



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

FRANCISCA RAIANY SOARES DE MOURA

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

FORTALEZA

2022

FRANCISCA RAIANY SOARES DE MOURA

ASPECTOS TAFONÔMICOS DA CONCHOSTRACOFAUNA (SPINICAUDATA,
CRUSTACEA) DA FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURASSICO 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

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M886a Moura, Francisca Raiany Soares de.
Aspectos tafonômicos da Conchostracofauna (Spinicaudata, Crustacea) Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Piauí, Brasil / Francisca Raiany Soares de Moura. – 2022.
52 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier.
1. Paleoinvertebrados. 2. Conchostráceos. 3. Floriano. I. Título.

CDD 551

FRANCISCA RAIANY SOARES DE MOURA

ASPECTOS TAFONÔMICOS DA CONCHOSTRACOFAUNA (SPINICAUDATA,
CRUSTACEA) DA FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURASSICO 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.

Aprovada em: 29/07/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Costa Fortier (Orientador)

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

Prof. Dr. Alexandre Liparini Campos

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Profª. Dra. Mírian Liza Alves Forancelli Pacheco

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

AGRADECIMENTOS

A trajetória do mestrado que deveria ser de dois anos acabou se tornando bem mais longa e espinhosa devido ao caos que a pandemia deixou o mundo, durante esse tempo algumas pessoas e programas foram essenciais para que eu pudesse escrever essa dissertação e a todos deixo aqui meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará por disponibilizar a linha de pesquisa em Geologia Sedimentar na qual foi possível desenvolver a pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me concedeu apoio financeiro, que foi essencial para a realização deste trabalho.

A Coordenadora do programa por ser sempre muito solícita com os alunos e também aos professores vinculados por todos os ensinamentos durante o período de disciplinas.

Ao Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP) da Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral (UFPI/CAFS) por todo o suporte com equipamentos que foram úteis para os cuidados com o material.

Ao Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Artrópodes e ao do Prof Dr. Élisson Fabrício que disponibilizou os equipamentos e ensinou como manuseá-los e sempre levava conversas leves e divertidas com ensinamentos importantes.

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica- LME, do Departamento de Geologia Degeo-UFC, e ao Geólogo Joel Pedrosa pela disponibilidade e ajuda com o uso de equipamentos e os conhecimentos em geologia.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Costa Fortier por toda paciência, por sempre buscar facilitar os processos, pelo apoio durante os últimos anos, por estar incentivando e levando um toque de positividade para seus alunos.

À Profa. Me. Ana Emilia por sempre ser tão carinhosa e prestativa comigo, sempre ajudando com leituras e palavras de conforto, agradeço imensamente toda a ajuda que ela forneceu desde a graduação o que tem me tornado uma profissional mais humana e empática. Aos professores participantes da Banca examinadora Profa. Dr. Alexandre Liparini e Profa. Dra. Mírian Pacheco pelo tempo e pelas colaborações sugestões.

Às amigas da pós que compartilhávamos as informações, os sofrimentos e as alegrias de vida de pós-graduando.

Aos amigos e amigas da paleontologia, em especial ao Nailton Beserra, Natan Brilhante, Tainá Constância, Olga Barros, Lysia Cunha e Edenilson Sousa, pelas conversas compartilhando conhecimentos e risos soltos.

À Karla Leite por ser um exemplo a ser seguido, uma pessoa do coração gigante que me abraçou, me acolheu durante toda a caminhada e me ensinou fazer o melhor brownie.

Às minhas amigas de vida Samara Rodrigues e Ester Raquel por toda a amizade e motivação em todos os momentos, por SER o grupo fora da academia que mais escuta minhas lamentações com figurinhas de risos e lágrimas e que compartilhamos assuntos aleatórios para fugir momentaneamente da realidade atual.

À minha duplinha de antes mesmo da pós-graduação para a vida, Lucieny Raquel, pela infinita ajuda durante todo o processo da escrita, por todo carinho e estar compartilhando comigo essa montanha-russa de sensações que é desenvolver uma pesquisa.

Às minhas irmãs, principalmente Hévellyn Moura e ao meu irmão Thyago Soares, por me ajudarem de todas maneiras possíveis durante todos os anos da minha vida, sem eles, com certeza eu não estaria escrevendo esses agradecimentos.

À minha mãe Eliete e meu pai José Henrique por apesar de não concordarem com as minhas escolhas, não deixaram de dar apoio e torcer para que desse certo.

À minha família que por muitas vezes não entendem o porquê meu trabalho é com “bichos mortos nas pedras”, mas acham incrível o que eu faço e me incentivam estudar cada vez mais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa Nível Superior - Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001"

RESUMO

A Bacia do Parnaíba é muito conhecida pelo seu registro fossilífero, principalmente em fósseis Paleozoicos, mas apresenta também extensas áreas fossilíferas do Mesozoico. Na cidade de Floriano (PI) afloram várias unidades geológicas desta bacia, incluindo a Formação Pastos Bons de idade Jurássica. No afloramento conhecido por Fazenda Muzinho foi registrada a presença de fósseis de vegetais (cutículas vegetais), vertebrados (peixes) e invertebrados (conchostráceos). A paleoictiofauna da região tem recebido protagonismo merecido, mas recentemente os conchostráceos tem ganhado destaque em estudo e isso motivou a realização de pesquisas para descrever as espécies presentes no local e os processos que envolvem a fossilização deles. Esta pesquisa analisa os processos tafonômicos da conchostracofauna e com eles procuramos propor interpretações paleoambientais e paleoecológicas, sugerindo quais fatores ambientais que influenciaram na morte desses animais e os processos pelos quais possibilitaram sua preservação. A pesquisa foi realizada por meio de trabalhos de campo, de análises em laboratórios e interpretações dos dados. Nossos resultados demonstraram o potencial fossilífero da região, confirmaram dados referente ao paleoambiente local e como os bioclastos sofreram exposições ao longo dos eventos de fossilização.

Palavras-chave: Paleoinvertebrados; Conchostráceos; Floriano.

ABSTRACT

The Parnaíba Basin is well known for its fossil record, mainly in Paleozoic fossils, but it also has extensive fossiliferous areas from the Mesozoic. In the city of Floriano (PI) several geological units of this basin emerge, including the Jurassic Pastos Bons Formation. In the outcrop known as Fazenda Muzinho, the presence of plant fossils (vegetable cuticles), vertebrates (fish) and invertebrates (conchostraceans) was recorded. The region's paleoichthyofauna has received deserved protagonism, but recently the conchostracans have gained prominence in studies and this has motivated research to describe the species present in the place and the processes that involve their fossilization. This research analyzes the taphonomic processes of the conchostracofauna and with them we try to propose paleoenvironmental and paleoecological interpretations, suggesting which environmental factors influenced the death of these animals and the processes by which their preservation was possible. The research was carried out through fieldwork, laboratory analysis and data interpretation. Our results demonstrated the fossiliferous potential of the region, confirmed data referring to the local paleoenvironment and how the bioclasts were exposed during the fossilization events.

Keywords: Paleoinvertebrates; Conchostraces; Floriano.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Parnaíba no Brasil.....	13
Figura 2 - Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba.....	15
Figura 3 - (A) Mapa do Brasil; (B) Estado do Piauí; (C) Município de Floriano.....	16
Figura 4 - Cidade de Floriano e ao afloramento Taboquinha.....	17
Figura 5 – Vista das amadas sedimentares do afloramento.....	22
Figura 6 - Microscópio estereoscópico (LUPA) utilizada para análise dos fósseis.....	23
Figura 7 - Microscópio Eletrônico de Varredura	24

LISTA DE SIGLAS

CAFS	Campus Amílcar Ferreira Sobral.
DBAV	Departamento de Biologia Animal e Vegetal.
DNPM	Departamento Nacional da Produção Mineral.
EDS	Espectroscopia de energia dispersiva.
LGP	Laboratório de Geologia e Paleontologia.
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
UFPI	Universidade Federal do Piauí.
UFC	Universidade Federal do Ceará.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	Bacia Sedimentar do Parnaíba	12
3.2	Formação Pastos Bons	13
3.3	Área de estudo	15
3.4	Características gerais dos conchostráceos	16
3.5	Conchostracofauna da Formação Pastos Bons	17
3.6	Tafonomia de conchostráceos	19
4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
5	ARTIGO	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

Os resultados desta pesquisa serão apresentados no manuscrito em formato de artigo que foi submetido a Revista Brasileira de Paleontologia.

A Bacia Sedimentar do Parnaíba é uma grande bacia de origem Paleozoica, situada principalmente na região noroeste do nordeste brasileiro, abrangendo os estados do Piauí, Maranhão e parte do Tocantins, Pará e Ceará. Sua origem inicia-se no Paleozoico, com a sequência mais antiga da bacia no Siluriano e contendo também sequências sedimentares do Mesozoico e Cenozoico (Santos & Carvalho, 2009).

Os primeiros dados sobre esta bacia foram publicados ainda no século XIX, mas o interesse real por ela surgiu a partir do século XX, quando foram realizadas atividades de procura de recursos naturais. Posteriormente outros trabalhos foram realizados, onde se descobriu o potencial fossilífero da região. O pioneiro nas pesquisas paleontológicas na bacia foi Llewellyn Ivor Price (Santos & Carvalho, 2009) e, desde então, outros pesquisadores têm se dedicado aos estudos paleontológicos da bacia.

Mesmo existindo pesquisas na Bacia do Parnaíba há muitos anos, ainda existem localidades e grupos taxonômicos pouco estudados ou que necessitam de revisões. Isso é percebido com os conchostráceos fósseis encontrados na Formação Pastos Bons. Até o momento poucos autores realizaram trabalhos com foco específicos neles, podendo ser citado aqui Távora et al, 2006, Pinheiro, 2007 e Silva, 2021, entre os trabalhos mais recentes. Como as principais pesquisas nessa formação foram voltadas para vertebrados, os estudos focados em invertebrados vêm a somar dados antecedentes e desvendar características paleobiológicas e paleoecológicas da região.

Atualmente os dados tafonômicos sobre os conchostráceos fósseis são escassos em âmbito global, havendo na literatura poucos trabalhos sobre eles. Esse grupo é encontrado na Formação Pastos Bons e existe a necessidade de estudo tafonômicos detalhados. Deste modo o presente trabalho apresenta informações relacionadas a conchostracofauna fóssil da Formação Pastos Bons e contribui com dados relacionados a fossildiagênese destes organismos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho apresenta os aspectos tafonômicos relacionados a fossildiagênese da conchostracofauna fóssil encontrada no afloramento situado na comunidade Taboquinha, Formação Pastos Bons, Bacia do Parnaíba.

2.2 Objetivos Específicos

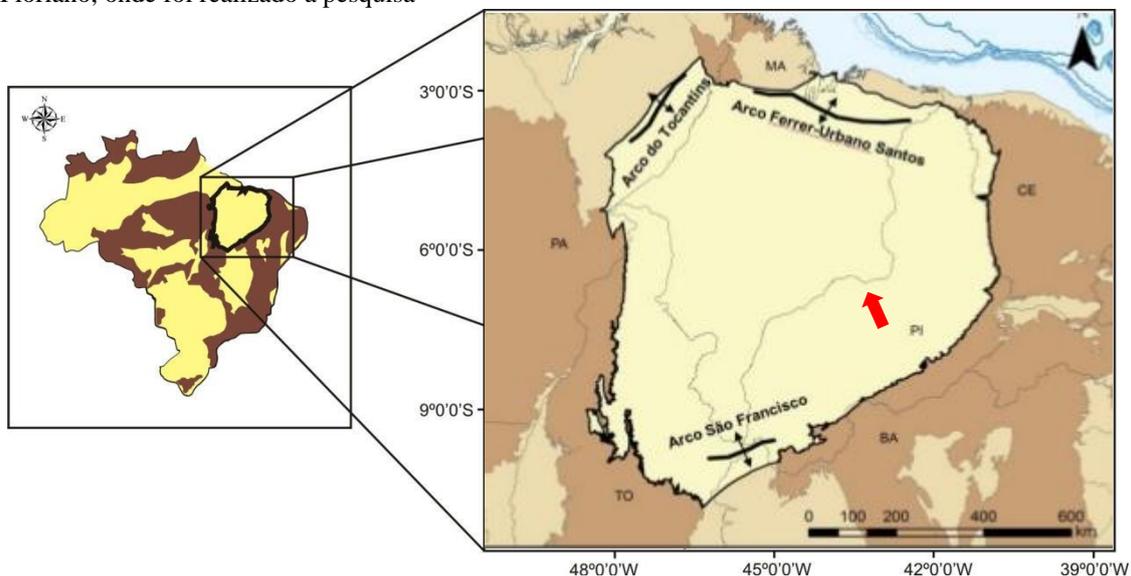
- Avaliar o potencial tafonômico das conchas de conchostráceos fósseis e a configuração paleoambiental em que elas foram depositadas.
- Descrever as assinaturas tafonômicas presentes nas conchas.
- Descrever os processos fossildiagnéticos atuantes na fossilização.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Bacia Sedimentar do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba (Figura 1) abrange uma área de aproximadamente 600.000 km² do território brasileiro, possuindo uma espessura que pode atingir cerca de 3,4 a 3,5 km no seu depocentro, sendo predominantemente paleozoica, possui derrames vulcânicos e depósitos mesozoicos (Vaz *et al* 2007). Ela está presente principalmente nos estados do Maranhão, Piauí, com áreas em menor parte pelos estados do Tocantins, Pará e Ceará (Góes & Feijó 1994).

