



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS - CSHNB  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**JHENYS MAIKER SANTOS**

**OCORRÊNCIAS ICNOFOSSILÍFERAS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRA  
(DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA) EM PICOS, PIAUÍ**

**PICOS - PIAUÍ  
2017**

**JHENYS MAIKER SANTOS**

**OCORRÊNCIAS ICNOFOSSILÍFERAS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRA  
(DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA) EM PICOS, PIAUÍ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros.

**Orientador(a):** Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira.

**PICOS - PIAUÍ**

**2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí**  
**Biblioteca José Albano de Macêdo**

**S237o** Santos, Jhenys Maiker.

Ocorrências icnofossilíferas da formação pimenteira (devoniano da bacia do parnaíba) em Picos, Piauí. / Jhenys Maiker Santos. -- Picos, PI, 2017.

39 f.

CD-ROM: il; 4 ¾ pol.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2019.

Orientador(A): Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira..

1. Icnofósseis. 2. Formação Pimenteira (Piauí). 3. Devoniano. I. Título.

**CDD**

*Elaborada por Rafael Gomes de Sousa CRB 3/1163*

**JHENYS MAIKER SANTOS**

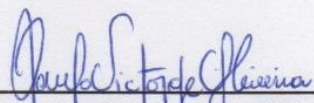
**OCORRÊNCIAS ICNOFOSSILÍFERAS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRA  
(DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA) EM PICOS, PIAUÍ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciatura em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira.

Aprovado em 12 de Julho de 2017

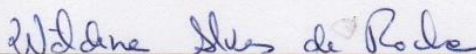
**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira

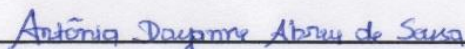
Orientador – UFPI



---

Profa. Dra. Wáldima Alves da Rocha

Membro titular – UFPI



---

Msc. Antônia Dayanne Abreu de Sousa

Membro titular – UFC

---

Prof. Dr. Felipe Cavalcanti Carneiro da Silva

Suplente - UFPI

Dedico este trabalho primeiramente ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira, pelos conselhos e orientações. À minha mãe, pela paciência e compreensão. À minha namorada e os meus colegas de laboratório pelo convívio, apoio e amizade.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, pois sem Ele eu não estaria aqui. Senhor nosso DEUS é o centro e o fundamento de tudo em minha vida, por renovar a cada momento a minha força e disposição e pelo discernimento concedido ao longo dessa jornada.

Agradeço aos meus avôs paternos José Vaz e Martinha (*in memoriam*) que infelizmente não está mais presente fisicamente entre nós, mas ajudou a me criar, e que nos momentos mais financeiramente e emocionalmente difíceis sempre estavam lá para ajudar a mim, meu irmão e minha mãe. Vocês me educaram de forma única, sabendo me orientar pela vida toda e mesmo que não estejam aqui presentes, seus ensinamentos e conselhos ainda refletem em minha maneira de ser. Saudades eternas e obrigado por vocês serem minha referência de tantas maneiras.

Dedico este trabalho também aos meus avós maternos Albertinho e Maria do Socorro que me acolheram em sua casa como um filho, quando eu vinha embora para o estado do Piauí para estudar; eles sempre me apoiaram e cuidaram de mim da melhor forma possível.

À minha mãe Maria do Socorro Santos, que desde cedo me ensinou a estudar, que me criou sozinha no lugar de pai e mãe, sempre me dando tudo que podia, do bom e do melhor para que eu pudesse ser alguém na vida.

À minha filha Melyssa, que é minha fonte inesgotável de força quando os momentos mais difíceis aparecem e a vontade de desistir da graduação chega. Tenho você como um motivo de não desistir de nada.

Aos meus colegas de laboratório Igmir Renan, Marksuel Vera, Kuenia Rodrigues, Mariana Lima e Jaqueline Neiva, por compartilharem seus conhecimentos comigo e me apoiarem como colega de vida e de laboratório.

À minha namorada Joceane Layane que sempre está ao meu lado me ajudando e apoiando em tudo.

Aos meus colegas da época de DCE, Pedro Igor, Andreiany Motta, Carolina Maria, Lígia Teles, Valdemar de Moura, Amadeu Neto, Roberjasson Diwoumy, Lucas G. Martins, Denilson Moura e Cecília Rocha.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Victor de Oliveira, que acreditou em mim desde o começo da minha graduação; que ouve as minhas opiniões e que sempre partilha comigo as suas ideias, conhecimentos e experiências. Agradeço também por sempre me motivar e puxar minhas orelhas quando é preciso. Quero expressar meu profundo reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade, por ser uma pessoa extremamente qualificada e pela forma que conduziu minha orientação, que por inúmeras vezes foi mais que orientador.

Lembro-me de várias pessoas que merecem meu reconhecimento, pois esta importante conquista concretiza-se com a contribuição mesmo que involuntária de cada uma delas. No decorrer desse tempo, vocês contribuíram com apoio e esperança.

Meus sinceros agradecimentos!

O passado é um prólogo.

William Shakespeare



## RESUMO

Ocorrências de icnofósseis no Devoniano da Bacia do Parnaíba são comuns e abundantes principalmente nos arenitos da Formação Pimenteira. Ampliando a diversidade icnofossilífera desta bacia, apresenta-se aqui, a ocorrência inédita de seis *icnotaxa* devonianos para a referida formação. O material é proveniente de coletas realizadas em três afloramentos urbanos do município de Picos, sudeste do estado do Piauí, Nordeste do Brasil. Foram identificados os icnotaxa: *Amphorichnus papillatus*, *Asterosoma cf. coxii*, *Conichnus conicus*, *Didymaulichnus lyelli*, *Gyrolithes* isp., e *Unarites* isp. A ocorrência desses icnofósseis no estado do Piauí amplia a área de distribuição geográfica, assim como também a amplitude temporal de alguns de *Amphorichnus papillatus* e *Unarites* isp.. As novidades icnotaxonômicas reportadas são atribuídas à uma biota de invertebrados que habitou o mar epicontinental presente na região durante o Devoniano. Estes icnofósseis refletem comportamentos como alimentação, habitação, locomoção, pastagem e repouso.

**PALAVRAS-CHAVE.** Devoniano, Formação Pimenteira, Icnofósseis, Piauí.

## ABSTRACT

Ichnofossils in the Parnaíba Basin are common and abundant mainly in the Devonian sandstones of the Pimenteira Formation. This study aims to expand the ichnodiversity of this basin by the first record of six Devonian ichnotaxa in Pimenteira Formation. The trace fossils were collected in three outcrops in the municipality of Picos, southeast of the Piauí state, Northeast of Brazil. In this way six new ichnotaxa were identified: *Amphorichnus papillatus*, *Asterosoma* cf. *coxii*, *Conichnus conicus*, *Didymaulichnus lyelli*, *Gyrolithes* isp., and *Unarites* isp. The occurrence of these ichnofossils in the state of Piauí extends the geographic distribution area, as well as the temporal amplitude of *Amphorichnus papillatus* and *Unarites* isp.. The reported ichnotaxonomic novelties are attributed to an invertebrate biota that inhabited the epicontinental sea present in the region during the Devonian. These trace fossils express behaviors as feeding, dwelling, crawling, grazing and resting.

**KEYWORDS.** Devonian, Pimenteira Formation, Ichnofossils, Piauí state.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Contexto Geológico.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Histórico das pesquisas paleontológicas na região de Picos .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Importância dos Icnofósseis .....</b>	<b>20</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 Icnotaxonomia .....</b>	<b>24</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>32</b>
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>

