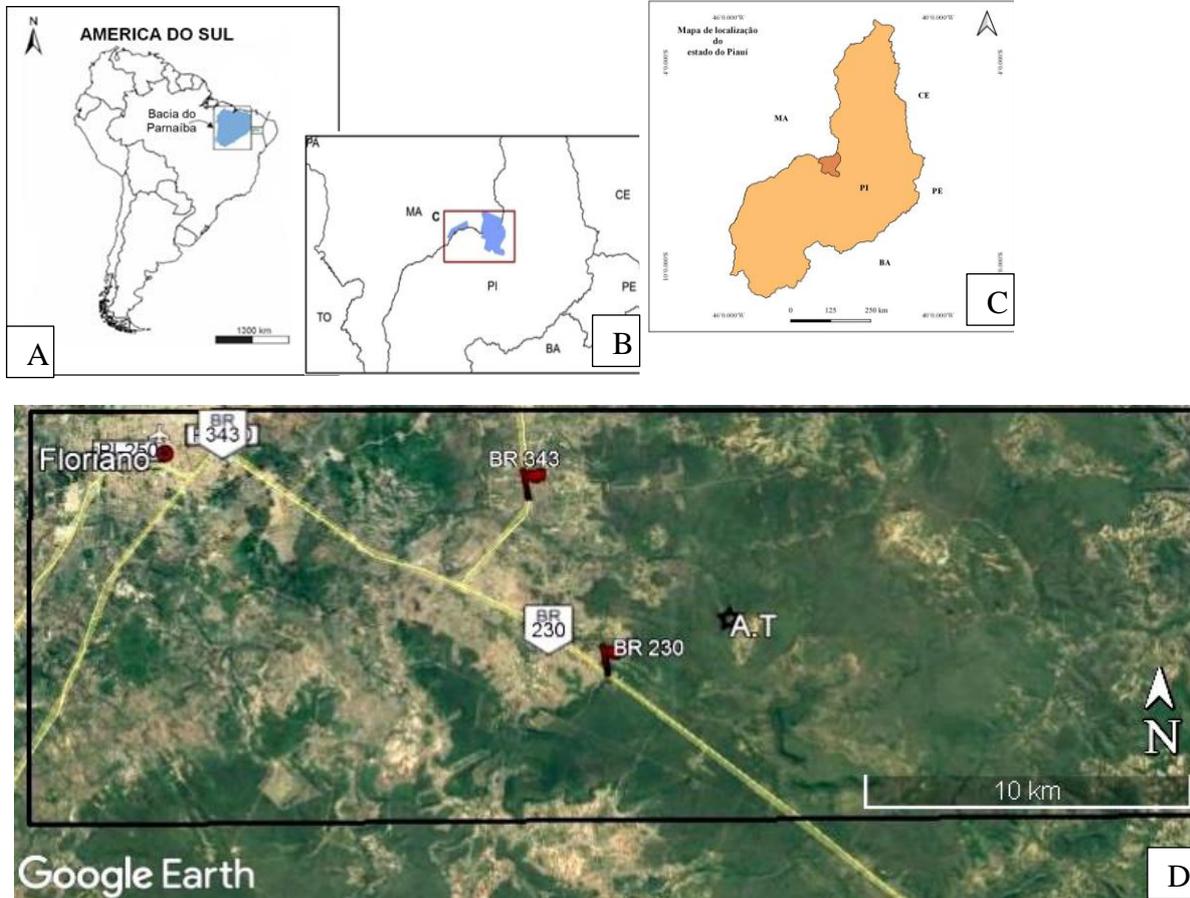


Figura 01:

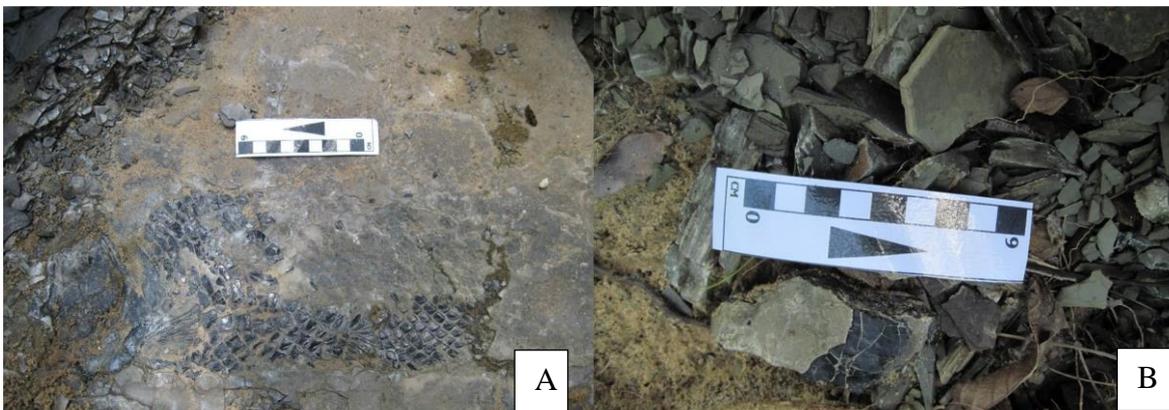


Figura 02:

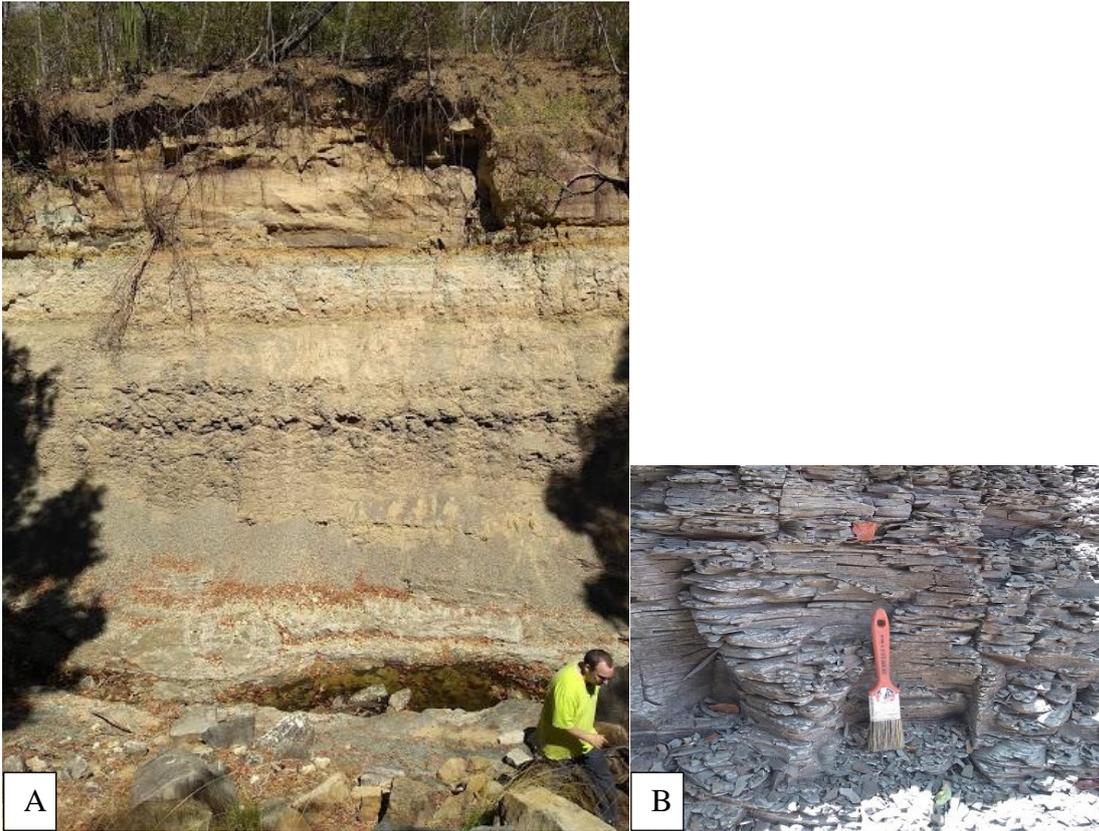


Figura 03.