Figura 2. Mapa de localização da Bacia do Parnaíba no Brasil, em seta vermelha a localização do município de Floriano, onde foi realizado a pesquisa



Fonte: Mapa de localização oferecido pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) modificado de Marques (2011).

O seu embasamento é composto por rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, representada por três domínios distintos, denominados por blocos (bloco Amazônico/Araguaia, bloco Parnaíba e bloco Borborema) (Vaz *et al* 2007; Cardoso, 2019). A sucessão de rochas sedimentares foi dividida em cinco grandes sequências deposicionais datadas do Siluriano ao Cretáceo, das quais três iniciaram o processo de deposição no paleozoico e duas foram depositadas no Mesozoico (Góes & Feijó, 1994).

As sequências deposicionais são representadas pelas unidades litoestratigráficas Grupo Serra Grande (Formações Ipu, Tianguá e Jaicós – sequência siluriana); Grupo Canindé (Formações Itaim, Pimenteira, Cabeças, Longá e Poti – sequência devoniana-carbonífera); Grupo Balsas (Formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba – sequência carbonífera -

triássica); Grupo Mearim (Formações Pastos Bons e Corda – sequência jurássica); formações Grajaú, Codó e Itapecuru (sequência cretácea) (Góes & Feijó, 1994).

O Grupo Mearim foi proposto inicialmente por Lisboa (1914) e posteriormente por Aguiar (1969), para englobar as formações Mosquito, Pastos Bons, Corda e Sardinha, ocupando o intervalo compreendido entre o Neotriássico e o Eocretáceo. Lisboa criou também o termo Camadas Pastos Bons para indicar os folhelhos e os calcários verdes a marrom, os quais contêm lentes de opala, intercalados com arenitos brancos (Cardoso, 2019).

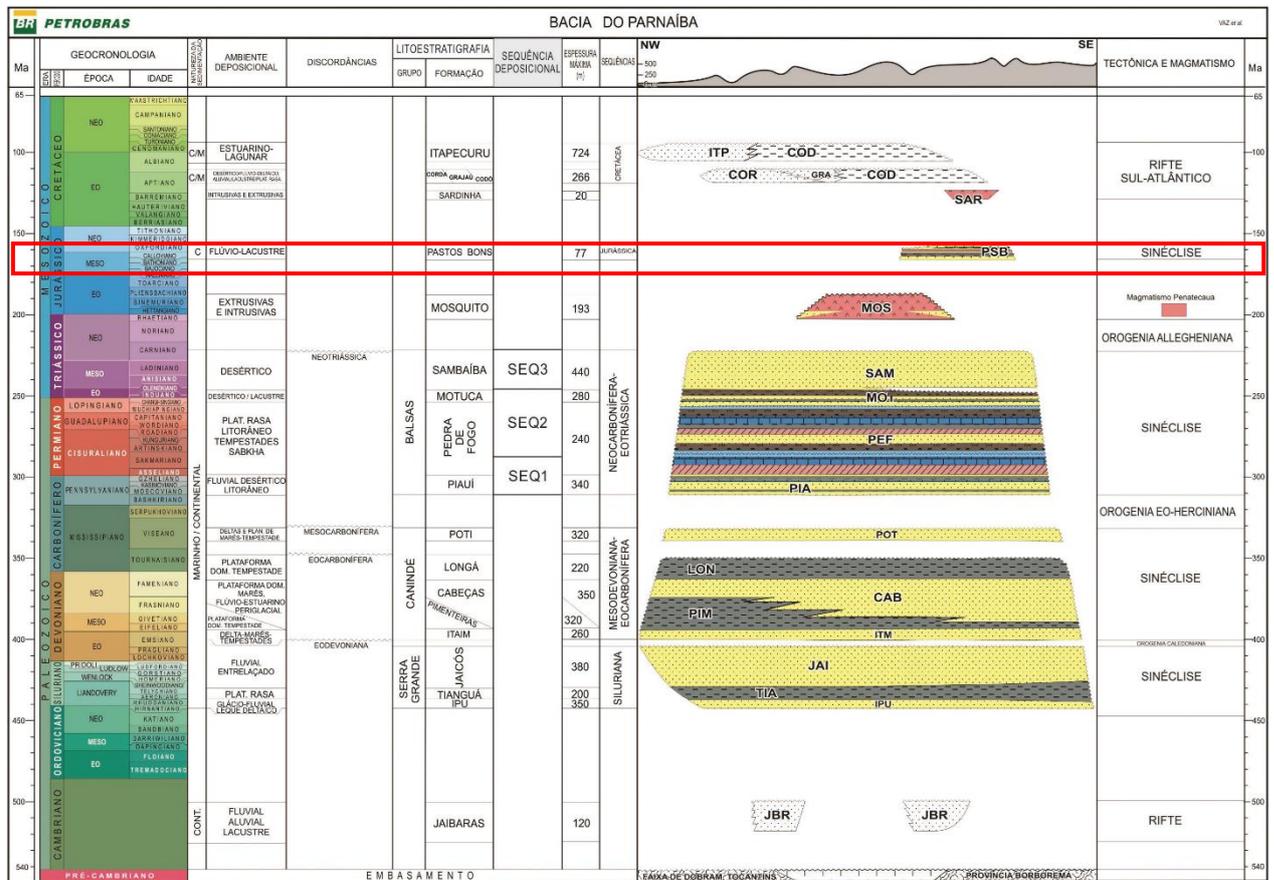
Após revisões com o Grupo Mearim Góes & Feijó (1994) sugeriram que este é constituído apenas pelas formações Pastos Bons e Corda. Essas formações encontram-se interdigitadas e sobrepostas discordantemente sobre a Formação Mosquito e ao Grupo Balsas, além de serem sotopostas, em discordâncias, pelos depósitos cretáceos das formações Sardinha, Grajaú, Codó e Grupo Itapecuru.

3.2 Formação Pastos Bons

Apesar da Bacia do Parnaíba possuir uma abundância de rochas depositadas em ambiente marinho, o Mesozoico é predominantemente continental e a Formação Pastos Bons é uma representante dessa sequência de rochas de ambiente continental (Gallo, 2005). Os depósitos mesozoicos da Bacia do Parnaíba sofreram grande influência da abertura do Oceano Atlântico Central e de sucessivas erupções vulcânicas, esses eventos foram fundamentais para a formação das sequências sedimentares da Formação Pastos Bons (Cardoso *et al*, 2017; Nogueira *et al*, 2021).

A Formação Pastos Bons atualmente é definida como uma sequência de idade jurássica (Figura 2). Ela foi primeiramente definida por Lisboa (1914) como Camadas Pastos Bons, a qual designava a intercalação de calcários, folhelhos e arenitos entre a cidade de mesmo nome e o município de São João dos Patos, ambos no Estado do Maranhão. Posteriormente, Aguiar (1969) utilizou o termo Grupo Mearim para agrupar as formações Mosquito, Corda e Sardinha à então intitulada Formação Pastos Bons.

Figura 2. Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba com a marcação da posição da formação Pastos Bons dentro do Jurássico



Fonte: Vaz et al, 2007.

A Formação Pastos Bons apresenta cerca de 80 m de espessura no seu depocentro, estando presente de leste para oeste, em contato discordante com as formações Poti, Piauí (entre Floriano e Monsenhor Gil - PI) Pedra de Fogo (no Riacho Pedra de Fogo - MA) e Motuca, concordante e gradacional com a Formação Corda (Cardoso et al, 2019). Seus afloramentos estendem-se ao longo do vale do Rio Itapecuru e seus afluentes, entre o estado do Maranhão até o Piauí, onde ocorre de modo intermitente até a região de Floriano no Piauí (Lima & Leite 1978).

A litologia da Formação Pastos Bons foi dividida por Caputo (1984) em três partes, que vai da base ao topo. A base é constituída por arenitos brancos com variações esverdeadas-amareladas, compostos por grãos de granulometria fina a média, subarredondados e, comumente, com estratificação plano-paralela e, pontualmente, lentes de calcário. O meio é caracterizado por siltitos, folhelhos/argilitos cinza-esverdeados, com intercalações de arenitos.

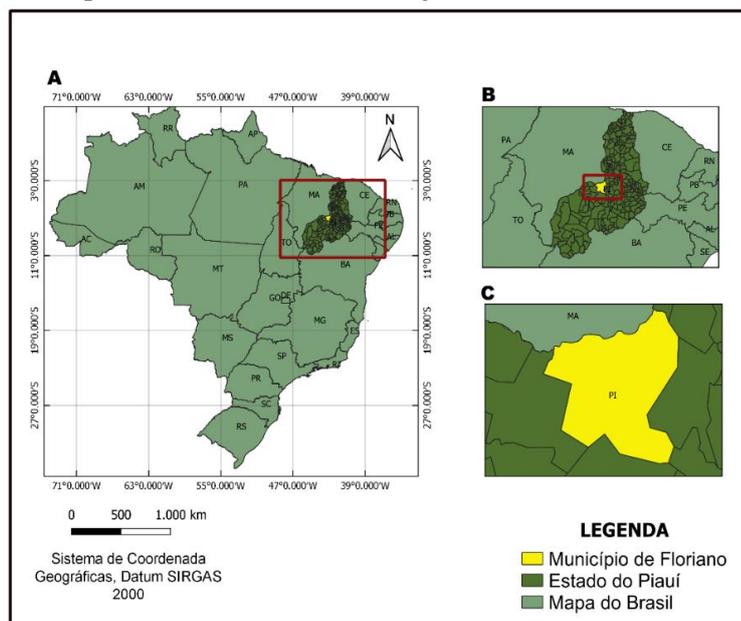
A parte superior contém arenitos vermelhos/rosados, de granulometria fina, que gradam para siltitos, com alguns níveis de folhelho.

O conhecimento sobre o posicionamento estratigráfico Mesozoico da Bacia do Parnaíba tem aumentado significativamente, no entanto, ainda continua sendo um intervalo enigmático. Trabalhos de Cardoso *et al.* (2019) ampliaram as informações a respeito da formação, com isso eles definiram o paleoambiente desta unidade como um ambiente lacustre, em que esse sistema foi formado por influência fluvial, proporcionado pelo soergimento de rochas Paleozoicas durante o rifteamento e abertura inicial do Atlântico.

3.3 Área de estudo

A área de coleta situa-se no município de Floriano, que está localizado na Zona Fisiográfica do Médio Parnaíba do estado do Piauí (Figura 3) à margem direita do Rio Parnaíba. Apresenta uma área irregular de 3.389,22 km², tendo como limites ao norte os municípios de Amarante e Francisco Ayres e o estado do Maranhão, ao sul encontra-se Itaueira e Flores do Piauí, a leste Nazaré do Piauí, Francisco Ayres e São José do Peixe, e a oeste Jerumenha e o estado do Maranhão. A cidade fica entre as coordenadas geográficas 06° 46' 01" de latitude sul, e 43° 01' 22" de longitude oeste em relação a Greenwich e a 240 km da capital, Teresina (Aguiar & Gomes, 2004).

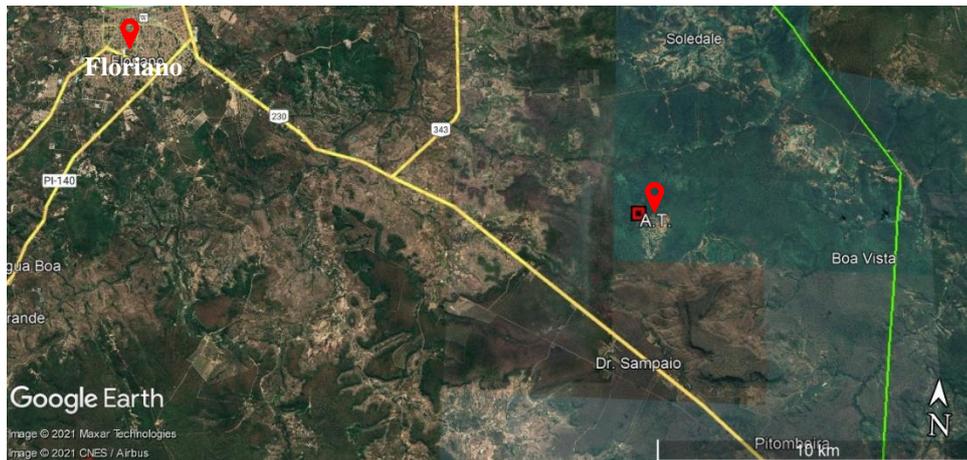
Figura 3. (A) Mapa do Brasil; (B) Localização do Estado do Piauí; (C) Município de Floriano.