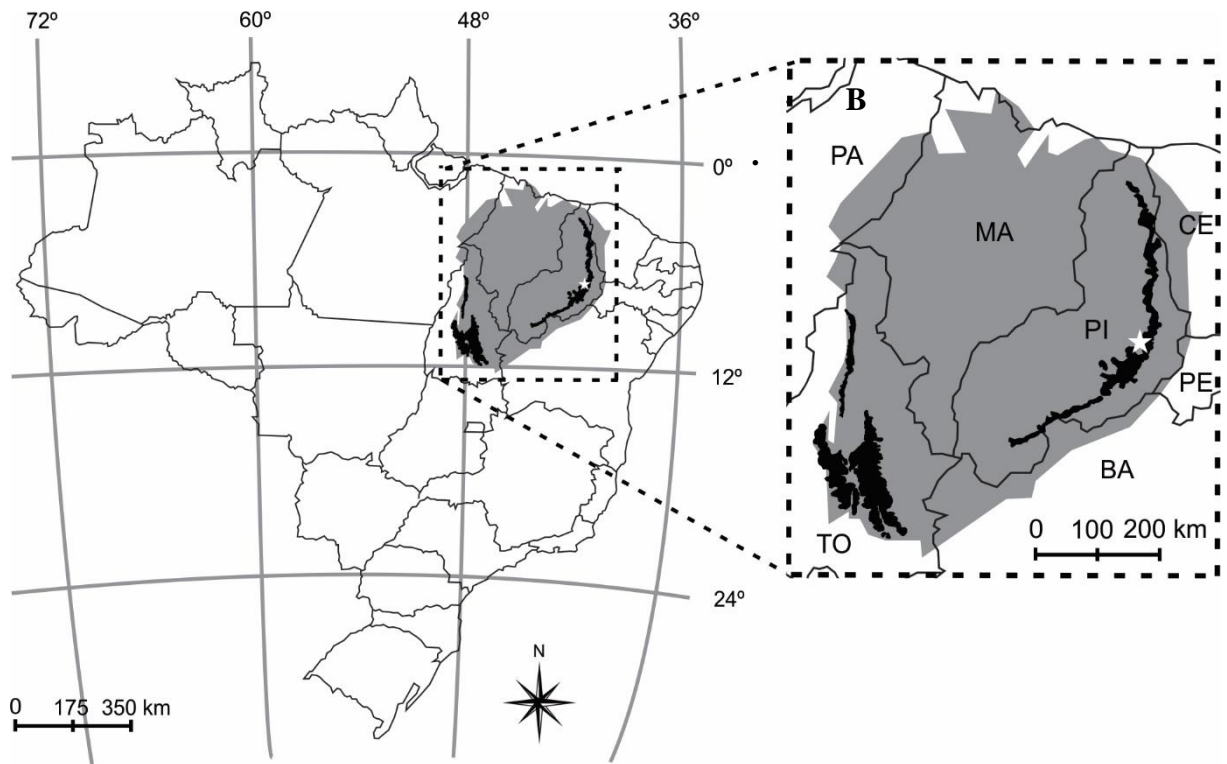
## 1 INTRODUÇÃO

O Estado do Piauí está localizado quase que completamente dentro da Bacia Sedimentar do Parnaíba (**Figura 1 A/B.**), portanto, apresenta potencial nato para a Paleontologia. Geograficamente o Piauí pode ser dividido em quatro grandes mesorregiões: Norte, Centro-norte, Sudeste e Sudoeste (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Destaca-se aqui a mesorregião sudeste, composta por 66 municípios, dentre os quais o de maior movimentação, desenvolvimento e expressividade econômica é o município de Picos, localizado no vale do Rio Guaribas. Trata-se de uma mesorregião importante economicamente para o estado, mas que assim como as demais, carece de estudos em geral, principalmente àqueles voltados para o conhecimento da fauna, da flora e da paleontologia (ARAÚJO *et al.*, 2010). Trabalhos de cunho geológico e paleontológico nessa região são conhecidos desde o ano de 1914 do século XX. No entanto, somente ao fim da década de 40 do mesmo século esses trabalhos se tornaram mais frequentes, através da ação de pesquisadores como Ivor Price e Kenneth Caster, os primeiros a descobrirem fósseis devonianos na Formação Pimenteira na região de Picos. Posteriormente, na década de 1950, Wilhem Kegel deu continuidade aos estudos, tornando-se importante referência até a data atual com suas pesquisas sobre a geologia e a paleontologia local conforme mencionam SANTOS e CARVALHO (2009).

Deve-se a Kegel a descoberta e publicação de um icnofóssil endêmico da Formação Pimenteira, encontrado em Picos, *Neoskolithos picosensis* Kegel, 1966. Segundo FERNANDES *et al.* (2002) icnofósseis são vestígios resultantes de atividades biológicas de organismos vivos que refletem diversos tipos de comportamento nos sedimentos e rochas sedimentares, e possuem uma enorme importância científica, haja visto que estes revelam características paleoambientais e indicam evidências da existência de animais desprovidos de partes duras, estas mais propensas à fossilização.

Portanto este trabalho contribuiu com o levantamento dos icnotáxons presentes nos afloramentos devonianos da Formação Pimenteira do município de Picos, Piauí, bem como tecer considerações paleoambientais e de icnofácies para o Devoniano da bacia do Parnaíba.



**Figura 1.** A. Mapa do Brasil com destaque para a Bacia Sedimentar do Parnaíba. B. Mapa da Bacia Sedimentar do Parnaíba; em negrito a Formação Pimenteiras e; ★ localização do Município de Picos). (Fonte: do autor).

## **2 JUSTIFICATIVA**

O estudo dos fósseis é de suma importância para se compreender a evolução dos seres vivos bem como a história geológica da Terra. Os icnofósseis em especial, têm peculiaridades próprias, como: representarem vestígios relacionados às atividades desenvolvidas pelos organismos quando em vida; constituírem registros da existência de animais de corpo mole, uma vez que estes são difíceis de se preservar no registro geológico; permitir o conhecimento da morfologia e comportamento da fauna geradora das bioturbações, bem como do ambiente em que esta fauna viveu.

No Município de Picos, na mesorregião sudeste do Piauí, afloram rochas de idade devoniana (aproximadamente 390 milhões de anos), sob a forma de morros residuais que apresentam uma notável ocorrência de fósseis, principalmente icnofósseis, provenientes de uma biota marinha. Infelizmente não só a ação intempérica, que faz parte do ciclo das rochas, tem agido de forma a degradar estes locais, mas outros fatores como a especulação imobiliária e o crescimento desordenado da cidade, têm provocado a perda de muitos espécimes fósseis. Ressalta-se ainda, que a falta de conhecimento por grande parcela da população picoense, acerca do valor científico que estes fósseis apresentam, é um agravante. Portanto, diante do exposto, constata-se que o resgate/coleta desses materiais constitui a ação mais efetiva para recuperação e preservação desses fósseis.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Estudar as ocorrências icnológicas presentes em afloramentos devonianos da Formação Pimenteira do Município de Picos, Piauí.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar os icnofósseis presentes no acervo do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Senador Helvídio Nunes de Barros (LPP-UFPI/CSHNB);
- Realizar expedições de campo e coletas de espécimes;
- Descrever e identificar taxonomicamente os espécimes coletados;
- Incorporar o material coletado à coleção científica de paleontologia do LPP-UFPI/CSHNB;
- Fazer interpretações icnofaciológicas e paleoambientais da região no período Devoniano, com base nos fósseis coletados.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Contexto Geológico

A Bacia Sedimentar do Parnaíba ocupa uma área de aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup> e abrange quase todo o Piauí e Maranhão, e parte dos estados do Tocantins, Pará, Ceará e Bahia, correspondendo à Província Estrutural Parnaíba. O preenchimento desta bacia ocorreu através de cinco sequências deposicionais: Sequência Siluriana, Sequência Devoniana, Sequência Carbonífero-Triássica, Sequência Jurássica e Sequência Cretácea (GÓES e FEIJÓ, 1994).

A sequência de idade devoniana corresponde litoestratigraficamente ao Grupo Canindé (**Figura 2.**), muito bem representado por diversos afloramentos no Estado do Piauí. Este grupo é composto da base para o topo pelas seguintes formações, conforme VAZ *et al.* (2007):

- Formação Itaim: representada por arenitos finos a médios com grãos subarredondados, bem selecionados e com alta esfericidade; considerável número de intercalações de folhelhos bioturbados em sua base. Estes sedimentos foram, segundo GÓES e FEIJÓ (1994), depositados em ambientes deltaicos e plataformais, dominados por correntes induzidas por processos de marés e de tempestades.

- Formação Pimenteira: consiste, principalmente, de folhelhos cinza-escuros a pretos, esverdeados, em parte bioturbados. São radioativos, ricos em matéria orgânica e representam a ingressão marinha mais importante da bacia. Notam-se intercalações de siltito e arenito, e a sedimentação aconteceu em ambiente de plataforma rasa dominada por tempestades.

- Formação Cabeças: o litotipo predominante consiste de arenitos cinza-claros a brancos, médios a grossos, com intercalações delgadas de siltitos e folhelhos. Diamictitos ocorrem eventualmente e com maior frequência na parte superior. Tilitos, pavimentos e seixos estriados denotam um ambiente glacial ou periglacial (CAPUTO, 1984). Um ambiente plataformal sob a influência preponderante de correntes desencadeadas por processos de marés é defendido por GÓES e FEIJÓ (1994) como o mais importante nessa unidade. Fácies flúvio-estuarinas também ocorrem.

- Formação Longá: caracterizada por folhelhos cinza-escuros a pretos, em parte arroxeados, homogêneos ou bem laminados, bioturbados. Em sua porção média comumente apresentam um pacote de arenitos e siltitos cinza-claros a esbranquiçados, laminados (LIMA e



LEITE, 1978). Um ambiente plataformal dominado por tempestades foi interpretado por GÓES e FEIJÓ (1994) para essas rochas.

- Formação Poti: diz respeito a uma sucessão de estratos que pode ser dividido em duas porções, a inferior constituída de arenitos cinza-esbranquiçados, médios, com lâminas dispersas de siltito cinza-claros, e a superior de arenitos cinza, lâminas de siltitos e folhelhos com eventuais níveis de carvão (LIMA e LEITE, 1978). A deposição ocorreu em deltas e planícies de maré, às vezes sob a influência de tempestades (GÓES e FEIJÓ, 1994).

Em alguns estados das regiões Norte e Nordeste, afloramentos de rochas devonianas da bacia do Parnaíba são testemunhos da deposição sedimentar em ambientes marinhos costeiros e plataformais de maré, depositadas durante um ciclo transgressivo-regressivo que culminou na maior e mais importante ingressão marinha já registrada na região (PONCIANO *et al.*, 2010; MELO, 1985).

Segundo SANTOS e CARVALHO (2009), as rochas que afloram na região do município de Picos sob a forma de morros residuais, e corte de estrada datam do período Devoniano, e suas características litológicas enquadram-se com as da Formação Pimenteira conforme proposto por SMALL (1914).

O nome Formação Pimenteira foi empregado pela primeira vez por SMALL (1914) para designar as camadas de arenitos de coloração variando do creme ao vermelho, intercaladas com folhelhos e siltitos cinza-arroxeados, aflorantes nos arredores do Município de Pimenteiras e estendendo-se por quase toda borda leste da bacia do Parnaíba dentro do estado do Piauí.