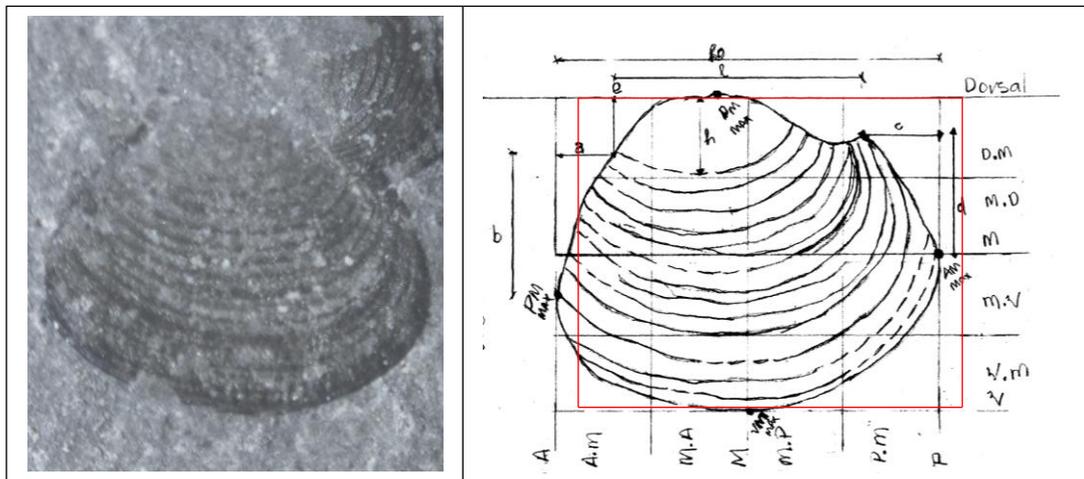


Figura 04.

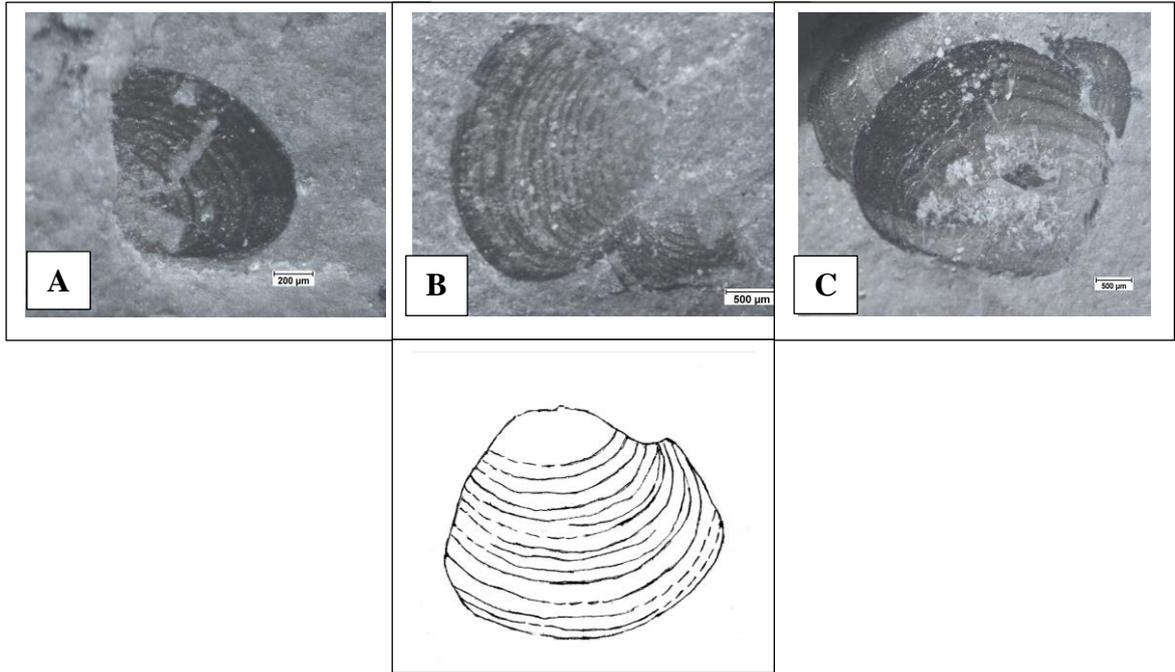


Figura 05.