Fonte: Elaborado pela autora com dados cartográficos do IBGE.

O afloramento (Figura 4) situa-se na comunidade Taboquinha (06° 49.396' S, 042° 51.956' W, *datum* WGS94), a 16,5 km do centro urbano de Florianópolis. Conforme informações bibliográficas este afloramento faz parte da área conhecida na literatura por Muzinho, pertencentes a Formação Pastos Bons (Cardoso, 2019).

Figura 4. Áreas marcadas em vermelho refere-se à cidade de Florianópolis e o local do afloramento Taboquinha.



Fonte: Google Earth.

3.4 Características gerais dos Conchostráceos

Os conchostráceos (Spinicaudata, Crustacea) são pequenos crustáceos que possuem um corpo comprimido lateralmente dentro de uma carapaça bivalve de quitina ligeiramente mineralizada. Seu corpo é dividido em cabeça e tronco, não havendo separação entre tórax e abdômen, suas valvas vão sofrendo incrementos periódicos de novas bandas concêntricas limitadas por linhas de crescimento (Carvalho, 1993; Ferreira-Oliveira, 2007). Para realizar a taxonomia dos conchostráceos fósseis é utilizada principalmente a morfologia da carapaça e as ornamentações das bandas de crescimento (Ferreira-Oliveira, 2007).

Os conchostráceos são tipicamente bentônicos, ocorrendo em corpos de águas continentais (claras ou lamosas, com vegetação ou não), desde o Devoniano até o recente. O ambiente tem relação direta com o crescimento destes organismos, pois a disponibilidade de alimentos depende, em grande parte, do ambiente. Indivíduos com alimentação mais restrita podem ter menos linhas de crescimento, enquanto aqueles com alimentação variada apresentam uma taxa de maturação mais rápida, linhas de crescimento mais definidas e numerosas (Monferran, 2015; Rogers *et al.*, 2012), mas de modo geral, eles foram considerados animais

bem-sucedidos porque sua alimentação não é muito restrita, podendo assim encontrar alimento em qualquer estação (Ferreira-Oliveira, 2007).

A reprodução dos conchostráceos pode ocorrer de forma ovípara ou ovovivípara. Seus ovos são normalmente esféricos (diâmetro entre 0,13 mm e 0,40 mm) e com a superfície ornamentadas por protuberâncias, tubérculos, pontos e, às vezes, com anéis equatoriais. Eles possuem uma tolerância a ressecamento intenso e congelamento o que proporciona a permanecerem viáveis por um período prolongado de seca e anoxia (Carvalho, 1993). Quanto à predação, os conchostráceos são alvos de ataques de peixes e larvas de insetos. A restrição da maioria das espécies a lagos temporários deve-se ao fato deles possuírem pouca tolerância a essa predação (Ferreira-Oliveira, 2007).

Os conchostráceos viventes são encontrados principalmente nas zonas temperadas e tropicais, ocorrendo em ambientes continentais, como corpos de água doce, rastos, pântanos, lagos permanentes e lagunas próximo da costa (Ferreira-Oliveira, 2007). No registro fóssil tem ocorrência na América, Europa, Ásia, África, Oceania e Antártica (Chen & Shen, 1985). No Brasil ocorrem nas rochas do Permiano, na Formação Rio do Rastro, da Bacia do Paraná (Ferreira-Oliveira & Rohn, 2008), Triássico da Formação Santa Maria (Carbonaro, *et al.*, 2013), Jurássico da Formação Pastos Bons (Pinheiro, 2007) e Formação Caturrita, Faxinal do Saturno, Rio Grande do Sul (Ronh *et al.*, 2014) e Cretáceo da Formação Codó (Carbonaro & Ghilardi, 2014) e da Bacia Bauru (Carbonaro, *et al.*, 2013; Carbonaro & Ghilardi, 2014).

Ainda no Mesozoico, existe registro para as Bacias interiores do Nordeste como a Bacia de Alagoas, Araripe, Barro, Camamu, Cedro, Iguatu, Malhada Vermelha, Mangabeira, Mirandiba, Padre Marcos, Potiguar, São José do Belmonte, Sousa, Uiraúna e Lima Campos (Carvalho & Carvalho, 1990; Carvalho & Viana, 1993; Carvalho, 1993, 1996, 2001a,b, 2002, 2006, 2014; Carvalho *et al.*, 2002; Arai & Carvalho, 2001; Lana & Carvalho, 2001, 2002; Passarinho, 2018).

Entre os principais processos de preservação das conchas fósseis de conchostráceos temos a piritização, calcificação ou carbonatação, carbonificação e moldagem. Deste modo, a preservação dos fósseis de conchostráceos acontece por meio da carbonificação ou por moldagem, devido à pequena espessura das valvas a moldagem é a forma de fossilização mais frequente (Carvalho, 1993). É importante notar que em uma mesma associação podem ocorrer diferentes processos.

3.5 Conchostracofauna da Formação Pastos Bons

Os fósseis de conchostráceos da Formação Pastos Bons foram encontrados primeiramente por L. I. Price, em 1945 quando realizou trabalhos de campo na Bacia sedimentar do Parnaíba (Santos & Carvalho, 2009). As pequenas conchas estavam associadas aos fósseis de *Quasimodichthys piauhyensis* (Roxo & Löfgren, 1936) e foram estudados inicialmente por Beurlen (1954) em que foi proposto por ele um novo gênero e uma nova espécie *Macrolimnadiopsis*.

O gênero *Macrolimnadiopsis* sp. foi caracterizado pelo seu tamanho relativamente grande, um número reduzido das linhas de crescimento, o umbo não acentuado e a margem dorsal reta e comprida, formando ângulos com as margens anterior e posterior. Para este gênero só foi descrito uma espécie, a *Macrolimnadiopsis pauloi* (Beurlen, 1954).

Anos depois, Mendes (1960) analisou a classificação sistemática realizada por Beurlen (1954), chegando à conclusão que o novo gênero ao qual ele havia chamado de *Macrolimnadiopsis* era apenas mais uma espécie pertencente a *Palaeolimnadiopsis* e modificando a posição do táxon. Quando Cardoso (1963) realizou um trabalho sobre os conchostráceos brasileiros ele não fez modificações no que se refere a classificação taxonômica das conchas fósseis da Formação Pastos Bons, deixando válida a posição sistemática sugerida por Mendes (1960).

Novas revisões que foram feitas por Pinto e Purper (1974) em que eles puderam analisar exemplares catalogados no acervo paleontológico da Divisão de Geologia e Mineralogia (Departamento Nacional da Produção Mineral-DNPM) e assim concluir que os conchostráceos estudados por eles e anteriormente por Mendes (1960), Cardoso (1963) e Beurlen (1954) eram sim um novo gênero, deste modo revalidaram *Macrolimnadiopsis pauloi* descrito por Beurlen e registraram mais quatro espécies atribuídas aos gêneros *Lioestheria*, *Pseudestheria* (dois táxons) e *Asmussia*.

Távora *et al.* (2006) também estudaram a conchostracofauna da Formação Pastos Bons, neste trabalho identificaram a espécie *Cyzicus (Lioestheria) ericheni* (Cardoso, 1966). As contribuições mais recentes sobre essa fáunula estão no trabalho de Pinheiro (2007) onde ela analisou um material coletado em 2004 pela equipe de Paleontologia do Departamento de Biologia Animal e Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (DBAV/UERJ). Pinheiro (2007) concluiu que a conchostracofauna é monoespecífica, por apresentar apenas a espécie *Cyzicus (Lioestheria) ericheni* (Cardoso, 1966), e monotípica, por ser constituída de um único tipo de concha.

Pinheiro (2007) descreveu também feições tafonômicas para a fauna de conchostráceos, identificando dois estágios ontogenéticos, sugerindo morte seletiva, composição dos fósseis

fracamente empacotados e dispersos na matriz e raros vestígios de fragmentação, abrasão e desgaste. Recentemente novas coletas foram realizadas e como a tafonomia de conchostráceos é um assunto ainda pouco abordado na literatura, é importante revisar estes dados e assim realizar um estudo mais aprofundado com essa paleofauna.

3.6 Tafonomia de Conchostráceos

As carapaças dos conchostráceos são compostas exclusivamente de quitina fosfática com baixo potencial de preservação, um fenômeno comum encontrado em outros invertebrados de característica físicas semelhantes, mas isso não implica necessariamente na presença pouco expressiva ou quantitativa no registro fóssil (Jenisch *et al.*, 2017). Pode acontecer com um táxon com grande durabilidade física, mas com baixa abundância no conjunto vivo ter registro raro entre os fósseis, enquanto um táxon abundante, mas com baixa resistência ter uma preservação muito maior no registro fóssil (Behrensmeyer *et al.*, 2005).

Jenisch *et al.* (2017) consideram complexa a deposição sedimentar em ambientes flúvio-lacustres, porque eles apresentam uma variedade de microambientes, ou seja, podem ocorrer diferentes mecanismos de transportes neste ambiente o que pode causar assinaturas tafonômicas distintas. Ao analisar dados referentes a uma deposição de fósseis de conchostráceos foi observado por Jenisch *et al.* (2017) quatro assembleias tafonômicas diferentes, sendo que em nenhuma das fácies foi notado evidências de bioerosão, incrustação, abrasão ou corrosão, mas se diferem em relação ao grau de empacotamento da amostra, de fragmentação e sentido de orientação dos bioclastos na amostra. Com esses exemplares foi possível verificar a qualidade de preservação das conchas e esses dados podem contribuir para avaliações dos processos deposicionais, ambientes e marcadores temporais.

Astrop *et al.* (2015) ao estudar indivíduos vivos, cultivados em laboratórios, examinaram as propriedades mecânicas das conchas de conchostráceos com o objetivo de avaliar as implicações na fossilização, eles notaram que a composição química pode afetar a vulnerabilidade das conchas nos processos tafonômicos, mas os processos de fossilização desse grupo ainda não foi completamente compreendida.

A tafonomia química e os modos de conservação de conchostráceos jurássicos da Patagônia foram analisados por Monferran *et al.* (2018). Neste trabalho eles também apontaram a necessidade de estudos mais aprofundados sobre preservação dos fósseis de conchostráceos e que a tafonomia de invertebrados marinhos vem sendo muito mais explorada quando comparada com os invertebrados continentais.

Astrop *et al.* (2015) apontaram que as conchas de conchostráceos são resistentes aos efeitos físicos destrutivos como abrasão e fragmentação por transporte e que elas têm uma elevada flexibilidade em ambientes com um grau considerável de energia. Deste modo Monferran *et al.* (2018) sugeriram que a fragmentação e a esfoliação nas conchas dos espécimes de *Euesteria taschi* (Vallati, 1986) provavelmente ocorreram após o enterro. As análises realizadas mostraram que as carapaças não foram conservadas uniformemente e que existem camadas com diferentes composições químicas preservadas nas conchas de *E. taschi* (Vallati, 1986).

Para os conchostráceos da Formação Pastos Bons algumas características tafonômicas já foram analisadas por Pinheiro (2007). Em seu trabalho de conclusão de curso ela analisou as conchas fósseis e indicou que elas estão preservadas tridimensionalmente e que a concentração fossilífera estudada pode ser classificada como monotípica e monoespecífica. Foi verificado também um grau de empacotamento disperso, dois estágios ontogenéticos e uma concentração fossilífera polimodal.

Novas coletas realizadas em afloramentos da Formação Pastos Bons trazem mais informações sobre os aspectos tafonômicos desta fauna.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho seguiu procedimentos indicados por Simões & Ghilardi, 2000. A primeira etapa envolveu as pesquisas preliminares buscando informações sobre a Bacia do Parnaíba, a Formação Pastos Bons e a localização do afloramento para então seguir para os trabalhos de campo.

A coleta do material de estudo fez parte da segunda etapa do trabalho. Essa atividade foi realizada pela equipe do Laboratório de Geociências e Paleontologia da Universidade Federal do Piauí (LGP/UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral, Floriano-PI. O afloramento fica localizado na comunidade Taboquinha (06° 49.396' S, 042° 51.956' W, *datum* WGS94), a 16,5 km da cidade citada (Figura 5). Foram coletados blocos soltos de folhelho laminado com tamanhos variados. Os blocos selecionados para os estudos possuem medidas que vai de 37 a 3,5 centímetro de comprimento e 14,7 a 2,1 centímetros de largura. Após a coleta o material foi levado para o LGP/UFPI, para execução das demais etapas. Na literatura a localidade é conhecida por “Fazenda Muzinho”, entretanto a região é conhecida como Taboquinha pela comunidade local.

Figura 5. Imagens do trabalho de campo no local de coleta, com vista para as camadas sedimentares do afloramento.