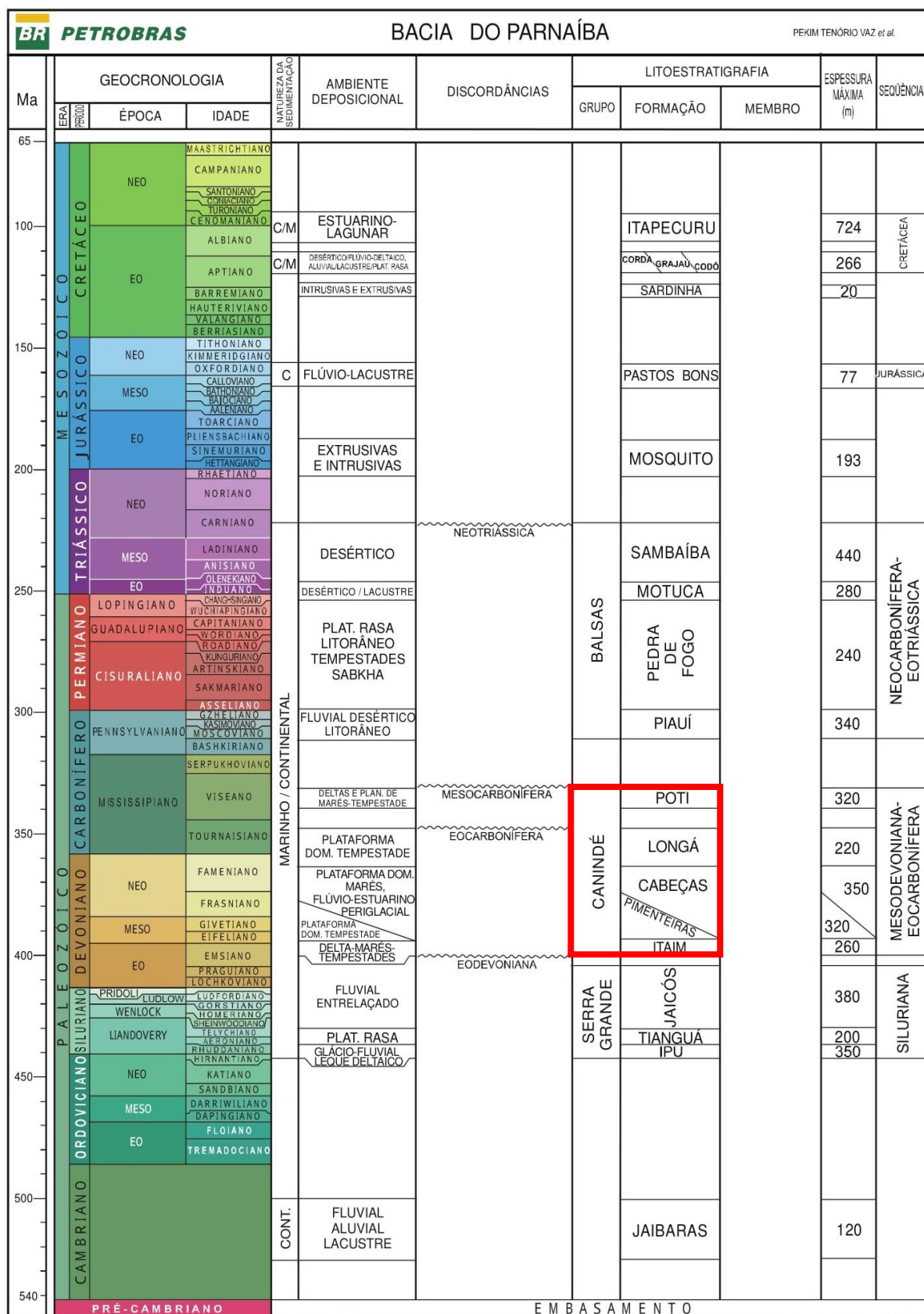


Figura 2. Carta estratigráfica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, com destaque para o Grupo Canindé e suas formações. Fonte: Modificado de VAZ et al. (2007).

## 4.2 Histórico das pesquisas paleontológicas na região de Picos

Como mencionado anteriormente, os trabalhos de cunho geológico na região de Picos datam do ano 1914, por SMALL. Deve-se a Llewellyn Ivor Price e sua equipe os registros mais antigos da ocorrência de fósseis na Formação Pimenteira. Eles efetuaram coletas de material fóssilífero durante o reconhecimento geológico ocorrido de agosto a novembro de 1946 no estado do Piauí, percorrendo nessa mesma época a região de Picos. Estes fósseis serviram de base para a primeira identificação da idade devoniana dessas rochas, realizadas por CASTER (1948).

KEGEL (1953), observando a Formação Pimenteira da região de Picos a dividiu em dois membros (Itaim e Picos), com base na porção superior e porção mais basal, na ocasião por ele foi descrito nódulos hematíticos [concreções de ferro] contendo em seu interior restos de *Homalonotus?* sp., porém segundo FERNANDES *et al.* (2012) este possui a sua identificação duvidosa.

Em 1957 KRÄUSEL e DOLIANITI, registraram nos morros do Ipueiro e do Colégio, em Picos, depósitos tempestíticos que estão associados com evidências biológicas de proximidade de costa e ação de ondas, como nódulos hematíticos contendo fragmentos de trilobita *Burmeisteria* sp. e restos de vegetais terrestres como *Protolepidodrendron kegelii*, *Archaeosigillaria picosensis*, *Palaeostigma sewardi*, *Spongiophyton* sp. e um ramo de *Archaeosigillaria* sp..

KEGEL (1966) descreve ineditamente a ocorrência de *Neoskolithos picosensis* sendo este homônimo e endêmico do município.

MAISEY e MELO (2005) descreve novos achados e amplia o conhecimento que se tem sobre a fauna de vertebrados marinhos que se tinha da Formação Pimenteira, como: espinhos de *Machaeracanthus* sp. e *Chondrichthyan* sp., dentes bicúspides *Antarctilamna* sp.

SCHEFFLER *et al.* (2010) relata três morfotipos de Crinoides em um afloramento da Formação Cabeças no km 305 da BR 316 nos arredores do Município de Picos.

PONCIANO *et al.* (2012) em coletas no município encontra diversos fósseis nos afloramentos Morro do Cemitério e em um corte de estrada no km 318 da BR 316, a saber: *Burmeisteria notica*, *Metacryphaeus kegelii*, *Scaphiocoelia?* sp., *Australocoelia?* sp.,

*Plectonotus* sp., *Palaeoneilo* sp., *Grammysioidea* sp., *Cucullella?* sp., *Plectonotus* sp., *Bucanella?* sp., dentes bicúspides de *Chondrichthyes*, espinho de nadadeira de *Machaeracanthus* sp., e de nadadeira de *Ctenacanthus* sp., *Spongiophyton* sp., *Protolepidodendron kegei*, *Archaeosigillaria picosensis*, *Palaeostigma sewardi*, *Skolithos* isp., *Planolites* isp., *Arenicolites* isp., *Lophoctenium?* isp., *Rusophycus* isp., além de outros fragmentos indeterminados.

SILVA (2014) ao analisar um bloco rochoso proveniente de um afloramento de Picos descreve 09 icnotáxa: *Cruziana* cf., *Arenicolites* isp., *Rusophycus* isp., *Planolites beverleyensis*, *Cruziana* isp., *Lockeia* isp., *Scolicia* isp. e *Merostomichnites piauienses?*.

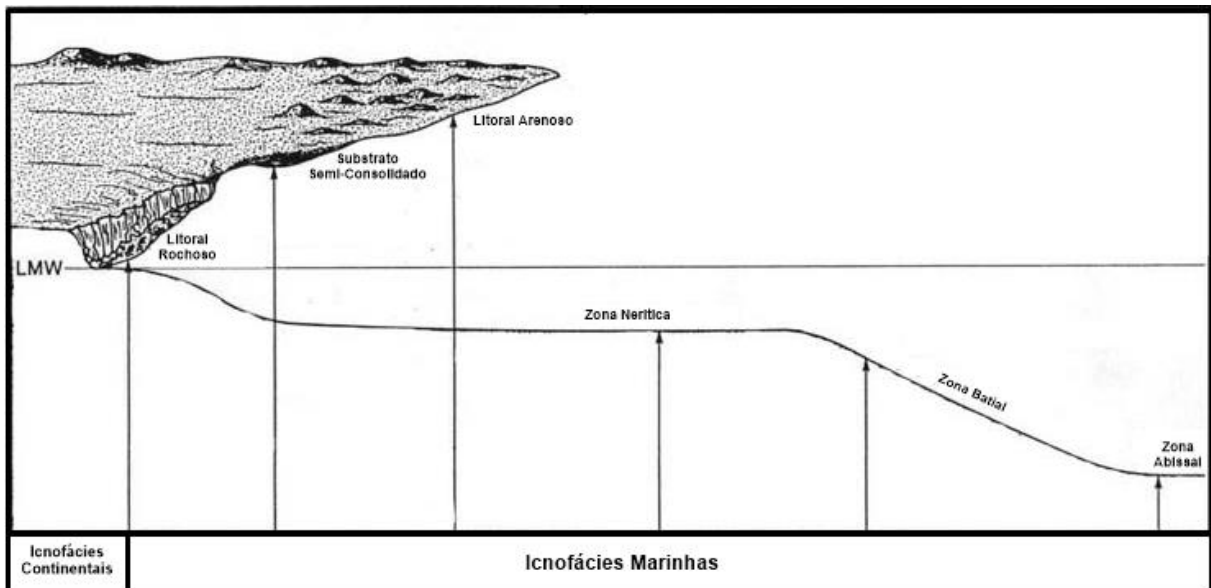
Em conformidade com trabalhos anteriores FIGUEROA e MACHADO (2016) descrevem detalhadamente uma paleoictiofauna com base em amostras encontradas na região do Município de Picos: espinhos de *Machaeracanthus* sp., *Climatiiformes* indet., *Acanthodii* indet., *Ctenacanthus* sp., *Ctenacanthus kegei*, *Antarctilamna prisca* cf. *Antarctilamna* sp., além de placas dermais diversas.