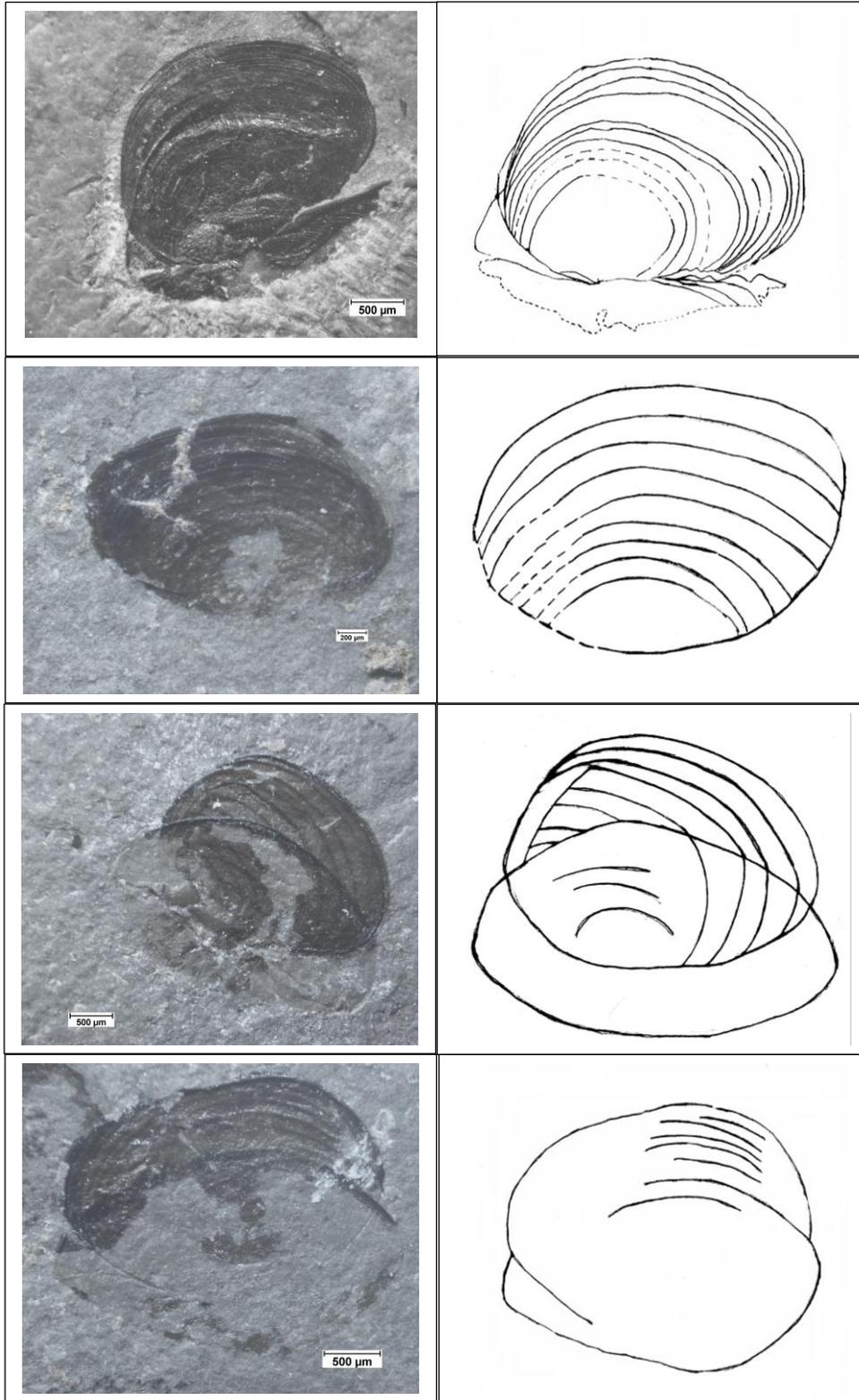


Figura 06.



Figura 07.

## Legenda

**Figura 01.** Mapa de localização da área estudada. **A.** Localização da Bacia do Parnaíba. **B.** Formação Pastos Bons nos estados do Piauí. **C.** Afloramento Taboquinha (A.T).