Fonte:

Nailton Beserra Luz.

A atividade de laboratório abrange uma série de procedimentos que envolve catalogação, preparação física e química do material, fotografia, análise qualitativa (descrição das feições tafonômicas, classificação taxonômica) e análise quantitativa (análises estatísticas e geração de gráficos). No laboratório as amostras foram catalogadas, recebendo um número de identificação e armazenadas na Coleção Científica do Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP), localizada na UFPI, Campus Amílcar Ferreira Sobral (CAFS). Posteriormente algumas amostras passaram por uma preparação física para retirar os sedimentos que cobriam os fósseis e a análise qualitativa foi iniciada.

Para descrição das feições tafonômicas foi realizada uma análise das amostras separadamente, com o auxílio de um microscópio estereoscópico (LUPA) binocular (Figura 6), para contabilizar os espécimes e morfótipos presentes. Durante a fase inicial foram consideradas 51 amostras e a partir delas foi construído uma tabela, seguindo a metodologia de Simões & Ghilardi (2000), com os seguintes parâmetros: tipo de táxon na amostra, grau de empacotamento da amostra, posição do bioclasto no plano de acamamento, grau de articulação e fragmentação. O grau de empacotamento foi expressado por uma terminologia qualitativa em dispersos (menos de 4 fragmentos de valvas por 3cm²) frouxamente empacotado (cerca de 14 fragmentos de valvas por 3 cm²) e densamente empacotado (mais de 21 fragmentos de valvas por 3 cm²).

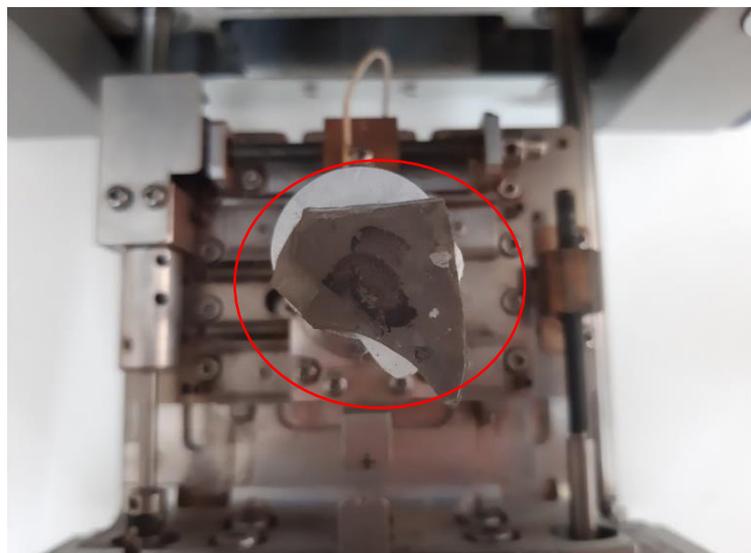
Figura 6. Microscópio estereoscópico (LUPA) utilizada para análise dos fósseis.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para complementar as informações das análises citadas foi realizado também um mapeamento elementar de duas amostras por meio da espectroscopia de energia dispersiva por raio-X (EDS) no Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME) do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (Degeo/UFC) (Figura 7). Esta vem sendo uma das tecnologias mais usadas para imagens químicas de fósseis, onde foi possível revelar algumas características da composição química dos conchostráceos. Por fim fez-se as interpretações dos dados obtidos durante os processos anteriores, para então construir os resultados do estudo.

Figura 7. Microscópio Eletrônico de Varredura com detector de raios-x acoplado com amostra analisada no centro.



Fonte: Elaborado pela autora.

5. ARTIGO

FOSSILDIAGÊNESE DA CONCHOSTRACOFAUNA (SPINICAUDATA, CRUSTACEA) DA FORMAÇÃO PASTOS BONS (JURASSICO SUPERIOR), PIAUÍ, BRASIL

FRANCISCA RAIANYS SOARES DE MOURA

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 912. CEP: 60455-760, Fortaleza, CE, Brasil. raianysmoura12@gmail.com

ANA EMILIA QUEZADO DE FIGUEIREDO, DANIEL DA COSTA FORTIER

Laboratório de Geociências e Paleontologia, Universidade Federal do Piauí, *Campus* Amílcar Ferreira Sobral, BR 343 - Km 3,5 S/N Bairro Meladão, 64808-605, Floriano, Piauí, Brasil ana.emilia.@ufpi.edu.br, fortier@ufpi.edu.br

ABSTRACT - FOSSILDIAGENESIS OF THE CONCHOSTRACOFAUNA

(SPINICAUDATA, CRUSTACEA) FROM THE PASTOS BONS FORMATION (UPPER JURASSIC), PIAUÍ, BRAZIL.

The Parnaíba Basin is well known for its fossiliferous record, mainly in Paleozoic fossils, but it also presents extensive fossiliferous areas of the Mesozoic. In the city of Floriano (PI) several geological units of this basin outcrop, including the Pastos Formation of Jurassic age. In the outcrop known as Fazenda Muzinho the presence of fossils of plants (plant cuticles), vertebrates (fish) and invertebrates (conchostraces) has been recorded. The paleoictiofauna of the region has received well-deserved prominence, but recently conchostraces have gained prominence in studies. This research analyzes the tafonomic processes of the conchostracofauna and with them we try to propose paleoenvironmental and paleocological interpretations, suggesting which environmental factors influenced the death of these animals and the processes by which they were preserved. The research was carried out by field work, laboratory analysis and interpretation of the data. Our results demonstrated the fossiliferous potential of the region, confirmed data concerning the local paleoenvironment and how the bioclasts were exposed during the fossilization period.

Keywords:

RESUMO - A Bacia do Parnaíba é muito conhecida pelo seu registro fossilífero, principalmente em fósseis Paleozoicos, mas apresenta também extensas áreas fossilíferas do Mesozoico. Na cidade de Floriano (PI) afloram várias unidades geológicas desta bacia, incluindo a Formação Pastos de idade Jurássica. No afloramento conhecido por Fazenda Muzinho foi registrada a presença de fósseis de vegetais (cutículas vegetais), vertebrados (peixes) e invertebrados (conchostráceos). A paleoictiofauna da região tem recebido protagonismo merecido, mas recentemente os conchostráceos tem ganhado destaque em estudos. Esta pesquisa analisa os processos tafonômicos da conchostracofauna e com eles procuramos propor interpretações paleoambientais e paleocológicas, sugerindo quais fatores ambientais que influenciaram na morte desses animais e os processos pelos quais possibilitaram sua preservação. A pesquisa foi realizada por meio de trabalhos de campo, de análises em laboratórios e interpretações dos dados. Nossos resultados demonstraram o potencial fossilífero da região, confirmaram dados referente ao paleoambiente local e como os bioclastos sofreram exposições ao longo do período de fossilização.

Palavras-chave: Conchostraceos, Muzinho, Tafonomia.

INTRODUÇÃO

A preservação excepcional de fósseis na Formação Pastos Bons da Bacia do Parnaíba foi verificada por Cardoso *et al* (2020) em fósseis de vertebrados, sendo possível considerá-la como um exemplo de um Konservat Lagerstätten. Além dos peixes fósseis na Formação Pastos Bons também, outro táxon bastante encontrado é um grupo dos crustáceos, os conchostráceos (Spinicaudata, Crustacea).

Os Conchostráceos são pequenos crustáceos que possuem um corpo comprimido lateralmente dentro de uma carapaça bivalve de quitina ligeiramente mineralizada. Esses organismos ocorrem no registro geológico desde o Devoniano até o recente (Carvalho, 1993; Ferreira-Oliveira, 2007). Eles habitam corpos de águas continentais como lagos de água doce,

rasos, lagos permanentes e lagunas próximo da costa. No registro fóssil há ocorrência na América, Europa, Ásia, África, Oceania e Antártica (Ferreira-Oliveira, 2007; Chen & Shen, 1985). O crescimento e desenvolvimento deles depende, em grande parte, da disponibilidade de alimento do ambiente (Monferran, 2014).

Na Formação Pastos Bons os conchostráceos foram estudados inicialmente por Beurlen (1954) e a partir de então outros autores passaram a realizar novas coletas para ampliar os conhecimentos sobre a conchostracofauna e também corrigir e revisar as propostas taxonômicas anteriores. Os mais recentes trabalhos ampliaram os dados a respeito da taxonomia e um pouco sobre a tafonomia dessa conchostracofauna (Silva, 2021; Pinheiro 2007). Com a tafonomia é possível encontrar informações sobre o registro fossilífero e os processos pelos quais os organismos se tornaram fósseis (BEHRENSMEYER *et al*, 2000).

Monferran (2018) avaliou conchas fossilizadas de Spinicaudatas da Formação Cañadón Asfalto (Jurássico, Chubut, Argentina) e em seu trabalho afirmou que os mecanismos de fossilização deste grupo não são completamente compreendidos e poucos estudos têm sido realizado em relação à sua tafonomia. Deste modo, o objetivo do presente estudo é contribuir para um melhor entendimento da preservação dos fósseis de conchostráceos e também os fatores que podem ter contribuído para a preservação deles.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Parnaíba (Figura 01) é predominantemente marinha e de idade paleozoica. Os depósitos mesozoicos da Bacia do Parnaíba sofreram grande influência da abertura do Oceano Atlântico Central e de sucessivas erupções vulcânicas, esses eventos foram fundamentais para a formação das sequencias sedimentares da Formação Pastos Bons (Cardoso *et al*, 2017; Nogueira *et al*, 2021;). A Formação Pastos Bons representa um conjunto de sequências rochosas de ambiente continental mesozoico (Gallo, 2005).

As interpretações litológicas foram realizadas por Caputo (1984) em que ele as dividiu em três partes por apresentarem distinções visíveis, essa separação vai desde a base até o topo. A base é constituída por arenitos brancos com variações esverdeadas-amareladas, compostos por grãos de granulometria fina a média, subarredondados e, comumente, com estratificação plano-paralela e, pontualmente, lentes de calcário. O meio é caracterizado por siltitos, folhelhos/argilitos cinza-esverdeados, com intercalações de arenito e é onde os fósseis aparecem. Por fim, a parte superior contém arenitos vermelhos/rosados, de granulometria fina, que gradam para siltitos, com alguns níveis de folhelho (Cardoso, 2019).

O conteúdo litológico e os fósseis presentes na Formação de Pastos Bons permitiu defini-la como um sistema lacustre que recebia influência fluvial em clima árido/semiárido e com ocorrências local de depósitos deltaicos (Caputo, 1984; Góes e Feijó, 1994; Petra, 2006; Vaz et al, 2007; Romero Bállen, 2012; Cardoso et al, 2017, Cardoso et al, 2019).

Cardoso et al (2019) realizaram análises de fácies do afloramento e assim agruparam em quatro associações: FA1 - Lago central; FA2 - Frente delta em forma de folha; FA3 - Margem do lago e FA4 - canais fluviais efêmeros. A FA1 é onde pode ser encontrado o nível dos fósseis, essa fácies é caracterizada por duas fases lacustres diferentes. A primeira fase inclui folhelho fossilífero e calcário laminado, organizadas em ciclos ascendentes à escala milimétrica a centímetro de rasa/salinização e a porção superior do FA1 marca a segunda fase definida pela expansão lacustre, que foi causada pelo aumento do abastecimento de água e sedimentos e caracterizada pela deposição de lama nas porções distais. Outra fácies importante a ser citada é a FA3, essa representa a porção marginal do lago, cuja as deposições foram predominantemente em condições de baixa energia. A variação sazonal da descarga de areia ribeirinha promoveu a modificação do perfil, essas características das fácies influenciaram na formação e preservação dos fósseis.

O potencial fossilífero do paleolago Muzinho foi evidenciado anteriormente por Lima & Campos (1980) quando identificaram uma abundância na presença de palinórfos com registro de espécies como (*Dicheiropollis etruscus*, *Exesipollenites tumulus* e *Vitreisporites pallitus*). Santos & Carvalho (2004) corrobora com os dados anteriores acrescentando no potencial fossilífero a presença de peixes fósseis, descritos primeiramente por Roxo & Loefgren (1936), Brito & Gallo (2002) como também por Petra (2006), Paiva & Gallo (2018) e Cardoso *et al* (2020) que cita também o registro abundante de conchostráceos com a presença das espécies *Palaeolimnadiopsis pauloi*, *Echinesteria semigibosa*, *Lioesteria florianensis*, *Lioesteria* sp., *Pseudestheria* sp. 1, *Pseudestheria* sp. 2 e *Asmussia* (?) sp. A. (Beurlen, 1954; Mendes, 1960; Cardoso, 1962). Com base nesse registro fóssil de invertebrado podemos ter um melhor entendimento sobre o paleoambiente local.

MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes fósseis estudados nesta pesquisa foram coletados em um afloramento próximo à comunidade Taboquinha (06° 49.396' S, 042° 51.956' W, *datum* WGS94), na Formação Pastos Bons, no município de Floriano, Piauí (Figura 02). O material foi depositado na coleção do Laboratório de Geociências e Paleontologia da Universidade Federal do Piauí (LGP/UFPI). Os fósseis estão preservados em blocos que possuem medidas que vai de 37 a 3,5 centímetro de comprimento e 14,7 a 2,1 centímetros de largura. O número de identificação foi colocado nos blocos, então cada bloco possui uma quantidade diferente de fósseis. Para o presente estudo foram analisados com o auxílio de um microscópio estereoscópico (LUPA) os

blocos com o seguinte número de identificação: LGP-1664 a LGP- 1704, LGP-1851 a LGP-1897.

Para interpretação dos dados no laboratório foi construído uma tabela, seguindo a metodologia de Simões & Ghilardi (2000), com os seguintes parâmetros: tipo de táxon na amostra, grau de empacotamento da amostra, posição do bioclasto no plano de acamamento, grau de articulação e fragmentação, presença de dissolução e outras características que podem ser observadas no fóssil, como achatamento e deformação. O grau de empacotamento foi expressado por uma terminologia qualitativa em dispersos (menos de 4 fragmentos de valvas por 3cm²) frouxamente empacotado (cerca de 14 fragmentos de valvas por 3 cm²) e densamente empacotado (mais de 21 fragmentos de valvas por 3 cm²).

Além das análises citadas anteriormente fez-se também um mapeamento elementar de duas amostras por meio da espectroscopia de energia dispersiva por raio-X (EDS), que é uma técnica capaz de obter informações químicas em volumes (Oliveira, 2015), o que revelou características da composição dos fósseis (Figura 03). Esta análise foi realizada no Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME) do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (Degeo/UFC). O uso da espectroscopia ao estudo dos fósseis vem aumentando ao longo dos anos e isso tem colaborado para recuperar informações do passado, melhorando os dados da paleontologia (Freire, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho foram analisadas 51 amostras de blocos rolados com fósseis de conchostráceos. Os fósseis são encontrados entre as camadas irregulares de folhelho laminado da Formação Pastos Bons. Apesar da vasta ocorrência de *Quasimodichthyes piauhyensis* (Roxo e Löfgren, 1936) na Formação Pastos Bons, não foi visualizado com frequência a ocorrência

de escamas ou fragmentos ósseos de peixe junto as conchas, apenas em duas amostras foram encontradas escamas e uma parte posterior de um pequeno *Q. piauihyensis*.

Nas amostras foram encontrados quatro taxons, que foram identificados anteriormente por Silva (2021), dois a nível de gênero *Pseudoestheria* (Raymond, 1946) e *Asmussia* (Pacht, 1849) (Figura 04) e dois a nível de espécie *Macrolimnadipsis pauloi* (Pinto, Purper, 1974) e *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* (Cardoso, 1962) (Figura 05). Os espécimes estão preservados achatados e compactados dentro dos estratos, poucos espécimes são vistos em alto relevo e podem ser encontrados juntos na mesma camada. A espécie *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* é a que ocorre com maior frequência e *Macrolimnadipsis pauloi* é a que possui maiores dimensões, tendo espécimes medindo 3,95mm de altura por 7,95mm de comprimento, com formato oval alongado, enquanto *Cyzicus (Lioestheria) florianensis* possui 1,65 mm de altura e 2 mm de comprimento e formato arredondado, além dos outros dois gêneros mais similares a *Cyzicus* sp.

Por se tratar de blocos soltos do afloramento, foi observado também que existem níveis sedimentares diferentes e que é possível encontrar conchas inteiras e fragmentos em todos os níveis, ou seja, as conchas foram sepultadas e assim preservadas ao longo de vários eventos de sedimentação. As espessuras distintas nas camadas sedimentares dos blocos nos mostram que houve momentos com uma maior ingressão de sedimentos no paleolago, representando alguns eventos de grande magnitude como, por exemplo, as chuvas torrenciais.

Em 30 das 51 amostras analisadas foi encontrado um a dois espécimes com as valvas fechadas ou articuladas com uma pequena abertura entre elas (Figura 06). Alguns trabalhos mostram que os Spinicaudata, apesar de possuírem uma certa resistência a quebra mecânica em suas conchas, elas podem ser desarticuladas rapidamente após um curto período de tempo de exposição ou se submetidas a pequenos distúrbios, como movimentos do sedimento na água (Orr *et al*, 2008; Allison, 1986).

Com relação a posição dos espécimes ao plano de acamamento a maioria deles estão preservados com o plano sagital de modo horizontal, ou seja, depositados paralelos à camada sedimentar. As valvas estão depositadas de lado e quando as duas valvas estão presentes (esquerda e direita) elas são encontradas sobrepostas (Figura 07). Em 13 amostras foram encontrados um a dois espécimes depositados com o plano dorso-ventral paralelamente ao plano de acamamento, posição conhecida como posição de borboleta por ficarem preservados com as valvas abertas e ligadas pelo umbo (Figura 08).

Em 24 amostras, incluindo as 13 citadas anteriormente, foram considerados também espécimes que possuem um certo deslocamento da valva. Elas estão depositadas lateralmente ao plano de acamamento, mas uma de suas valvas encontra-se ligeiramente desconexa com a outra. É possível ver na (Figura 09) que a valva superior sofre um leve deslizamento sobre a que está embaixo, em alguns casos a valva superior está totalmente removida, ficando apenas o molde com as marcas das linhas de crescimento.

Poucos espécimes são encontrados preservados em alto relevo e essa característica foi observada principalmente nos exemplares de *Pseudoestheria* e *Asmussia*. A maioria dos fósseis estudados aqui são preservados apenas com uma fina película ou com as marcas das linhas de crescimentos deixadas no sedimento. Não foi encontrado tecido interno ou apêndices fossilizados nos espécimes. É comum para esse taxón ser preservado apenas a carapaça por ser a parte mais rígida e que resiste aos processos bioestratinômicos (Orr *et al*, 2008). Deste modo, a concha é o único material a ser estudado, ela aparece nas amostras desde a concha inteira a conchas quebradas e, em outros casos, apenas o molde externo da valva.

Observamos que a maioria das amostras estão frouxamente empacotadas, onde se encontra aproximadamente 14 fragmentos de valvas espalhadas em 3cm² (Figura 10). Em 5 amostras foi encontrado um aglomerado de fragmentos de conchas (Figura 11), no espaço de

aproximadamente 2,5cm x 3,0 cm, em que não foi possível distinguir a quantidade exata de fragmentos ou valvas inteiras. Essas amostras foram consideradas densamente empacotadas. Nota-se nessa amostra que existe uma predominância de espécimes de *Macrolimnadiopsis pauloi*. Algo que foi comum para as outras 5 amostras onde foram encontrados esse aglomerado de conchas. Os outros espécimes encontrados aparecem nas amostras mais dispersos, ou seja, em distancias similares a da amostra da Figura 10 ou mesmo mais afastados. Outra característica comum para todos os táxons estudados aqui é a orientação nas amostras, os espécimes não apresentam um padrão de orientação, eles aparecem distribuídos em diversas direções nas amostras, representando um fluxo polimodal.

A maioria das valvas estão cobertas pela substância que faz parte da casca primária e apresentam uma variação de cor que vai do marrom ao preta. A cor marrom aparece na maioria das conchas. Essa coloração é caracterizada pela formação de uma crosta superficial marrom clara e é nesta fase que inicia a deformação da valva, ou seja, ela pode ser quebrada e retorcida e, normalmente, ocorre a dilatação e deslocamento das zonas de crescimento, formando a aparência enrugada (Tasch, 1977b). Essas características podem ser observadas em algumas conchas de coloração marrom.

A fossilização das conchas dos conchostráceos da Formação Pastos Bons ocorreu pela preservação de uma fina película de Carbono, isso foi observado com a análise do espectro acumulativo de EDS da área de uma concha da amostra LGP-1687. Com essa análise foi possível identificar também além da grande quantidade de Carbono os seguintes elementos químicos: Magnésio, Alumínio, Sílica, Fósforo, Cálcio e Ferro. Na (Figura 12) é possível verificar a massa dos valores obtidos após o cálculo da concentração relativa dos elementos, onde podemos observar como o elemento carbono está em destaque.

O último trabalho realizado com os conchostráceos da Formação Pastos Bons em que foi abordado dados tafonômicos ocorreu em 2007 com pesquisas de Pinheiro e colaboradores.

No trabalho foi apresentado que a conchostracofauna local era monoespecífica, esses dados foram então atualizados com as mais recentes informações a respeito desta fauna. Foi identificado nos estudos de Silva (2021) a presença de quatro morfótipos, duas espécies e dois gêneros, elevando a quantidade de espécies de conchostráceos que habitava o paleolago Muzinho.

Não foi possível identificar um nível específico onde ocorre os fósseis, pois o material se trata de blocos rolados da matriz. A grande dificuldade de acesso ao afloramento e a Pandemia de COVID-19 impossibilitaram novas atividades de campo.

Os conchostráceos atuais costumam habitar ambientes de águas mais rasas (Ferreira-Oliveira, 2007) algo que possivelmente ocorria também com os do passado, pois no registro fóssil dos conchostráceos não foi encontrado com frequência fragmentos de fósseis da paleoictiofauna local. Moura et al. (2022) também não citou a presença de invertebrados junto aos fósseis de peixes em seu trabalho, ou seja, esses animais foram preservados em níveis diferentes do lago.

Em Cardoso et al (2019) foi realizada uma análise das fácies do paleolago Muzinho da Formação Pastos Bons, com isso eles identificaram que houve alguns eventos em que ocorreu uma expansão do lago causado pelo aumento do abastecimento de água e de sedimentos, caracterizada pela deposição de lama nas porções distais. Sabendo que os conchostráceos habitavam a região da borda do lago e verificando nas amostras a presença de conchas preservadas em vários níveis, concluímos que provavelmente esses eventos contribuíram para o soterramento rápido dos animais, levando a morte e possibilitando a preservação das conchas.

Considerando o soterramento rápido mencionado anteriormente, entende-se que as conchas encontradas fechadas foram enterradas ainda com vida ou logo após a morte, não ficando exposta para desarticulação, já que elas podem ser desarticuladas rapidamente após

um curto período de tempo de exposição como é mostrado nos estudos de Orr *et al* (2008) e Allison (1986). As conchas mais desgastadas e quebradas representam aquelas que durante os momentos em que houve uma redução do volume de água do lago ficaram expostas fora da água, mesmo que por curto período de tempo.

A inexistência de tecido mole pode ser explicada pela ocorrência da predominância de esmectita nos depósitos de Muzinho, isso pode ter aumentado a decomposição total dos tecidos moles pois a esmectita é um mineral de argila ineficiente na preservação de tecidos moles (Naimark *et al.*, 2016). Estes dados foram observados por Cardoso *et al* (2019) e Cardoso *et al* (2020) quando verificaram também nos fósseis de peixes não ocorreu a preservação de tecidos moles.

Muito dos danos às conchas estudadas não ocorreu no processo de fossilização e sim após esse processo. Na (Figura 9) aparece um exemplo comum para as conchas analisadas, onde a película da concha que estava preservada na rocha foi removida, muito provavelmente por eventos naturais, ficando apenas o seu molde no sedimento. Durante o preparo do material foi visto o quanto essa película é frágil e pode ser removida facilmente.

A análise de EDS mostra que o principal elemento que compõe as conchas fossilizadas é o carbono, esses dados corroboram com os estudos de Carvalho (1993) e Orr *et al* (2008) que apontam que um dos principais processos de preservação desse grupo ocorre pela carbonificação e preservação de moldes. Além de confirmar os dados do modo de preservação, essa análise também mostrou que apesar de apresentar uma quantidade significativa de Carbono na (Tabela 01) é possível ver outros elementos que estão presentes, isso mostra um contexto geoquímico complexo de preservação dessas conchas. Os espectros de EDS em uma concha exibem picos (Figura 13) de cálcio, fósforo e alumínio, o que representa a retenção do material original da carapaça com alguma recristalização diagética,

isso pode ser observado também nas conchas de Spinicaudata da Formação Cañadón Asfalto do Jurássico da Argentina analisadas por Monferran (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial fossilífero da localidade já foi demonstrado anteriormente com relação aos vertebrados, sendo considerado uma Konservat Lagerstätten pela excepcional conservação dos fósseis de peixes e neste trabalho contribuímos apresentando o rico conteúdo fóssil de conchostráceos, podendo levar o afloramento a ser considerado também como um Konzentration-lagerstätten pela concentração de fósseis de vertebrados e invertebrados.

As conchas foram preservadas ao longo de vários episódios de sedimentação, principalmente quando ocorriam eventos naturais onde o volume de água e a entrada de sedimentos aumentavam. Os dados abordados aqui contribuem para a definição de um paleoambiente lacustre com influência fluvial, em clima semiárido, com chuvas concentradas em determinados períodos.