Segundo SANTOS e OLIVEIRA (2015), SANTOS *et al.* (2015; 2016), em pesquisas mais recentes foram encontrados fragmentos de crinoides, briozoários, braquiópodes, bivalvios, gastrópodes, trilobitas e espinho de peixe, mas o que ocorre em mais abundância nos afloramentos da região são os icnofósseis.

### 4.3 Importância dos Icnofósseis

Um conjunto de icnofósseis refletindo as atividades bentônicas dos membros de uma dada biocenose é denominado de icnocenose, e as icnofácies são o registro preservado ou aspecto lítico de determinadas icnocenoses (FREY e PEMBERTON, 1985; FERNANDES *et al.* (2007).

Segundo CARVALHO e FERNANDES (2010) as icnofácies podem ser continentais (Icnofácie *Scoyenia*, *Termitichnus*, *Mermia*, *Psilonichnus*), ou marinhas (Icnofácie *Teredolites*, *Trypanites*, *Glossifungites*, *Skolithos*, *Cruzina*, *Zoophycos* e *Nereites*). As associações icnofossilíferas marinhas são bem definidas, nas quais o tipo de substrato e as condições de energia do meio estão intimamente ligadas com a profundidade.



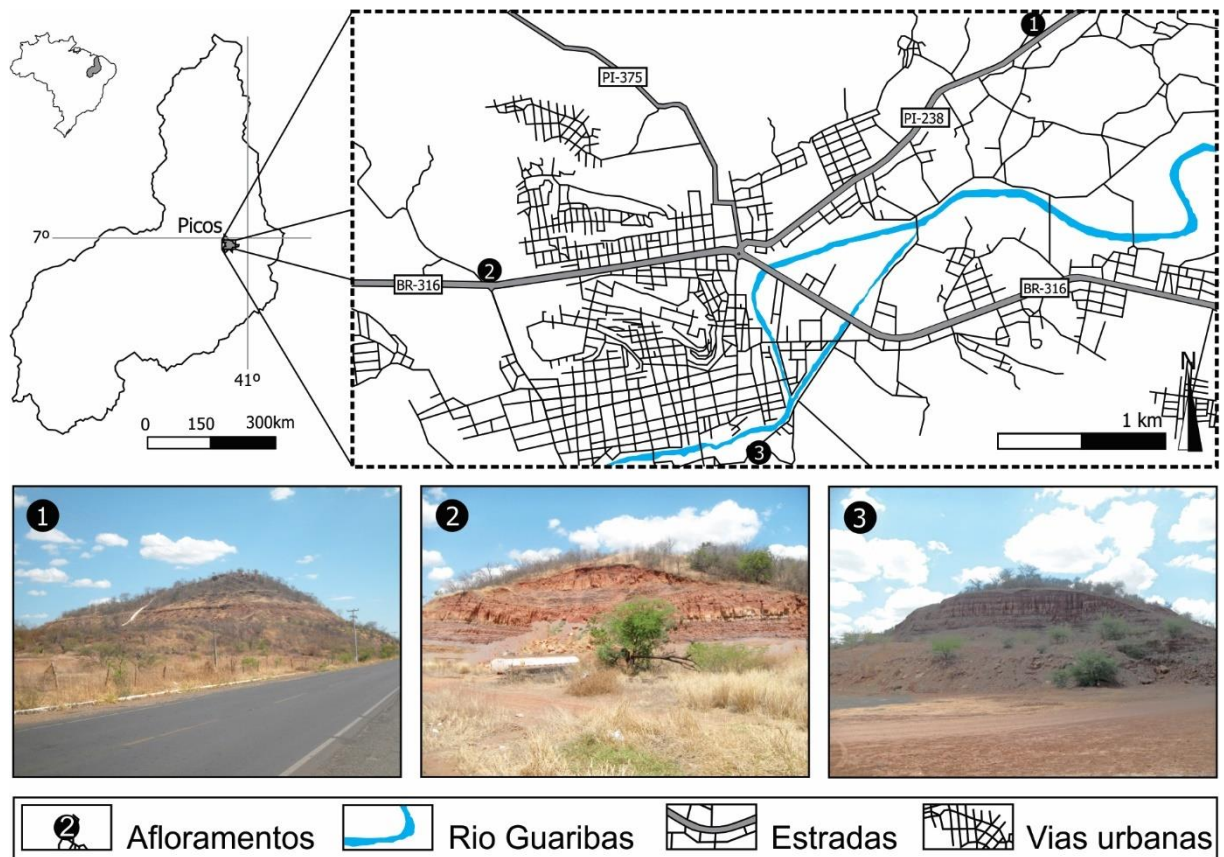
**Figura 3.** Esquema simplificado das icnofácies, destacando as marinhas correlacionando o nível de profundidade do mar. Modificado de FREY e PEMBERTON (1984).

As indicações paleoambientais dos depósitos da Formação Pimenteira têm sido interpretados como sistemas deposicionais marinhos de águas plataformais rasas, infraneríticas a litorâneas, e planícies de maré de baixa energia, com ocasionais exposições subaéreas devido às oscilações do nível do mar (VAZ *et al.*, 2007). Estas características segundo AGOSTINHO, (1999) corresponde litologicamente a icnofácie *Cruziana*.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

No decorrer da pesquisa foi realizado levantamento bibliográfico de trabalhos científicos que trazem informações sobre os icnofósseis reportados para a Formação Pimenteira da Bacia do Parnaíba (CASTER, 1948; KEGEL, 1953, 1961, 1966; FERNANDES *et al.*, 2002; AGOSTINHO *et al.*, 2004; AGOSTINHO, 2005; GRACIOSO, 2011; DENTZIEN-DIAS *et al.*, 2011; AGOSTINHO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; PONCIANO *et al.*, 2012). Durante os anos de 2013 à 2018 foram realizadas pela equipe do Laboratório de Paleontologia de Picos, da Universidade Federal do Piauí (LPP-UFPI), diversas incursões de campo a nove afloramentos urbanos no referido município. Em todos os afloramentos visitados a presença de icnofósseis é comum, no entanto, apenas em três deles constatou-se ocorrências inéditas: Morro do Quebra Pescoço, Morro da BR-316/Piauí *Shopping* e Morro do Mestre Braz (**Figura 4**). Os icnofósseis foram coletados seguindo metodologia específica conforme LOCKELEY (1991): Procedência, data de coleta, nome do coletor, posicionamento estratigráfico, indicação do topo e base da camada, coordenada geográfica e identificação preliminar.

Em laboratório as amostras coletadas foram preparadas, analisadas, identificadas e posteriormente incorporadas à coleção científica sob o acrônimo LPP Ic. A identificação dos icnotaxa se deu através de consultas à literatura específica (HÄNTZSCHEL, 1975; FERNANDES *et al.*, 2002; SEILACHER, 2007; SMITH *et al.*, 2008; VIANA *et al.*, 2010; MÁNGANO e BUATOIS, 2016;) para análise comparativa dos morfotipos preservados.



**Figura 4.** Distribuição espacial dos afloramentos no município de Picos onde foram encontradas as ocorrências icnofossilíferas apresentadas. Afloramentos: 1. Morro do Quebra Pescoço ( $7^{\circ}03'26.3''S$   $41^{\circ}26'40.4''W$ ); 2. Morro da BR-316/Piauí *Shopping* ( $7^{\circ}04'39.2''S$   $41^{\circ}29'03.8''W$ ); 3. Morro do Mestre Braz ( $7^{\circ}05'22.9''S$   $41^{\circ}27'56.3''W$ ). Fonte: do autor.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base no material analisado foi possível a identificação de seis icnotaxa, sendo dois a nível de icnogênero e quatro de icnoespécie. Na sequência, são apresentadas informações sobre procedência, descrição, possível organismo gerador, classificação etológica, distribuição estratigráfica, indicação paleoambiental e discussão para cada um dos icnotaxa encontrados.

### 6.1 Icnotaxonomia

*Amphorichnus* Männil, 1966

*Amphorichnus papillatus* Männil, 1966

(Figura 6.A e B)

**Material.** LPP Ic-112.

**Procedência.** Morro do Mestre Braz.

**Descrição.** Preenchimento de duas pequenas escavações verticais em formato de ânfora; a base da maior delas apresenta 1,25 cm de diâmetro e 0,8 cm de altura, enquanto a menor 1,15 cm e 0,8 cm; a altura total (base + porção superior) da maior escavação é de 2,15 cm; apenas na maior das escavações é perceptível, e em vista lateral, o formato de ânfora incluso na rocha matriz; em planta, ambas as escavações apresentam a base em formato circular e semelhante à metade de uma esfera contendo no centro uma pequena protuberância apical (papila) característica do icnogênero; a parede da porção inclusa na rocha matriz é desprovida de ornamentações.

**Organismos geradores.** Provavelmente anêmonas-do-mar.

**Classificação etológica.** Estrutura de repouso (*Cubichnia*) ou estrutura de habitação (*Domichnia*).

**Distribuição estratigráfica.** Do Cambriano Inferior (MÄNNIL, 1966) ao Devoniano (aqui reportado) (Figura 7).

**Indicações paleoambientais.** Ambientes marinhos de águas rasas de baixa energia acumuladores de carbonatos (VINN *et al.*, 2015).