**Figura 02:** *Quasimodichthys piauhyensis*. **B.** Fragmentos de peixes misturado aos conchostráceos

**Figura 03:** Características sedimentológicas do Afloramento. **A.** Aumento ascendente da oxidação sobreposto por camadas de arenitos estratificados espessos. **B.** Camada detalhada de xisto preto e calcário (Escala: 20 cm).

**Figura 04:** Terminologia e parâmetros de carapaça para medições da válvula lateral. **A:** Fotografia estereomicroscópica de *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* (Cardoso, 1962) Formação Pastos Bons (Floriano, PI) em vista lateral. Margem dorsal (MD), margem anterior (MA), margem posterior (MP), margem ventral (MP), umbo (U), válvula larval (VL), linha de crescimento (LC), bandas de crescimento (BC). **B:** Desenho da mesma amostra. Comprimento (L), altura (H), comprimento da margem dorsal (l), altura da válvula larval (h), pontos de curvatura máxima das margens externas (MD max, MA max, MV max, MP max), parâmetro de curvatura (a, b, c, d, e). Modificado de Scholze e Schneider (2015).

**Figura 05:** LGP- 1694b, 1851a, 1881 identificados como *Cyzicus (Lioestheria) florianensis*

**Figura 06:** 1694a, 1693a, 1693b, 1851d identificados como *Pseudoestheria*

**Figura 07:** 1693g identificado como *Asmussia*

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos Spinicaudatas traz importantes contribuições para o Paleoambiente da Formação Pastos Bons, durante o Jurássico médio superior da Bacia do Parnaíba.

A identificação taxonômica dos conchostráceos é complexa e por vezes não é possível agrupar os espécimes em uma classificação mais específica. Uma das barreiras está no estudo bibliográfico dos conchostráceos, cheios de contradições e comparações subjetivas. Outro problema são os parâmetros de identificação que cada autor usa para determinar um mesmo caractere.

No presente trabalho foi possível identificações distintas, dessas, duas a nível de espécie, *Macrolimnadipsis pauloi* e *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* e dois a nível de gênero, *Pseudoestheria* e *Asmussia*. Ainda assim, é necessário a continuação desse estudo, uma vez que ainda ficou muitas lacunas e espécimes a serem identificados, uma revisão sistemática a cerca desses grupos de modo a estabelecer afinidades com as espécies já identificadas. Além disso, como citado anteriormente, é imprescindível uma ampla revisão do grupo e dos caracteres utilizados, bem como aplicar uma mesma metodologia que abarque os diversos grupos de conchostráceos, o que poderá trazer resultados mais objetivos quanto a sua classificação.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G.A. Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de petróleo. **PETROBRAS, Belém. RELATÓRIO TÉCNICO. Nº 371. P.55-106. 1969.**
- BEURLEN, Karl. Um novo gênero de conchostráceo da família Limnadiidae. **Notas Preliminares e Estudos.** Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM, n. 83, p. 23-28. 1954.
- BRITO, I.M. **Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil.** Rio de Janeiro, Interciência. 1979.
- BRITO, Paulo Marques Machado; GALLO, Valéria. A new pleuropholid Gondwanapleuropholis longimaxillaris n.g., n.sp. (Actinopterygii; Teleostei) from the Jurassic of northeast Brazil. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Serie II Fascicule A-Sciences de la Terra et des Planetes**, 1:697-703. 2002.
- CARDOSO, Alexandre Ribeiro; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues; ABRANTES Jr.; Francisco Romério, RABELO, Cleber Eduardo Neri. Mesozoic lacustrine system in the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: paleogeographic implications for West Gondwana. **Elsevier. Journal of South American Earth Sciences** 74, 41–53. Doi:10.1016/j.jsames.2017.01.006.2017.
- CARDOSO, Alexandre Ribeiro; ROMERO, Guilherme Rafaelli; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. Sandstone diagenesis of the Pastos Bons formation, Jurassic-Cretaceous of the Parnaíba Basin. **GMGA - Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada.** DOI: 10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i3a3ARC. 2018a.
- CARDOSO, Alexandre Ribeiro; ROMERO, Guilherme Rafaelli; OSÉS, Gabriel Ladeira; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. Taphonomy of lacustrine fish fossils of the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: Spatial and causative relations of Konservat Lagerstätten in West Gondwana during Jurassic-Cretaceous. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 542 – Doi:10.1016/j.palaeo.2020.109602. 2020.
- CARDOSO, Alexandre Ribeiro; ROMERO, Guilherme Rafaelli; OSÉS, Gabriel Ladeira; RABELO, Cleber Eduardo Neri; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. Insights in the preservation of fish fossils from the Muzinho shale, late Jurassic- early Cretaceous of the Parnaíba Basin. **GMGA - Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada** - Doi: 10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i3a5ARC. 2018b.
- CARDOSO, Roberto Nogueira. Alguns conchostráceos mesozóicos do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia** 11, 21–40. 1962.
- CARVALHO, Ismar de Sousa; ARAI, Mitsuru. Os fósseis da Bacia de Sergipe-Alagoas. **Associação PHOENIX.** Sergipe. Nº 29, 2p. 2001.
- CARVALHO, Ismar de Sousa. Conchostráceos Da Bacia de Padre Marcos (Cretáceo Inferior), Estado do Piauí, Brasil. *In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOARTROPODOLOGIA, I INTERNATIONAL MEETING ON PALEOARTHROPODOLOGY, I SIMPOSIO*