AGRADECIMENTOS

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

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica- LME, do Departamento de Geologia Degeo-UFC, e ao Geólogo Joel Pedrosa pela disponibilidade e ajuda com o uso de equipamentos e os conhecimentos em geologia.

A Universidade Federal do Piauí pela disponibilidade do Laboratório de Geociências e Paleontologia (LGP/UFPI) e a equipe do laboratório, em especial ao Biólogo Nailton Bezerra, a Me. Lucieny Raquel e também ao motorista e o guia que ajudou nas coletas de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allison, PA. 1986, Soft-bodied animals in the fossil record: The role of decay in fragmentation during transport: *Geology*, v. 14, p. 979–981
- 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.
- Behrensmeyer, AK; Kidwell, SM. & Gastaldo, RA. 2000. Taphonomy and Paleobiology. *In*: D.H. Erwin & S.L. Wing (eds.) *Deep time – Paleobiology’s Perspective*. Supplement to *Paleobiology*. The Paleontological Society, p. 103-147.
- Brito, PM.; Gallo, V. 2002. A new pleuropholid, *Gondwanapleuropholis longimaxillaris* n.g., n.sp. (Actinopterygii: Teleostei) from the Jurassic of north east Brazil. *C.R. Palevol* 1, p. 697-703
- Caputo, MV. 1984. Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of Northern Basins of Brazil. 1984. xx, 583f. Tese (Doutorado) - University of California, Santa Barbara, USA.
- Cardoso, AR.; Nogueira, ACR.; Abrantes Jr, FRA.; Rabelo, CEN. 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, AR. 2019. Estratigrafia e paleoambiente da Formação Pastos Bons, Jurássico-Cretáceo da Bacia do Parnaíba. Dissertação (de Mestrado). UFP, Universidade Federal do Pará.
- Cardoso, AR.; Nogueira, AC.R.; Rabelo, CEN.; Soares, JL.; Goés, AM. 2019. Multi-approach provenance in stratigraphy: Implications for the Upper Mesozoic evolution of the Parnaíba

Basin, NE Brazi. *Journal of South American Earth Sciences* 96, 41–53.

<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102386>.

Cardoso, AR.; Romero, GR.; Osés, GL.; Nogueira, ACR. 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.

Carvalho, IS. 1993. Os conchostráceos fósseis das Bacias Interiores do Nordeste do Brasil. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 319 p.

Chen. PJ.; Shen. YB. 1985. An introduction to fossil Conchostraca. Science Press. 241 p. Beijing.

Ferreira-Oliveira, LG. 2007. Conchostráceos Permianos da Bacia do Paraná: Taxonomia, Evolução, Bioestratigrafia e Paleobiogeografia. Programa de Pósgraduação em Geologia, UNESP, Tese de Doutorado, 177 p.

Freire, PTC.; Silva, JH.; Sousa-Filho, FE.; Abagaro, BTO.; Viana, BC.; Saraiva, GD.; Batista, TA.; Barros, OA.; & Saraiva, AAF. 2014. Vibrational spectroscopy and X-ray diffraction applied to the study of Cretaceous fish fossil from Araripe Basin, Northeast of Brazil. *J. Raman Spectrosc.* v. 45, p. 1225–1229.

Gallo, V., 2005. Redescription of *Lepidotes Piauhyensis* Roxo and Löefgren, 1936 (Neopterygil, Semionotiformes, Semionotidae) from the? Late Jurassic-Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 25, n. 4, p. 757-769.

Góes, AMO.; Feijó FJ. 1994. A Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*. History Museum of Los Angeles County. *Science Series*, 39: 1–124.

Lima, MR.; Campos, DA. 1980. Palinologia dos folhelhos da fazenda Muzinho, Floriano, Piauí. *Geodiversitas*. USP. São Paulo, n. 11, p. 149-154.

Monferran, MD. 2014. Análisis paleoecológico de las asociaciones de conchostracos del Jurásico Medio y Superior de la Cuenca Cañadón Asfalto, Chubut (Argentina). Universidade de Buenos Aires. Tese de Doutorado, 302p.

Monferran, MD.; D'Angelo, JA.; Cabaleri, NG.; Gallego, OF. & Garban, G. 2018. Chemical taphonomy and preservation modes of Jurassic spinicaudatans from Patagonia: a chemometric approach. *Journal of Paleontology*, p. 1-12

Moura, FRS.; Figueiredo, AEQ. & Fortier, DC. 2022. Descrição de um novo espécime de *Quasimodichthys Piauhysensis*, Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Bacia do Parnaíba, Piauí, Brasil. *Revista da Academia de Ciências do Piauí*, Volume 3, Número 3, p. 305–319.

Nogueira, ACR.; Rabelo, CEN.; Góes, AM.; Cardoso, AR., Bandeira, J.; Rezende, GL.; Santos, RF. & Truckenbrodt, W. 2021. Evolution of Jurassic intertrap deposits in the Parnaíba Basin, northern Brazil: The last sediment-lava interaction linked to the CAMP in West Gondwana. Elsevier. p. 1-21.

Naimark, EB.; Kalinina, MA., SHORUKOV, A.V., MARKOV, A.V., BOEVA, N.M., 2016. Decaying of *Artemia salina* in clay colloids: 14-month experimental formation of subfossils. *J. Paleontol.* 1–13. <https://doi.org/10.1017/jpa.2016.23>.

Oliveira, NC. 2015. Microscopia eletrônica de varredura de campo amplo e mapeamento elementar de raios-x de fósseis do período Cretáceo. Dissertação (de mestrado). Universidade Federal do Ceará. p. 61.

Oliveira, FIB. 2018. Implicações tafonômicas e diagenéticas de *Ensifera*, Formação Crato, Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior. Dissertação (de mestrado). Universidade Federal do Ceará. p. 69.

- Orr, P.J., Briggs, D.E.G. & Kearns, S.L. 2008. Taphonomy of exceptionally preserved Crustaceans from the Upper Carboniferous of Southeastern Ireland. *Palaios*, v. 23, p. 298–312. doi: 10.2110/palo.200. p. 07-015r
- Paiva, H.C.L. & Gallo, V. 2018. *Quasimodichthys* gen. Nov. (Neopterygii: Semionotiformes): A morphological and ontogenetic study. *Journal of South American Earth Sciences* 88 (2018) 132-143. doi: 10.1016/j.jsames.2018.08.010
- Petra, M.S., 2006. Paleoiçtiofauna da Formação Pastos Bons (Bacia do Parnaíba) – Reconstituição Paleoambiental e Posicionamento Cronoestratigráfico. Dissertação (de Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, xvii, 141 f.
- 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 p.
- Ballén, O.A.R., 2012. As sucessões sedimentares interderrames da Formação Mosquito, exemplo de um sistema eólico úmido, Província Parnaíba. Dissertação (de Mestrado). USP – Universidade de São Paulo, xix, 85 f.
- Roxo, M.G.O.; Loeffgren, A. 1936. *Lepidotus piauhyensis* sp. nov. Serviço Geológico Mineralógico, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, n. 1, p. 7-12
- Santos, M.E.C.M. & Carvalho, M.S.S. 2004. Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. 1º ed. Rio de Janeiro, CPRM, 215p.
- Silva, L.R.C. 2021. Taxonomia da Conchostracofauna (Spinicaudata, Crustacea) da Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Piauí, Brasil. Dissertação (de Mestrado). Universidade Federal do Ceará. 62p.
- Simões, M.G. & Ghilardi, R.P. 2000. Protocolo tafonômico/paleoautológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas: exemplos de aplicação em concentrações fossilíferas do Paleozóico da Bacia do Paraná. *Pesquisas em Geociências*, 27 (2): 3-13

Tasch, P., 1977b. Experimental valve geothermometry applied to fossil conchostracan valves, Blizzard Heights, Antarctica. Symposium on Antarctic Geology and Geophysics. Antarctic Geoscience, Madison, p. 661-668.

Vaz, PT.; Rezende, NGAM.; Wanderley Filho, JR.; Travassos, WAS. 2007. Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras, 15(2): 253-263.