**Discussão.** *Amphorichnus* isp. trata-se de um icnogênero monoicnoespecífico, cuja icnoespécie é *Amphorichnus papillatus* Männil, 1966 descrito para depósitos calcários ricos em argila do



Ordoviciano da Estônia. Apesar de ter sido validado por HÄNTZSCHEL (1975) *A. papillatus* é alvo de discussão, pois segundo FREY e HOWARD (1981) apresenta morfologia semelhante a *Conichnus* isp. também descrito por Männil em 1966, e reclassificado pelos mesmos autores como *Conichnus papilatus* Männil, 1966, sendo desta última forma adotada por FERNANDES *et al.* (2002).

Posteriormente ERSHOVA *et al.* (2006) ao observarem alguns espécimes semelhantes, mas com medidas maiores, os interpretaram como sendo *Gastrochaenolites* isp.. VINN *et al.* (2015) sustentam a tese de que *Amphorichnus* isp. e *Conichnus* isp. são icnogêneros distintos, pois diferem quanto à morfologia e ao comportamento dos organismos geradores.

O espécime LPP Ic-112 é aqui atribuído à *A. papillatus* por diferir morfologicamente de LPP Ic-011 *Conichnus* (também reportado nesse trabalho). FREY e HOWARD (1981) interpretou *Amphorichnus* isp. como sinônimo de *Conichnus* isp. ao analisar uma icnoespécie proveniente do Cretáceo Superior de Utah - USA, no entanto, a amostra figurada não apresenta a “papila” basal característica de *Amphorichnus* isp., tese também contestada por VINN *et al.* (2015), deste modo considera-se aqui ainda válida a icnoespécie *Conichnus papilatus* Männil, 1966. Portanto, amplia-se a distribuição geográfica e temporal de *A. papillatus* (**Figura 7**). Trata-se da primeira ocorrência no Brasil, e a primeira no Devoniano mundial.

*Asterosoma* von Otto, 1854

*Asterosoma* cf. *coxii* Lesquereux, 1876

(**Figura 6.C**)

**Material.** LPP Ic-083.

**Procedência.** Morro do Mestre Braz.

**Descrição.** Conjunto de três grandes bulbos alongados em formato de “lâmpada”, interpretado com preservação endostratal; o maior deles apresenta 16 cm de comprimento e 5,50 cm de diâmetro na porção final do bulbo, enquanto o menor 10,70 cm comprimento e 1,90 cm de diâmetro, ambos compartilham uma base inicial central. A parede dos bulbos é áspera devido à granulação do sedimento; são observadas laminações concêntricas internas em um dos bulbos que está fragmentado.

**Organismos geradores.** Artrópodes crustáceos.

**Classificação etológica.** Icnito de alimentação (*Fodinichinia*).

**Distribuição estratigráfica.** Do Pré-Cambriano ao Cretáceo (**Figura 7**).

**Indicações paleoambientais.** *Asterosoma* isp. ocorre tipicamente em ambientes marinhos rasos (PEMBERTON *et al.*, 2001).

**Discussão.** *Asterosoma* isp. é interpretado como resultado do retrabalhamento de sedimentos pelo organismo gerador com o objetivo de ampliar as dimensões dos túneis, afim de prospectar recursos alimentares (FERNANDES *et al.*, 2002). Na literatura existem várias icnoespécies de *Asterosoma* isp. consideradas válidas: *A. radiceforme*, *A. surlyki*, *A. canyonesis*, *A. striata*, *A. ludwigae*, *A. coxii*, *A. lawrencensis* e *A. radiata* (HÄNTZSCHEL, 1975; SEILACHER, 2007; MÁNGANO e BUATOIS, 2016). O espécime aqui descrito assemelha-se parcialmente a *A. coxii* conforme figurado em SEILACHER (2007), e difere das demais icnoespécies pela presença de bulbos em “cacho”.

Segundo FERNANDES *et al.* (2002) as ocorrências brasileiras são conhecidas por amostras de testemunhos. Destaca-se a morfologia bem preservada e a ocorrência inédita para a Formação Pimenteira da Bacia do Parnaíba.

*Conichnus* Männil, 1966

*Conichnus conicus* Männil, 1966

(**Figura 6.D**)

**Material.** LPP Ic-011.

**Procedência.** Morro do Quebra Pescoço.

**Descrição.** Escavação cônica vertical, de formato circular na parte superior, medindo 2,3 cm de diâmetro e 1,9 cm de comprimento, afinando-se em direção a base, com porção final pontiaguda a cor e textura do preenchimento igual à da rocha matriz.

**Organismos geradores.** Provavelmente anêmonas-do-mar, (FREY e HOWARD, 1981).

**Classificação etológica.** Segundo FREY e HOWARD (1981), são interpretado como estruturas de repouso (*Cubichnia*) ou habitação (*Domichnia*).

**Distribuição estratigráfica.** Segundo VINN *et al.*, (2015), *Conichnus* isp. possui uma ampla ocorrência cronológica, datando do Cambriano Inferior ao Pleistoceno (**Figura 7**).

**Indicações paleoambientais.** *Conichnus* isp. é comumente associado a ambientes marinhos rasos, de alta energia, com alta taxa de sedimentação (ABAD *et al.*, 2003) e de substrato

arenoso, características típicas das icnofácies *Skolithos* e *Cruziana* segundo relata FERNANDES *et al.* (2002).

**Discussão.** Há registros de ocorrências de *Conichnus* isp. para a Formação Longá (MUNIZ, 1982) e para o Siluriano da Bacia do Parnaíba, no noroeste do estado do Ceará (VIANA *et al.*, 2010). O material aqui atribuído a *Conichnus conicus* Männil, 1966 corresponde a primeira ocorrência do icnogênero para a Formação Pimenteira, bem como para o Devoniano do Brasil (**Figura 7**).

*Didymaulichnus* Young, 1972

*Didymaulichnus lyelli* Rouault, 1850

(**Figura 6.E**)

**Material.** LPP Ic-018.

**Procedência.** Morro do Quebra Pescoço.

**Descrição.** Pista bilobada e sinuosa, onde cada lobo mede 1,2 cm de largura e 13 cm de comprimento; separando os lobos existe um sulco de 0,1 cm de largura e 0,15 cm de profundidade; as lobas são de aspecto liso e sem estrias; estão preservadas em hiporrelevo convexo e orientadas paralelamente a estratificação.

**Organismos geradores.** Moluscos gastrópodes.

**Classificação etológica.** Estrutura de locomoção (*Repichnia*).

**Distribuição estratigráfica.** Do Pré-Cambriano ao Permiano (**Figura 7**).

**Indicações paleoambientais.** *Didymaulichnus* isp. foi assinalado em sequências sedimentares marinhas lagunares com influência marinha e também provavelmente fluviais (FERNANDES *et al.*, 2002).

**Discussão.** Apesar de *Didymaulichnus* isp. ser comumente atribuído a locomoção de moluscos gastrópodes, também é classificado como semelhante a *Cruziana* isp., sendo este último, também produzido por trilobitas (CRIMES, 1970). A identificação do espécime em questão, baseou-se em análise morfológica, presença de aspecto liso, ausência de estrias nos lobos, e reportado para Formação Furnas (Devoniano da Bacia do Paraná). *Didymaulichnus lyelli* é aqui reportado pela primeira vez para o Devoniano da Bacia do Parnaíba (Formação Pimenteira).

*Gyrolithes* de Saporta, 1884

*Gyrolithes* isp.

(Figura 6.F)

**Material.** LPP Ic-063.

**Procedência.** Morro da BR-316 (próximo ao Piauí *Shopping*).

**Descrição.** Escavação helicoidal, espiralada e orientada na diagonal com mergulho de 45° de inclinação em relação à estratificação do tipo planar; observada em corte de seção longitudinal, com 0,5 cm de diâmetro de escavação; apresenta quatro traços empilhados verticalmente, dentre os quais, o último deles apresenta uma inclinação de 90° em relação ao eixo central.

**Organismos geradores.** Crustáceos decápodes calianassídeos ou talinassídeos.

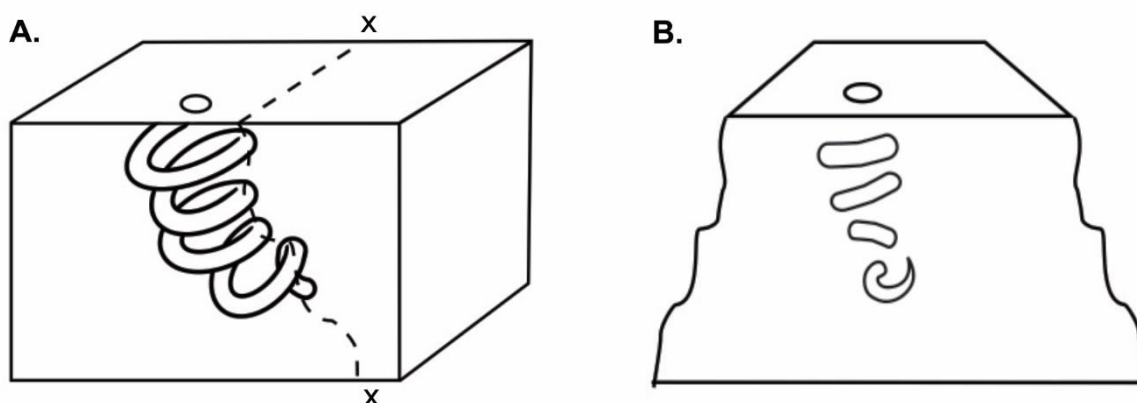
**Classificação etológica.** Estrutura de habitação (*Domichnia*).

**Distribuição estratigráfica.** Do Pré-Cambriano Superior ao Holoceno (Figura 6).

**Indicações paleoambientais.** Segundo GERNANT (1972) ocorrências de *Gyrolithes* isp. estão associadas a depósitos marginais marinhos.