SUDAMERICANO DE PALEOARTROPODOLOGIA. São Leopoldo, Unisinos. p. 349-357. 2001.

CARVALHO, Ismar de Sousa. Os conchotráceos da Bacia de São José do Belmonte, Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**. 64(2): 193-198. 2006.

GALLEGO, Oscar Florencio; MARTINS-NETO, Rafael Gioia. The Brazilian Mesozoic Conchostracn Faunas: Its geological history as alternative tool for stratigraphic correlations. **Revista de Geociências**. 25(2): 231-239. 2006.

GALLO, Valéria; FIGUEIREDO, Francisco José de. A new teleost fish from the Early Cretaceous of Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional**. Rio de Janeiro. n. 27, p. 65-73. 2004.

GALLO, Valéria. Redescription of *Lepidotes Piauihyensis* Roxo and Löefgren, 1936 (Neopterygil, Semiotiformes, Semionotidae) from the Late Jurassic-Early Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**. 25(4): 757-769. 2005.

GÓES, Ádson M.O; FEIJÓ, Flavio Juarez. A Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras. History Museum of Los Angeles County. **Science Series**. 39: 1–124. 1994.

LANA, Cecília Cunha; CARVALHO, Ismar de Sousa. Cretaceous brackish water Conchostraca from Potiguar Basin, northeastern Brasil. *In*: VII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MESOZOIC TERRESTRIAL ECOSYSTEMS. 7, 2001. **Asociación Paleontologica Argentina- Publicação Especial**, Buenos Aires. 2001. p. 71-75.

LIMA, Murilo Rodolfo; CAMPOS, Diogenes de Almeida. Palinologia dos folhelhos da fazenda Muzinho, Floriano, Piauí. **Geodiversitas** - USP, São Paulo: v. 11, p. 149-154.1980.

LISBOA, M. A. R. The Permian geology of northern of Brazil. **Am. Jour. Sci.**, v. 37, 425-443.1914.

MARTIN, Joel W; DAVIS, George E. An updated classification of the recent Crustacea. **Natural History Museum of Los Angeles County Contributions in Science** 39: 1–124. 2001.

MONFERRAN, Mateo Daniel. **Análisis paleoecológico de las asociaciones de conchostracos del Jurásico Medio y Superior de la Cuenca Cañadón Asfalto, Chubut (Argentina)**. 2015. 302 f. Tese (Faculdade de Ciencias Exactas y Naturales) Universidad de Buenos Aires. 2015.

MONTEFELTRO, Felipe Chinaglia; LARSSON, Hans C.R.; FRANÇA, Marco Aurélio Gallo de; LANGER, Max Cardoso. A new neosuchian with Asian affinities from the Jurassic of northeastern Brazil. **Naturwissenschaften**. DOI 10.1007/s00114-013-1083-9. 2013.

NEGREA, Stefan; BOTNARIUC, Nicolae; DUMONT, Henri J. Phylogeny, evolution and classification of the Branchiopoda (Crustacea). **Hydrobiologia** 412, 191–212. 1999.

OLESEN, Jorgen. Phylogeny of Branchiopoda (Crustacea) character evolution and contribution of uniquely preserved fossils. **Arthropod Systematics and Phylogeny**. 67:3-39. 2009.