ANEXO 1

FIGURAS

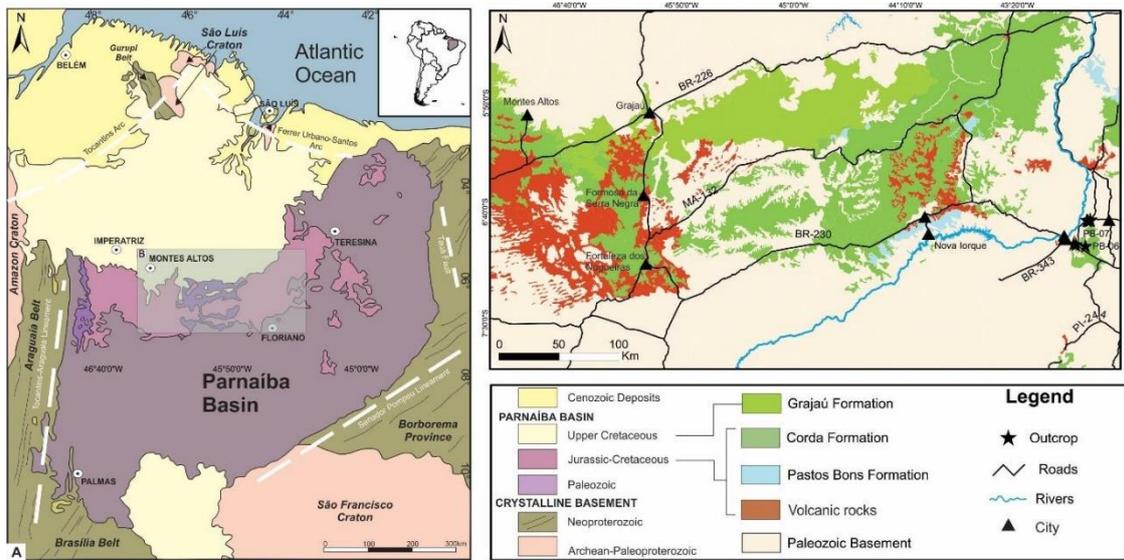


Figura 01



Figura 02

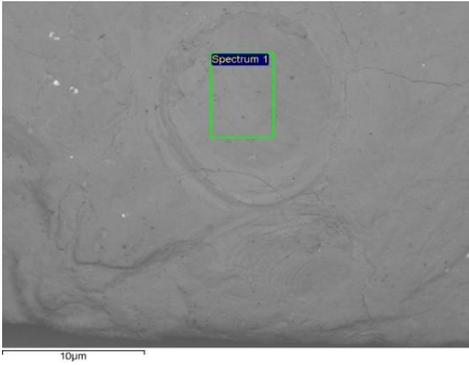


Figura 03

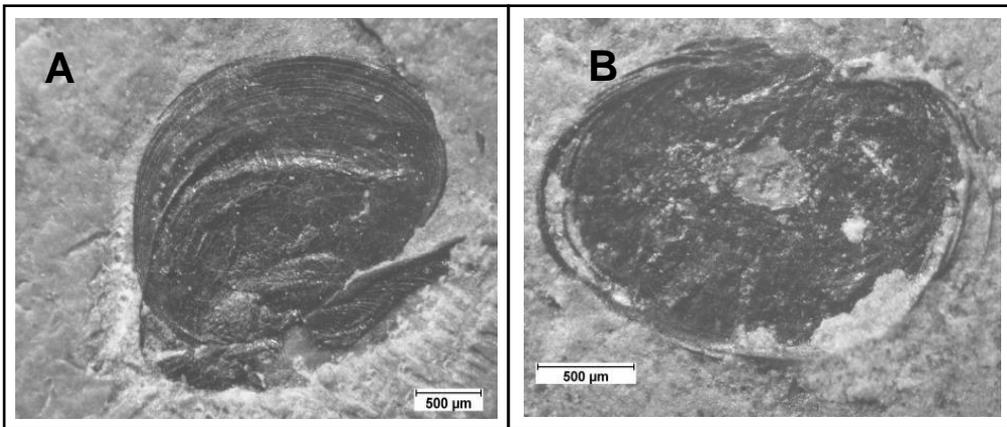


Figura 04

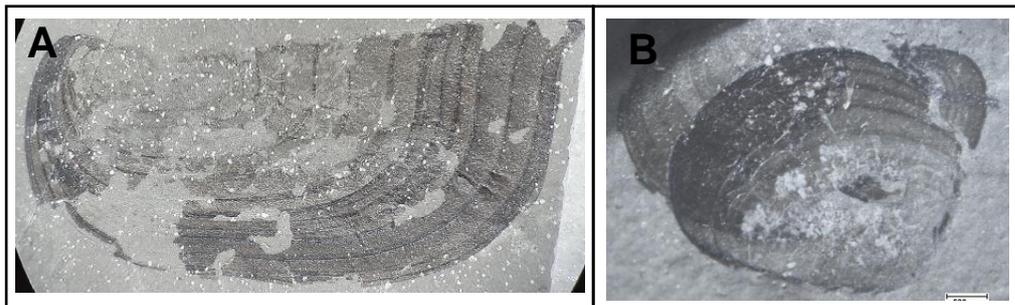


Figura 05

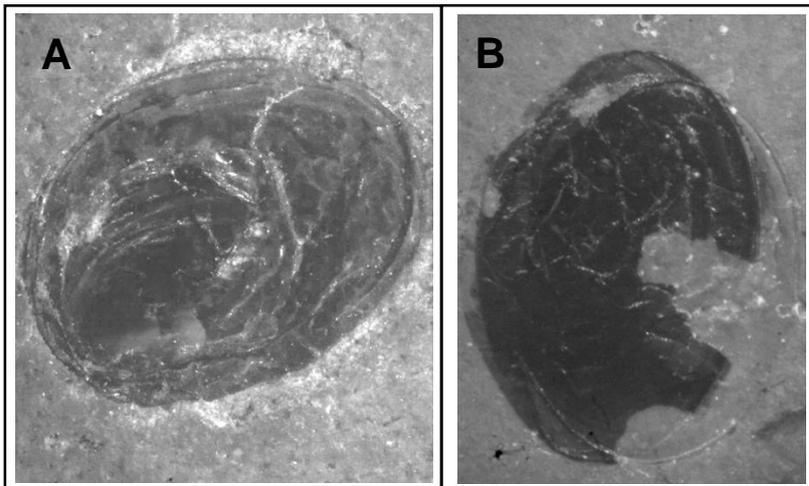


Figura 06

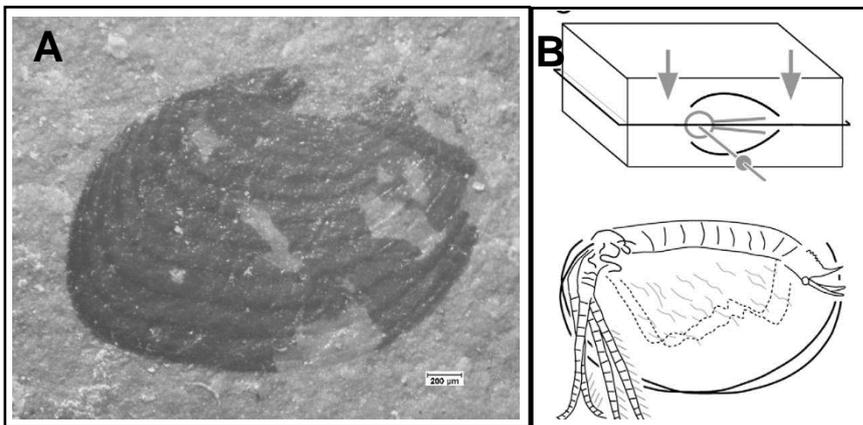


Figura 07

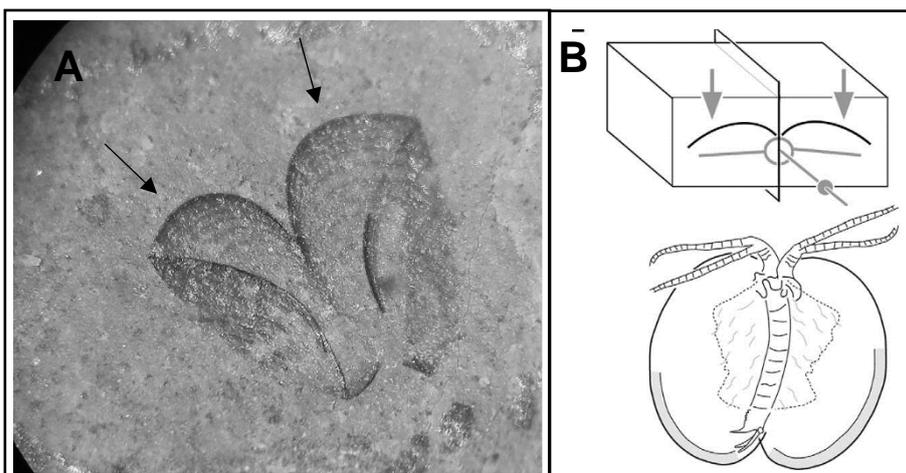


Figura 08

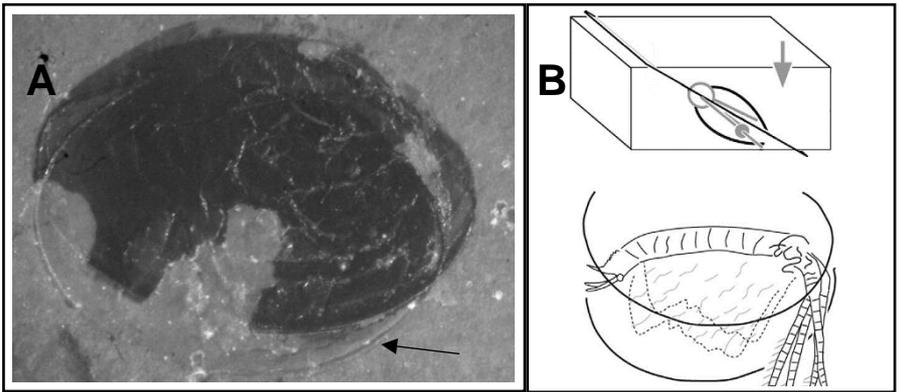


Figura 09

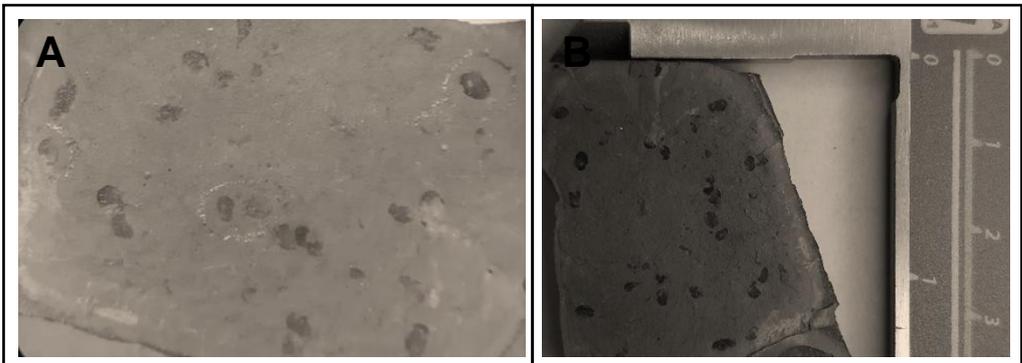


Figura 10

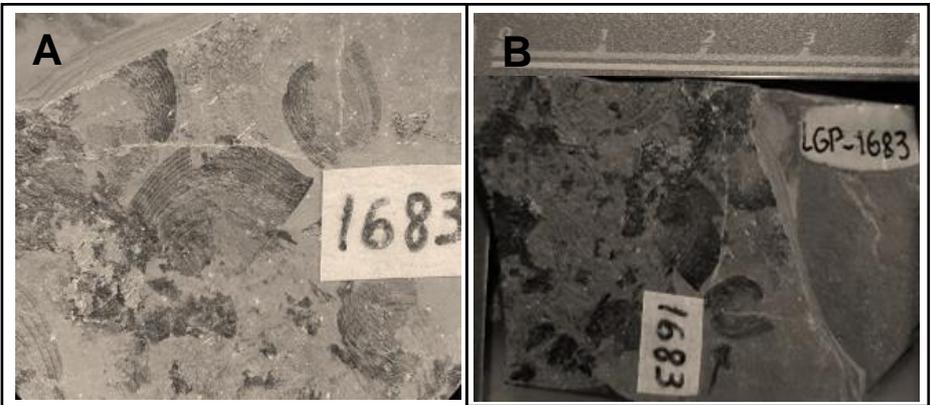


Figura 11

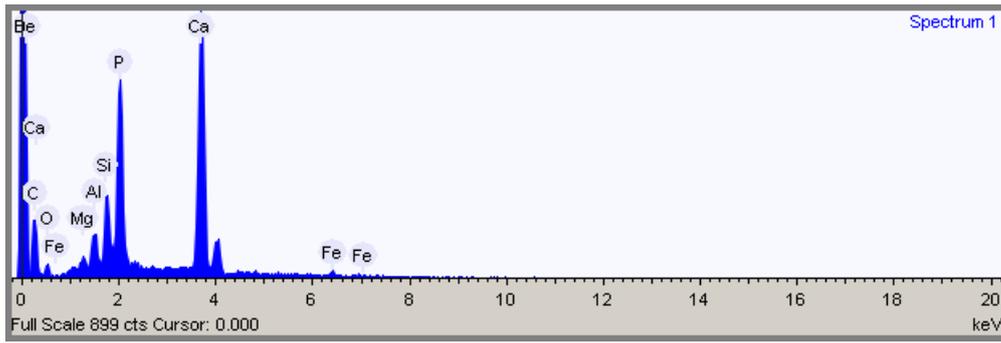


Figura 12

Element	Compound %	Formula
Carbon	48.144	C
Magnesium	0.807	Mg
Aluminum	2.090	Al
Silicon	4.831	Si
Phosphorus	17.919	P
Calcium	25.219	Ca
Iron	0.990	Fe

Tabela 01

LEGENDAS

FIGURA 01: Mapa de localização da Bacia do Parnaíba e contexto geotectônico (Fonte: Modificado de Schobbenhaus *et al*, 1984; Santos & Carvalho, 2004, Cardoso, 2019).

FIGURE 01: Parnaíba Basin location map and geotectonic context (Source: Modified from Schobbenhaus *et al*, 1984; Santos & Carvalho, 2004, Cardoso, 2019).

FIGURA 02: Afloramento Taboquinha, imagens do local de coleta.

FIGURE 02: Taboquinha outcrop, images of the collection site

FIGURA 03: Amostra LGP-1960, localização da concha onde foi realizado mapeamento de EDS.

FIGURE 03: Sample LGP-1960, location of the shell where EDS mapping was performed.

FIGURA 04: **A** *Pseudoestheria*; **B:** e *Asmussia*;

FIGURE 04: **A** *Pseudoestheria*; **B:** and *Asmussia*

FIGURA 05: **A:** *Macrolimnadipsis paloi* **B:** *Cyzicus (Lioestheria) florianensis*

FIGURE 05: **A:** *Macrolimnadipsis paloi* **B:** *Cyzicus (Lioestheria) florianensis*

FIGURA 06: **A:** Espécime com as duas valvas fechadas; Espécime com uma pequena abertura entre as duas valvas.

FIGURE 06: **A:** Specimen with both valves closed; Specimen with a small opening between the two valves

FIGURA 07: **A:** Valvas encontradas sobrepostas; **B:** Modelo em desenho.

FIGURE 07: **A:** Valves found overlapping; **B:** Model in drawing

FIGURA 08: **A:** Valvas encontradas em posição de borboleta; **B:** Modelo em desenho.

FIGURE 08: **A:** Valves found in butterfly position; **B:** Model in drawing.

FIGURA 09: **A:** valva superior sofre um leve deslizamento sobre a que está embaixo **B:** Modelo em desenho.

FIGURE 09: **A:** Upper valve slips slightly over the one below **B:** Model in drawing.

FIGURA 10: Conchas e fragmentos espalhadas em área de 3cm.

FIGURE 10: Shells and fragments scattered in 3cm area.

FIGURA 11: Aglomerado de fragmentos de conchas.

FIGURE 11: Agglomerate of shell fragments.

FIGURA 12: Espectro de EDS com picos de elementos presentes na concha.

FIGURE 12: EDS spectrum with peaks of elements present in the shell.

TABELA 01: Tabela com massa dos valores obtidos após o cálculo da concentração relativa dos elementos químicos.

TABLE 01: Table with mass of the values obtained after calculating the relative concentration of the chemical elements.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar revisões tafonômicos a partir de novas coletas é essencial para compreender melhor o passado dos seres vivos. Com este trabalho foi verificado que no afloramento localizado na comunidade Taboquinha, conhecido na literatura por Fazenda Muzinho, possui um rico conteúdo fóssil de conchostráceos. Somando com dados da literatura podemos considerar o afloramento também como um *Konzentration-lagerstätten* pela concentração de fósseis de vertebrados e invertebrados, já que anteriormente ele já foi identificado como um *Konservat lagerstätten* pela excepcional conservação dos fósseis de peixes.

Devido à dificuldade de acesso ao local de estudo e a pandemia de COVID-19 não foi realizado o perfil estratigráfico e também não foi encontrado o nível fossilífero das conchas, mas foi possível observar nas amostras que as conchas ocorrem em várias camadas sedimentares.

As conchas foram preservadas ao longo de vários episódios de sedimentação, principalmente quando ocorriam eventos naturais onde o volume de água e a entrada de sedimentos aumentavam. Os dados abordados aqui contribuem para a definição de um paleoambiente lacustre com influência fluvial, em clima semiárido, com chuvas concentradas em determinados períodos.