**Discussão.** Para o Brasil, *Gyrolithes* isp. é comumente descrito para paleoambiente marinho raso do Mesozoico e Cenozoico, sendo a ocorrência mais antiga datada do Cambriano (FERNANDES *et al.*, 2002; NETTO *et al.*, 2007). Conforme UCHMAN e HANKEN (2013) há 18 icnoespécies atribuídas ao icnogênero *Gyrolithes* isp., mas apenas 13 são consideradas válidas, segundo revisão feita pelos autores.

O icnoespécime em questão, apesar de observado em corte de seção longitudinal e apresentar enrolamento diferenciado na última volta, confere com a diagnose original de *Gyrolithes* de Saporta, 1884. A forma de preservação não permite descrição detalhada a nível icnoespecífico, haja visto que as características que as delimitam são os parâmetros morfométricos do raio da hélice e a largura da toca (UCHMAN e HANKEN, 2013), o que não pode ser verificado em LPP Ic-063 por encontrar-se parcialmente visível (Figura 5).



**Figura 5. A.** Esquema gráfico da vista lateral com destaque no morfotipo da escavação de amostra analisada, e linha “x” representa o padrão de quebra da amostra. **B.** Vista da face fragmentada da porção visível da amostra. Fonte: do autor.

*Unarites* Macsotay, 1967

*Unarites* isp.

**(Figura 6.G)**

**Material.** LPP Ic-056.

**Procedência.** Morro do Quebra Pescoço.

**Descrição.** Pequenas pistas encurvadas e irregulares, sobreposição, e por vezes bifurcadas, dispostas em paralelo a estratificação, preservadas em epirrelevo positivo medindo em média de 0,20 cm de diâmetro e 0,90 cm de comprimento.

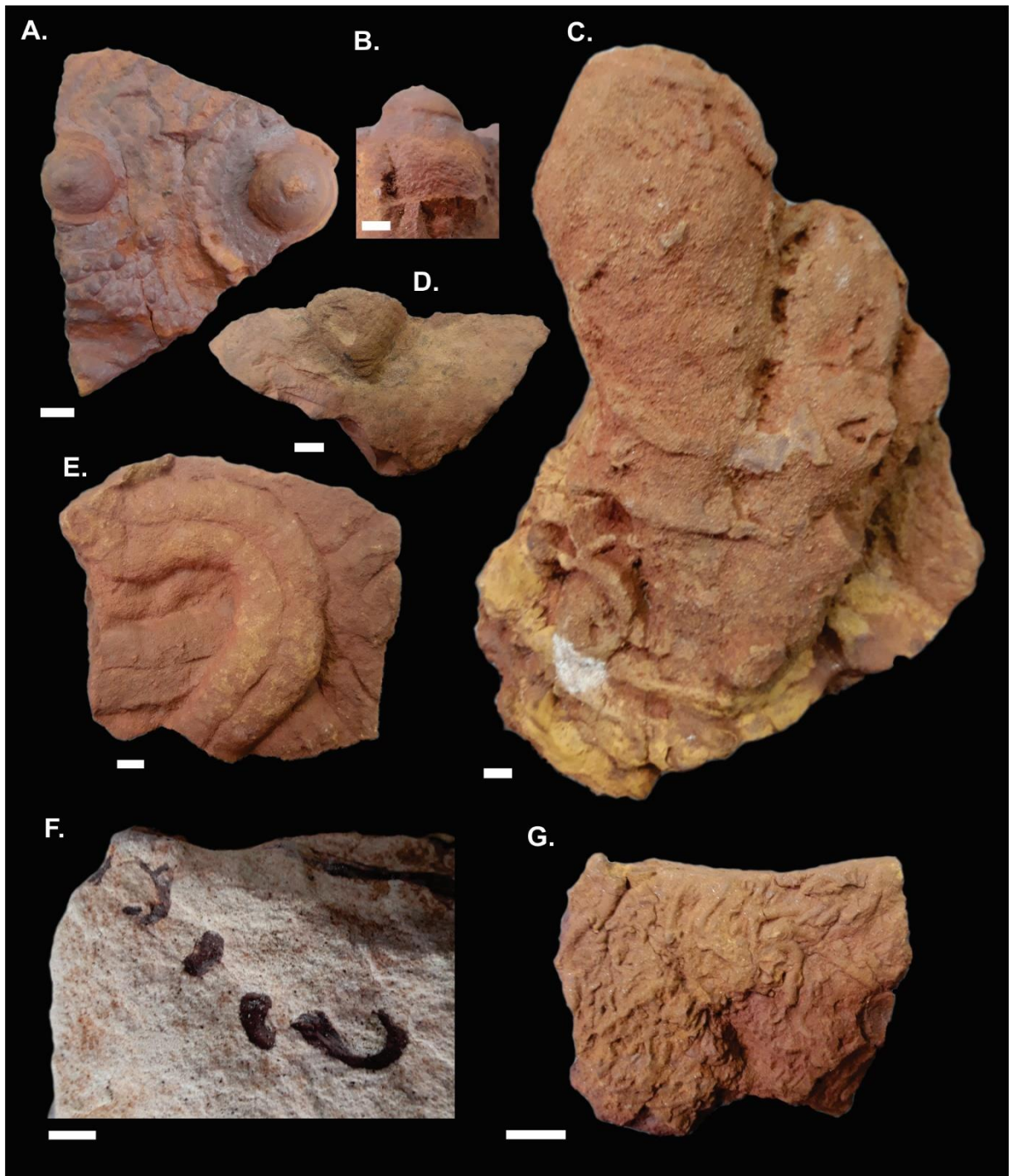
**Organismos geradores.** Organismos vermiformes.

**Classificação etológica.** Estrutura de pastagem (*Pascichnia*).

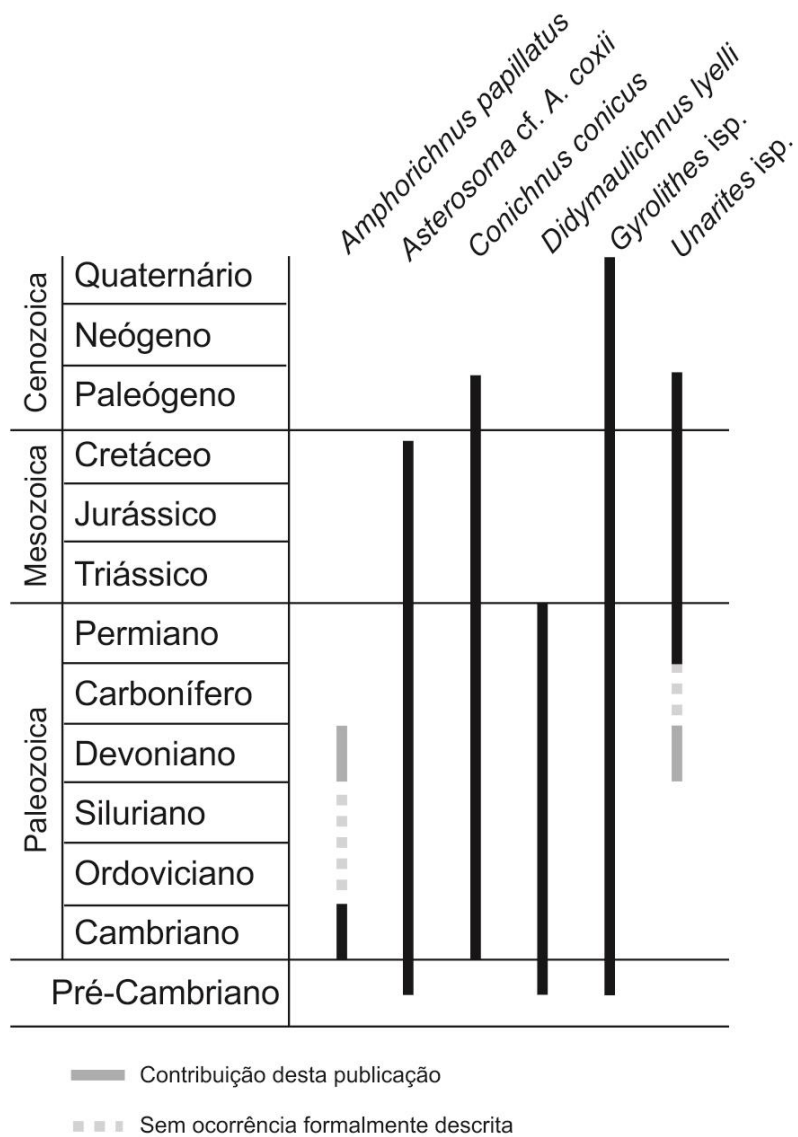
**Distribuição estratigráfica.** Do Permiano ao Paleógeno (**Figura 7**).

**Indicações paleoambientais.** Segundo NETTO (1988, 1992) *Unarites* isp. ocorre em ambiente de sedimentação lenta, fina e de baixa energia; é tido por FERNANDES *et al.* (2002) como indicador de depósitos turbidíticos.

**Discussão.** NETTO (1988, 1992) descreveu *Unarites* isp. para o Permiano da Bacia do Paraná. Autores subsequentes interpretaram como sinônimo de outras icnoespécies como *Megagraption* isp., *M. submontanum* e *Multina magma* (UCHMAN, 1998; BUATOIS *et al.*, 2009). Posteriormente, LIMA e NETTO (2012) os reclassificaram como *Multina arcuata* isp. nov. devido as sobreposições apresentadas nos espécimes analisados, característica marcante de *Multina* isp. segundo UCHMAN (2001, *apud* LIMA e NETTO, 2012). A amostra em questão não apresenta sobreposição, assim como no material analisado por NETTO (1988, 1992).