PAIVA, Hanna Carolina Lins de; GALLO, Valéria. Quasimodichthys gen. nov. (Neopterygii: Semionotiformes): a morphological and ontogenetic study. **Earth Science**. nº 88, 132–143. Doi. org/10.1016/j.sames.2018.08.010. 2018.

PETRA M.S. **Paleoictiofauna da Formação Pastos Bons (Bacia do Parnaíba) – Reconstituição Paleoambiental e Posicionamento Cronoestratigráfico**. 2006. 141 p. Dissertação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2006.

PINHEIRO, Cleane Socorro Silva. **Conchostráceos da Formação Pastos Bons (Neocomiano) da Bacia do Parnaíba, procedentes da Fazenda Muzinho, município de Floriano, estado do Piauí**. 2007. 56p. Monografia (Departamento de Geologia) Universidade Federal do Pará. Pará. 2007.

PINHEIRO, Felipe Lima; FIGUEIREDO, Ana Emilia Quezado de; FORTIER, Daniel Costa; VIANA, Maria Somália Sales; SCHULTZ, Cesar Leandro Fauna de Vertebrados Eocretácicos de um Afloramento da Bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. Doi:10.4072/rbp.2011.2.07. 2011.

PINTO, Irajá Damiani; PURPER, Yvone. Observations on Mesozoic Conchostracea from the north of Brazil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. **Anais**. Porto Alegre, SBG, v. 2. 1974. p. 5-16.

RABELO, Cleber Eduardo Neri; CARDOSO, Alexandre Ribeiro; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues; SOARES, Joelson Lima. GÓES, Ana Maria. Genesis of poikilotopic zeolite in aeolianites: an example from the Parnaíba Basin, NE Brazil. **Elsevier**. Sedimentary Geology. Nº385. 61–78. 2019.

RABELO, Cleber Eduardo Neri; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. O sistema desértico úmido do Jurássico Superior da Bacia do Parnaíba, na região entre formosa da Serra Negra e Montes Altos, Estado do Maranhão, Brasil. **Geol. USP. Séries Científicas**. v. 15, p. 3-21. 2015.

ROHN, Rosimarie; CAVALHEIRO, M.C.T. Conchostráceos cretácicos da Bacia de Tucano (Bahia) e avaliações do potencial cronoestratigráfico destes crustáceos no Mesozóico do Brasil. *In*: 4º SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL. UNESP, Águas de São Pedro. 1996. p. 157-167.

BALLEN, Oscar Arturo Romero. **As sucessões sedimentares interderrames da Formação Mosquito, exemplo de um sistema eólico úmido, Província Parnaíba**. 2012. 85 f. Dissertação. Instituto de Geociências- Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.

SCHOLZE, Frank; SCHNEIDER, Jörg W. 2015. Improved methodology of 'conchostracan' (Crustacea: Branchiopoda) classification for biostratigraphy. **Newsletter on Stratigraphy**. Nº 48, 287–298. 2015.

SILVA, Wagner Matos da; ALVES, Yuri Modesto; CANDEIRO, Carlos Roberto dos Anjos. Coleção de icnofósseis da Bacia do Parnaíba depositados no laboratório de Palinologia da Universidade Federal do Tocantins. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**. Vol 10 – nº 1 – 1º semestre. 2010.

TASCH, Paul. Branchiopoda. *in*: MOORE, R.C. (ED.), TREATISE ON INVERTEBRATE PALEONTOLOGY, PART R - ARTHROPODA 4. Geological Society of America and the University of Kansas, **Boulder**, pp. R128–R191. 1969.

TASCH, Paul. Fossil Conchostraca of the Southern Hemisphere and Continental Drift. **Geological Society of America Memoirs**. 165, xi–282. 1987.

VAZ, Pekim Tenório; REZENDE, RESENDE, Nélio das Graças de Andrade da Mata; WANDERLEY FILHO, Joaquim Ribeiro; TRAVASSOS, Walter Antônio Silva. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, 15(2): 253-263. 2007.

YABUMOTO, Yoshitaka. New Mesozoic coelacanth from Brazil (Sarcopterygii, Actinistia). **Paleontological Research**. N°12(4):329-343. 2008.