O afloramento ainda tem muito para ser explorado, principalmente com estudos de microscopia de varredura com paleoinvertebrados e conteúdo palinológico para assim poder fazer uma relação entre esses grupos e contribuir mais para o entendimento do Jurássico da Bacia do Parnaíba.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. B. & GOMES, J. R. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Floriano / Organização do texto [por] Robério Bôto de Aguiar [e] José Roberto de Carvalho. ¾ Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.
- ALLISON, P.A., 1986, Soft-bodied animals in the fossil record: The role of decay in fragmentation during transport: *Geology*, v. 14, p. 979–981
- ARAI, M. & CARVALHO, I. S. 2001. Cretaceous conchostracans from alagoas Basin (northeastern Brazil). In: VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, 7, 2001. Publicação Especial, Buenos Aires, p. 21-24.
- ARAÚJO-JUNIOR, H. I. 2012. Tafonomia da acumulação fossilífera de vertebrados Pleistocênicos do tanque do Jirau, Itapipoca, estado do Ceará, Brasil. Dissertação (de Mestrado). UFRJ – Universidade Federal do Rio Janeiro.
- ASTROP, T.I., SAHNI, V., BLACKLEDGE, T.A., STARK, A.Y., 2015. Mechanical properties of the chitin-calcium-phosphate “clam shrimp” carapace (Branchiopoda: Spinicaudata). Implication for taphonomy and fossilization. *J. Crustacean Biol.* 35 (2), 123 e 131
- BATISTA, D. L. 2005. Quelônios da Formação Itapecuru (Cretáceo inferior), Bacia do Parnaíba. Dissertação (de Mestrado). UFRJ – Universidade Federal do Rio Janeiro.
- BEHRENSMEYER, A.K., KIDWELL, S.M. & GASTALDO, R.A. 2000. Taphonomy and Paleobiology. In: D.H. Erwin & S.L. Wing (eds.) *Deep time – Paleobiology’s Perspective*. Supplement to *Paleobiology*. The Paleontological Society, p. 103-147. ;1
- BEHRENSMEYER, A.K., FÜRSICH, F.T., GASTALDO, R.A., KIDWELL, S.M., KOSNIK, M.A., KOWALEWSKI, M., ALROY, J., 2005. Are the most durable shelly taxa also the most common in the marine fossil record? *Paleobiology* 31 (4), 607e 623
- BERTONI-MACHADO, C. 2015. Tafonomia: O que todos estes fósseis estão fazendo aqui? In: Soares, M. B. *A paleontologia na sala de aula*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 262-272.
- BEURLIN, 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.
- CARBONARO, F; A; ROHN, R. & GHILARDI, R. P. 2013. Conchostráceos *Palaeolimnadiopsis* (Spinicaudata, Crustacea) do Grupo Bauru (Cretáceo Superior, Bacia Bauru): Taxonomia, Paleoeecologia e Paleobiogeografia. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(2): 283-296. doi: 10.4072/rbp.2013.2.09.
- 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. 2019. Estratigrafia e paleoambiente da Formação Pastos Bons, Jurássico-Cretáceo da Bacia do Parnaíba. Dissertação (de Mestrado). UFP, Universidade Federal do Pará.

CARDOSO, A.R., NOGUEIRA, A.C.R., RABELO, C.E.N., SOARES, J. L., GOÉS, A. M. 2019. Multi-approach provenance in stratigraphy: Implications for the Upper Mesozoic evolution of the Parnaíba Basin, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 96, 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102386>.

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.

CARVALHO, I.S. 1993. Os conchostráceos fósseis das Bacias Interiores do Nordeste do Brasil. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 319 p.

CARVALHO, I. S. 1996. A Conchostracofauna da Bacia do Barro (Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(4):559-568.

CARVALHO, I. S. 2001. 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, 1, 2001, São Leopoldo, UNISINOS. p. 349-357.

CARVALHO, I, S & CARVALHO, M. G. P. 1990. O significado Paleambiental dos Conchostráceos da Bacia de Sousa. In: I SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato, DNPM, p. 329 – 336.

CARVALHO, I. S.; HACIDUME, E. & HEILBRON, M. 2002. Controle tectônico na distribuição das Conchostracofaunas Cretáceas nas Bacias interiores do Nordeste do Brasil. 28 In: 6º SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL/2º SIMPOSIO SOBRE EL CRETÁCIO DE AMÉRICA DEL SUR, 6, 2002, São Pedro, UNESP, p. 43-47

CARVALHO, I. S. & VIANA, M. S. S. 1993. Os Conchostráceos da Bacia do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 65(2):181-188

CHEN. P. J., SHEN. Y.B. 1985. An introduction to fossil Conchostraca. Science Press. 241 p. Beijing.

FERREIRA-OLIVEIRA, L. G. 2007. Conchostráceos Permianos da Bacia do Paraná: Taxonomia, Evolução, Bioestratigrafia e Paleobiogeografia. Programa de Pósgraduação em Geologia, UNESP, Tese de Doutorado, 177 p.

FREIRE, P. T. C., SILVA, J. H., SOUSA-FILHO, F. E., ABAGARO, B. T. O., VIANA, B. C., SARAIVA, G. D., BATISTA, T. A., BARROS, O. A., & SARAIVA, A. A. F. 2014. Vibrational spectroscopy and X-ray diffraction applied to the study of Cretaceous fish fossil from Araripe Basin, Northeast of Brazil. *J. Raman Spectrosc.* v. 45, p. 1225–1229.

Florianópolis (PI). Prefeitura. 2020. Disponível em: <http://www.florianopolis.pi.gov.br/florianopolis.php/>. Acesso em jul. 2020.

GALLO, V., 2005. Redescription of *Lepidotes Piauhuyensis* Roxo and Löefgren, 1936 (Neopterygii, Semionotiformes, Semionotidae) from the Late Jurassic-Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 25, n. 4, p. 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.

HOLZ, M. & SIMÕES, M. G. 2002. Elementos Fundamentais de tafonomia. 1º ed. Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS. 231p.

JENISCH, A. G., LEHN, I., GALLEGO, O. F., MONFERRAN, M. D., HORODYSKY, R. S. & FACCINI, U. F. 2017. Stratigraphic distribution, taphonomy and Paleoenvironments of Spinicaudata in the Triassic and Jurassic of the Parana Basin. *Journal of South American Earth Sciences*. 1-20

KRAHL, G., LOPES, F. M., BAECKER-FAUTH, S & FAUTH, G. 2017. Tafonomia de microfósseis calcários e silicosos. In: Horodyski, R. S. & Erthal, F. (ed.) *Tafonomia Métodos e Aplicação*. Ed. CVR, Curitiba, p, 285-306

LANA, C. C. & CARVALHO, I. S. 2001. Cretaceous brackish water Conchostraca from Potiguar Basin, northeastern Brazil. In: VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, 7, 2001. Publicação Especial, Buenos Aires, p. 71-75.

LANA, C. C. & CARVALHO, I. S. 2002. Cretaceous conchostracans from potiguar basin (northeast Brazil): relationships with West African conchostracn faunas and palaeoecological inferences. *Cretaceous Research*, 23: 351-352. doi: 10.1006/cres;202.1007.

LIMA, E. A. M. & LEITE, J. F. Projeto de estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Integração Geológico-Metalogenética: Relatório Final da Etapa III. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Recife, 212p, 1978.

MEDEIROS, M. A. 2010. Fossildiagênese. In: Carvalho, I.S. (ed.) *Paleontologia: Conceitos e Métodos*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, p. 19-51.

MENDES, J.C. 1960. Nota sobre conchostráceos brasileiros da Família Limnadiidae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 32 (I): 75-8.

MONFERRAN, M. D. 2014. Análisis paleoecológico de las asociaciones de conchostracos del Jurásico Medio y Superior de la Cuenca Cañadón Asfalto, Chubut (Argentina). Universidade de Buenos Aires. Tese de Doutorado, 302p.

- MONFERRAN, M. D.; D'ANGELO, J. A., CABALERI, N. G., GALLEGO, O. F. & GARBAN, G. 2018. Chemical taphonomy and preservation modes of Jurassic spinicaudatans from Patagonia: a chemometric approach. *Journal of Paleontology*, p. 1-12
- MOURA, F. R. S., FIGUEIREDO, A. E. Q., FORTIER, D. C. 2022. Descrição de um novo espécime de *Quasimodichthys Piauhyensis*, Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Bacia do Parnaíba, Piauí, Brasil. *Revista da Academia de Ciências do Piauí*, Volume 3, Número 3, p. 305–319.
- NAIMARK, E.B., KALININA, M.A., SHORUKOV, A.V., MARKOV, A.V., BOEVA, N.M., 2016. Decaying of *Artemia salina* in clay colloids: 14-month experimental formation of subfossils. *J. Paleontol.* 1–13. <https://doi.org/10.1017/jpa.2016.23>.
- NOGUEIRA, A. C. R., RABELO, C. E. N., GÓES, A. M.; CARDOSO, A. R., BANDEIRA, J.; REZENDE, G. L.; SANTOS, R. F. & TRUCKENBRODT, W. 2021. Evolution of Jurassic intertrap deposits in the Parnaíba Basin, northern Brazil: The last sediment-lava interaction linked to the CAMP in West Gondwana. Elsevier. p. 1-21.
- OLIVEIRA, N. C. 2015. Microscopia eletrônica de varredura de campo amplo e mapeamento elementar de raios-x de fósseis do período Cretáceo. Dissertação (de mestrado). Universidade Federal do Ceará. p. 61.
- OLIVEIRA, F. I. B. 2018. Implicações tafonômicas e diagenéticas de *Ensifera*, Formação Crato, Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior. Dissertação (de mestrado). Universidade Federal do Ceará. p. 69.
- ORR, P. J., BRIGGS, D. E. G., & KEARNS, S. L. 2008. Taphonomy of exceptionally preserved Crustaceans from the Upper Carboniferous of Southeastern Ireland. *Palaios*, v. 23, p. 298–312. doi: 10.2110/palo.2007. p07-015r
- PASSARINHO, I. B. 2018. Taxonomia da Conchostracofauna (Spinicaudata, Crustacea) da Formação Malhada Vermelha (Cretáceo Inferior), Bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. Universidade Federal do Piauí. Monografia. 41p.
- 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 p.
- 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.
- ROGERS, D.C., RABET, N. & WEEKS, S.C. 2012. Revision of the Extant Genera of Limnadiidae (Branchiopoda: Spinicaudata). *Journal of Crustacean Biology*, 32(5):827-842.
- ROHN, R.; DUTRA, T. L. & CABRAL, M. V. B. 2014. Conchostráceos como evidências de níveis jurássicos na Formação Caturrita, Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista do Instituto de Geociências*, 14(1): 3-20. doi: 10.5327/Z1519-874X201400010001.
- SANTOS, M.E.C.M. & CARVALHO, M.S.S. 2009. Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. 1º ed. Rio de Janeiro, CPRM, 215p.

SCHOLZE, F., SCHNEIDER, J.W., 2015. Improved methodology of 'conchostracan' (Crustacea: Branchiopoda) classification for biostratigraphy. *Newsletter on Stratigraphy* 48, 287–298.

SILVA, L.R.C. 2021. Taxonomia da Conchostracofauna (Spinicaudata, Crustacea) da Formação Pastos Bons (Jurássico Superior), Piauí, Brasil. Dissertação (de Mestrado). Universidade Federal do Ceará. 62p.

SIMÕES, M. G. & GHILARDI, R. P. 2000. Protocolo tafonômico/paleoautológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas: exemplos de aplicação em concentrações fossilíferas do Paleozóico da Bacia do Paraná. *Pesquisas em Geociências*, 27 (2): 3-13

SIMÕES, M.G., RODRIGUES, S.C., BERTONI-MACHADO, C. & HOLZ, M. 2010. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. In: Carvalho, I.S. (ed.) *Paleontologia: Conceitos e Métodos*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, p. 19-51.

SPEYER, S. E. & BRETT, C. E. 1986. Trilobite taphonomy and Middle Devonian tafofacies. *Palaios*, 1:312-327.

TASCH, P., 1977b. Experimental valve geothermometry applied to fossil conchostracan valves, Blizzard Heights, Antarctica. Symposium on Antarctic Geology and Geophysics. Antarctic Geoscience, Madison, p. 661-668.

TÁVORA, V. A.; PINHEIRO, C. S. S.; PETRA, R. & GALLO, V. Uma fáunula de conchostráceos da Formação Pastos Bons (Neocomiano), Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil. In: XLIII Congresso Brasileiro de Geologia. *Coletânea de Trabalhos Completos*, Aracaju, p. 860-862, 2008

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.

WARME, J.E. 1969. Live and dead molluscs in a coastal lagoon. *Journal of Paleontology*, 43:141-150

ZABINI, C., BOSETTI, E.P., HOLZ, M., 2010. Taphonomy and taphofacies analysis of lingulid brachiopods from the Devonian sequences of the Paraná Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 292, 44 e 56p.