**Figura 6.** **A.** *Amphorichnus papillatus* Männil, 1966 em vista basal e **B.** em destaque vista lateral (LPP Ic-112), **C.** *Asterosoma* cf. *A. coxii* Lesquereux, 1876 (LPP Ic-083), **D.** *Conichnus conicus* Männil, 1966 (LPP Ic-011), **E.** *Didymaulichnus lyelli* Rouault, 1850 (LPP Ic-018), **F.** *Gyrolithes* de Saporta, 1884 (LPP Ic-063), **G.** *Unarites* Macsotay, 1967 (LPP Ic-056). Escalas: 1 cm. (Fonte: do autor).



**Figura 7.** Distribuição estratigráfica dos icnotaxa estudados.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em trabalho recente de revisão das ocorrências icnofossilíferas para a Formação Pimenteira, SILVA *et al.* (2012) consideram válidas a presença de 34 icnotaxa, embora não listem *Asterosoma* isp., *Subphyllocorda* isp. e *Rosselia* isp., foram considerados válidos por AGOSTINHO *et al.* (2004). A revisão realizada por SILVA *et al.* (2012) aponta a ocorrência dos seguintes icnofósseis: *Arenicolites* isp., *Asteriacites lumbricalis*, *A. stelliforme*, *Bergaueria hemispherica*, *Bifungites piauiensis*, *B. fezzanensis*, *B. munizi*, *Cruziana problematica*, *Diplichnites* isp., *Diplocraterion* isp., *Granularia* isp., *Helminthopsis* isp., *Isopodichnus* isp., *Lockeia* isp., *Lophoctenium* isp., *Merostomichnites piauiensis*, *Monomorphichnus* isp., *Neoskolithos picosensis*, *Nereites cf. missouriensis*, *Palaeohelminthoida* isp., *Palaeophycus tubularis*, *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*, *Protopalaeodictyon* isp., *Protovirgularia?*, *Rhizocorallium jenense*, *Rusophycus dispar*, *R. polonica*, *Scolicia* isp., *Skolithos* isp., *Spirophyton* isp., *Thalassinoides horizontalis*, *Trichophycus* isp. e *Zoophycos* isp..

Os autores relatam ainda, no mesmo trabalho, ocorrências inéditas de icnoespécies pertencentes à icnogêneros listados em sua revisão: *Bergaueria* cf. *prantli*, *Lockeia siliquaria*, *Protopalaeodictyon spinata*, *Protovirgularia* aff. *P. rugosa*, *Protovirgularia dichotoma*, *Rusophycus biloba*, *Scolicia prisca* e *Skolithos linearis*.

Como contribuição ao conhecimento icnológico da Bacia do Parnaíba, as novidades aqui reportadas, *Gyrolithes* isp., *Unarites* isp., *Amphorichnus papillatus*, *Asterosoma* cf. *A. coxii*, *Conichnus conicus* e *Didymaulichnus lyelli* ampliam sua diversidade icnofossilífera (**Tabela 1**).



Icnogêneros de ocorrência na Formação Pimenteira (Silva <i>et al.</i> , 2012)		Novidades icnotaxonômicas
<i>Arenicolites</i> isp.	<i>Palaeohelminthoida</i> isp.	<i>Amphorichnus papillatus</i>
<i>Asteriacites lumbricalis</i>	<i>Palaeophycus tubularis</i>	<i>Asterosoma</i> cf. <i>A. coxii</i>
<i>A. stelliforme</i>	<i>Phycosiphon incertum</i>	<i>Conichnus conicus</i>
<i>Bergaueria hemispherica</i>	<i>Planolites beverleyensis</i>	<i>Didymaulichnus lyelli</i>
<i>Bergaueria</i> cf. <i>B. prantli</i>	<i>Protopalaeodictyon</i> isp.	<i>Gyrolithes</i> isp.
<i>Bifungites piawaiensis</i>	<i>Protopalaeodictyon spinata</i>	<i>Unarites</i> isp.
<i>B. fezzanensis</i>	<i>Protovirgularia?</i>	
<i>B. munizi</i>	<i>Protovirgularia</i> aff. <i>P. rugosa</i>	
<i>Cruziana problematica</i>	<i>P. dichotoma</i>	
<i>Diplichnites</i> isp.	<i>Rhizocorallium jenense</i>	
<i>Diplocraterion</i> isp.	<i>Rusophycus dispar</i>	
<i>Granularia</i> isp.	<i>R. polonica,</i>	
<i>Helminthopsis</i> isp.	<i>R. biloba</i>	
<i>Isopodichnus</i> isp.	<i>Scolicia</i> isp.	
<i>Lockeia</i> isp.	<i>S. prisca</i>	
<i>Lockeia siliquaria</i>	<i>Skolithos</i> isp.	
<i>Lophoctenium</i> isp.	<i>S. linearis</i>	
<i>Merostomichnites piawaiensis</i>	<i>Spirophyton</i> isp.	
<i>Monomorphichnus</i> isp.	<i>Thalassinoides horizontalis</i>	
<i>Neoskolithos picosensis</i>	<i>Trichophycus</i> isp.	
<i>Nereites</i> cf. <i>N. missouriensis</i>	<i>Zoophycos</i> isp.	

**Tabela 1.** Diversidade icnofossilífera da Formação Pimenteira segundo SILVA *et al.* (2012), e novidades icnotaxonômicas reportadas neste trabalho.

## 8 CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, observa-se uma ampla e bem diversificada icnofauna na Formação Pimenteira, fato que assegura a presença de uma biota bem adaptada às condições paleoambientais do mar epicontinental que segundo VAZ *et al.* (2007) apresentava-se com águas rasas infranéricas a litorâneas, e possíveis exposições subaéreas devido a oscilação marinha durante o Devoniano médio. Este fato pode ser comprovado pela presença de *Gyrolithes* isp., icnofóssil presente em paleoambiente marinho raso; e *Unarites* isp., indicativo de ambientes turbidíticos e/ou de baixa energia, sendo este último associado a paleoambientes mais profundos. Os seis icnofósseis encontrados ampliam a diversidade icnofossilífera da Formação Pimenteira da Bacia Sedimentar do Parnaíba, a área de ocorrência e a amplitude vertical/temporal de alguns icnotaxa.

## REFERÊNCIAS

ABAD, M.; RUIZ, F.; PENDON, J.G.; TOSQUELLA, J. e GONZÁLEZ-REGALADO, M.L. Estructuras de escape de anémonas marinas (*Conichnus* indet. isp.) y sedimentación em depósitos litorales del Campejo Basal transgresivo del sector central de la Cuenca del **Guadalquivir**. *Geogaceta*, v. 3, n. 1, p. 31-33, 2003.

AGOSTINHO, S. **Iconofósseis de Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Município de Pimenteira, Piauí**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pernambuco, 46 p. 1999.

AGOSTINHO, S. **Revisão sistemática de iconofósseis da Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba, no Estado do Piauí**. Programa de pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 123 p. 2005.

AGOSTINHO, S. e VALENÇA, L.M.M. Iconofósseis da região de Pimenteiras, PI, Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba. *In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, CRATO. Boletim de Resumos*, Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia e Universidade Regional do Cariri, p.11. 1999.

AGOSTINHO, S.; BATISTA, Z.V.; BARROS, C.L.; GOMES, C.R. e SANTOS, C.A. Iconofósseis devonianos da Formação Pimenteira, Estado do Piauí, e suas aplicações paleoambientais e paleogeográficas. *Estudos Geológicos*, Recife, PE, v. 22, n. 1, p. 117-130, 2012.

AGOSTINHO, S.; VIANA M.S.S. e FERNANDES, A.C.S. Duas novas icnoespécies de Bifungites Desio, 1940 na Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 62, n. 4, p. 519-530, 2004.

ARAÚJO, J.L.L.; LIMA, I.M.M.F.; ABREU, I.G.; REBÊLO, E.M.C.G.; NUNES, M.C.S.A. e ARAÚJO, M.M.B. **Atlas Escolar do Piauí: geo-histórico e cultural**. 1º ed. João Pessoa-PB, Editora Grafset, 202 p. 2010.

BUATOIS, L.A.; MÁNGANO, M.G.; BRUSSA, E.D.; BENEDETTO, J.L. e POMPEI, J.F. The changing face of the deep: colonization of the Early Ordovician deep-sea floor, Puna,

northwest Argentina. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 280, n. 1, p.291-299, 2009.

CAPUTO, M.V. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of Northern Basins of Brazil**. Santa Barbara, Tese de PhD, Universidade da Califórnia, 583p. 1984.

CARVALHO, I.S. e FERNANDES, A.C.S. Icnofósseis. *In*: CARVALHO, I.S. **Paleontologia**. (eds.) Interciência, Rio de Janeiro, p.195-227. 2010.

CASTER, K.E. Excursão Geológica ao Estado do Piauí. **Mineração e Metalurgia**, v. 72, n. 1, p. 271-272, 1948.

CRIMES, T.P. Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales. **Geological Journal**, v. 7, n. 1, p. 47-68, 1970.

DENTZIEN-DIAS, P.C.; PRALON, B.G.N.; SOARES, A.V.S.; FIGUEIREDO, A.E.Q. e LEAL, M.S. Coleção didática de icnofósseis da UFPI-CSHNB, Picos, Piauí. *In*: CARVALHO, I.S.C. (Org.). **Paleontologia: Cenários da Vida**. 4º ed. Rio de Janeiro: Interciência, v. 4, n. 1, p. 733-739, 2011.

ERSHOVA, V.B.; FEDOROV, P.V. e MIKULÁS, R. Trace fossils on and above the transgressive surface: substrate consistency and phosphogenesis (Lower Ordovician, St. Petersburg region, Russia). **Geologica Carpatica, Bratislava**, v. 57, n. 1, p. 415-422. 2006.

FERNANDES, A.C.S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I.S. e ABREU, C.J. **Guia dos icnofósseis de invertebrados do Brasil**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 260 p. 2002.

FERNANDES, A.C.S.; CARVALHO, I.S. e AGOSTINHO, S. Icnofósseis: Conceitos gerais. *In*: Carvalho, I.S. e Fernandes, A. C. S. (eds.) **Iconologia**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 8-23. 2007.

FERNANDES, A.C.S.; FONSECA, V.M.M. e PONCIANO, L.C.M.O. Icnofósseis da Bacia do Parnaíba: As contribuições de Wilhelm Kegel. **Revista Brasileira de Paleontologia**. v. 15, n. 2, p. 153-163, 2012.

FIGUEROA, T.R. e MACHADO, D.M.C. Paleoictiofauna da Formação Pimenteira (Devoniano), Bacia do Parnaíba, PI, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 19, n. 3, p. 491-504, 2016.

- FREY, R.W. e HOWARD, J.D. *Conichnus* and *Schaubcylindrichnus*: redefined trace fossils from the Upper Cretaceous of the Western Interior. **Journal of Paleontology**, Lawrence, v. 56, n. 1, p. 800-804, 1981.
- FREY, R.W. e PEMBERTON, S.G. Trace fóssil Fassies Model. *In*: Walker, R.G. (eds). Facies Model, **Geoscience**. Canadá, p. 189-270. 1984.
- FREY, R.W. e PEMBERTON, S.G. Biogenic structures in outcrops and cores. I. Approachs to ichnology. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, v. 33, n. 1, p. 72-115, 1985.
- GERNANT, R.E. The paleoenvironmental significance of Gyrolithes (Lebensspur). **Journal of Paleontology**, v. 46, n. 1, p. 735-741, 1972.
- GÓES, A.M.O. e FEIJÓ, F.J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências Petrobras**, v. 8, n. 1, p. 57-67, 1994.
- GÓES, A.M.O.; TRAVASSOS, W.A. e NUNES, K.C. Projeto Parnaíba-Reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias. Belém, PETROBRÁS, **Relatório interno**, 11 p. 1992.
- GRACIOSO, D.E. **Icnofósseis de invertebrados da Formação Pimenteira (Devoniano) na borda leste da Bacia do Parnaíba**. Rio de Janeiro, RJ. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 49 p. 2011.
- HÄNTZSCHEL, W. Trace fossils and problematica. *In*: Teichert, C. (ed.), **Treatise of Invertebrate Paleontology**. 2ª ed., part W, Miscellanea, Supp 1. Boulder/Lawrence, University of Kansas and Geological Society of America, p.1-269, 1975.
- KEGEL, W. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, **Boletim interno**, 48 p. 1953.
- KEGEL, W. Rasto de um trilobita (?Homalonotus) do Devoniano Inferior do Piauí. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 33, n. 2, p. 163-167, 1961.
- KEGEL, W. Rastros do Devoniano na Bacia do Parnaíba, Brasil. Divisão de Geologia e Mineral, **Boletim interno**, p.32, 1966.

KRÄUSEL, R. e DOLIANITI E. Restos vegetais das Camadas Picos, Devoniano Inferior do Piauí. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, **Boletim interno**, 19 p, 1957.

LIMA, E.A.M. e LEITE, J.F. Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética: relatório final da etapa III. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, **Boletim**, 212p. 1978.

LIMA, J.H.D. e NETTO, R.G. Trace fossils from the Permian Teresina Formation at Cerro Caveiras (S Brazil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 15, n. 1, p. 5–22, 2012,

MAISEY, J.G. e MELO, J.H.G. Some Middle Devonian (Eifelian-Givetian) fossil fish remains from the Pimenteira Formation of the Parnaíba Basin, Northeast Brazil. **Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 63, n. 3, p. 495-505, 2005.

MÁNGANO, M.G. e BUATOIS, L.A. **The Trace-Fossil Record of Major Evolutionary Events. Vol. 2: Mesozoic and Cenozoic**. Springer Netherlands, 497 p. 2016.

MELO, J.H.G. **A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil: estado atual dos conhecimentos**. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 850 p. 1985.

MUNIZ, G.C.B. Icnofósseis devonianos da Formação Longá, no Estado do Piauí. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, **Boletim**, p. 1305-1316, 1982.

NETTO, R.G. **Paleoicnologia dos sedimentitos basais da Formação Rio do Rasto no Estado do Rio Grande do Sul**. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 92 p. 1988.

NETTO, R.G. Paleoecology of ichnocoenoses in the Cruziana Ichnofacies, Serrinha Member, Rio do Rasto Formation, (Upper Permian) from the Parana Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 36, n. 1, p. 67-82, 1992.

NETTO, R.G.; BUATOIS, L.A.; MÁNGANO, M.G. e BALISTIERI, P. *Gyrolithes* as a multipurpose burrow: an ethologic approach. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 10, n. 3, p. 157-168, 2007.

PEMBERTON, S.G.; ZHOU, Z. e MAC, E.J. Modern ecological interpretation of opportunistic r-selected trace fossils and equilibrium K-selected trace fossils. **Acta Palaeontologica Sinica**. v. 40, n. 1, p. 134-142, 2001.

PONCIANO, L.C.M.; CASTRO, A.R.S.F.; FONSECA, V.M.M. e MACHADO, D.M.C. Tafocenoses da Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Piauí: Mapeamento, Inventário e Relevância Patrimonial. **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v. 35, n. 1, p. 05-27, 2012.

PONCIANO, L.C.M.O.; FONSECA, V.M.M.; FERNANDES, A.C.S. e SOUZA, A.R. Afloramento Fossilífero de Oiti, Bacia do Parnaíba, PI: registro de um mar devoniano no Nordeste do Brasil. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, SIGEP 51. 2010.

SANTOS, J.M.; SANTANA, J.S. e OLIVEIRA, P.V. Paleobiodiversidade da Bacia Sedimentar do Parnaíba no período Devoniano da região de Picos-PI. *In*: III SIMPÓSIO REGIONAL DE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Resumos**. 2015.

SANTOS, J.M.; SOUZA, I.R. e OLIVEIRA, P.V. Diversidade de evidências fósseis e o trabalho de preservação do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Piauí - Picos. *In*: VIII SEMANA DE BIOLOGIA - "INTERFACES DA BIOLOGIA", **Resumos**, 2015.

SANTOS, J.M.; SOUZA, I.R.; RODRIGUES, K.C. e OLIVEIRA, P.V. Fósseis de Picos: Evidências de um mar no sertão do Piauí. *In*: II EXPO PICOS AMBIENTAL, **Resumos**, 2016.

SANTOS, M.E.C.M. e CARVALHO, M.S.S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Reconstituições Paleobiológicas. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 215p. 2009.

SCHEFFLER, S.M.; SILVA, C.F.; FERNANDES, A.C.S. e FONSECA, V.M.M. Crinóides da borda leste da bacia do Parnaíba (Formação Cabeças, Devoniano Médio). **Boletim d. Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, v. 5, n. 2, p. 165-173, 2010.

SEILACHER, A. **Trace Fossil analysis**. Heidelberg, Springer, 226 p. 2007.

SILVA, A. B. **Estudo icnológico na Formação Pimenteira (Devoniano da Bacia do Parnaíba) em Picos-PI**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Piauí, 30 p. 2014.

SILVA, R.C.; DOMINATO, V.H. e FERNANDES, A.C.S. Novos registros e aspectos paleoambientais dos icnofósseis da Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Piauí, Brasil. *Gaea - Journal of Geoscience*. v. 8, n. 1, p. 33-41, 2012.

SMALL, H. Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Rio de Janeiro, Inspectoria de Obras contra as Secas, **Boletim interno**, 80p. 1914.

UCHMAN, A. Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: revision of the Marian Książkiewicz collection and studies of complementary material. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, v. 68, n. 1, p. 105-218, 1998.

UCHMAN, A. e HANKEN, N.M. The New Trace Fossil *Gyrolithes lorcaensis* isp. n. from the Miocene of SE Spain and a Critical Review of the *Gyrolithes* Ichnospecies. **Stratigraphy and Geological Correlation**, v. 21, n. 3, p. 312–322, 2013.

VAZ, P.T.; REZENDE, N.G.A.M.; WANDERLEY-FILHO, J.R. e TRAVASSOS, W.A.S. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, p 253-263, 2007.

VIANA, M.S.S.; OLIVEIRA, P.V.; SOUSA, M.J.G.; BARROSO, F.R.G.; VASCONCELOS, V.Á.; MELO, R.M.; LIMA, T.A.; OLIVEIRA, G.C. e CHAVES, A.P.P. Ocorrências Icnofossilíferas do Grupo Serra Grande (Siluriano da Bacia do Parnaíba), Noroeste do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**. v. 23, n. 1, p. 77-89, 2010.

VINN, O.; WILSON, M.A. e TOOM, U. Distribution of *Conichnus* and *Amphorichnus* in the Lower Paleozoic of Estonia (Baltica). **Carnets Geology**. v. 19, n. 2, p. 269-278. 2015.





**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA  
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”**

**Identificação do Tipo de Documento**

- ( ) Tese  
( ) Dissertação  
(X) Monografia  
( ) Artigo

Eu, James Aiker Santos,  
autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de  
02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,  
gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação  
Decorências indispensáveis da formação Pimenteira  
(Heráldico da Bahia do Piauí) em Picos, Piauí  
de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título  
de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 18 de Julho de 2019.

James Aiker Santos  
Assinatura  
James Aiker Santos  
Assinatura