



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

João Marcelo Pais de Rezende

**Aspectos tafonômicos das formações Pimenteira (Membro Picos) e Longá,
Devoniano Médio e Superior da Bacia do Parnaíba, estado do Piauí,
nordeste do Brasil**

Rio de Janeiro

2022

João Marcelo Pais de Rezende

**Aspectos tafonômicos das formações Pimenteira (Membro Picos) e Longá, Devoniano
Médio e Superior da Bacia do Parnaíba, estado do Piauí, nordeste do Brasil**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Profa. Dra. Valéria Gallo da Silva

Co-orientadora: Profa. Dra. Luiza Corral Martins de Oliveira Ponciano

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

R467 Rezende, João Marcelo Pais de.
Aspectos tafonômicos das formações Pimenteira (Membro Picos) e Longá, Devoniano Médio e Superior da Bacia do Parnaíba, estado do Piauí, nordeste do Brasil / João Marcelo Pais de Rezende. - 2023.
145 f. : il.

Orientadora: Valéria Gallo da Silva.
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Tafonomia - Devoniano - Parnaíba, Rio, Bacia (PI e MA) - Teses . 2. Geologia estratigráfica - Devoniano - Parnaíba, Rio, Bacia (PI e MA) - Teses. I. Silva, Valéria Gallo da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 56(812.2)

Márcia França Ribeiro CRB7/3669 -Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

João Marcelo Pais de Rezende

**Aspectos tafonômicos das formações Pimenteira (Membro Picos) e Longá, Devoniano
Médio e Superior da Bacia do Parnaíba, estado do Piauí, nordeste do Brasil**

Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 16 de Fevereiro de 2022.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Valéria Gallo da Silva (Orientadora)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof. Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior
Faculdade de Geologia – UERJ

Profa. Dra. Vera Maria Medina da Fonseca
Museu Nacional do Rio de Janeiro – MN/UFRJ

Rio de Janeiro

2022

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução (PPGEE/UERJ) por me receberem e permitirem a elaboração da presente dissertação.

À CAPES e à FAPERJ, que me concederam o apoio financeiro durante todo o tempo de mestrado, fundamental para realização deste trabalho, em especial durante esses difíceis tempos de Pandemia de COVID-19.

À Profa Dra. Valéria Gallo por me receber no Laboratório de Sistemática e Biogeografia da UERJ e por topar desbravar o fascinante mar devoniano do nordeste brasileiro. Por todas as orientações, amizade e paciência, com toda a dedicação e afinho em me tornar um profissional cada vez melhor.

À Profa Dra. Luiza Ponciano e ao Laboratório de Tafonomia e Paleoecologia aplicadas por me acompanharem desde a minha graduação, sempre me motivando a ir mais longe. Por todas as orientações, amizade, paciência e por todo apoio e compreensão nos momentos que muito precisei.

A toda equipe do Museu Nacional e da UNIRIO, responsáveis pelos trabalhos de campo ao Piauí e coleta de todo o material estudado na presente dissertação: Dra. Vera Maria Medina Fonseca, Dra. Deusana Maria da Costa Machado, Dra. Aline Rocha e Souza Ferreira de Castro, Dr. Diogo Jorge de Melo, Dr. Sandro Marcelo Scheffler, Dr. Luciano Gandin Machado, Dr. Felipe Mesquita de Vasconcellos, Dr. Rafael Costa da Silva, Rafael Sant'Anna Santos, Roberta Cirilo dos Santos, Thainá Thimóteo Vallim, João Batista Guimarães e Anderson Pereira da Silva.

Ao biólogo Rodrigo da Rocha Machado e ao Dr. Rafael Costa da Silva por disponibilizarem o material da Formação Longá depositado na coleção científica do Museu de Ciências da Terra (MCTer/CPRM).

À Jéssica Pontes Silva e Helder de Paula Silva pelo auxílio com a preparação do material proveniente das formações Pimenteira e Longá apresentados na presente dissertação.

A toda equipe de vigilantes do IBio/UNIRIO (Madruga, Ferreira, Doriedson, Wilson, Jorge...), sempre muito solícitos, por me receberem na UNIRIO durante esses meses de pandemia, permitindo que este trabalho pudesse ser realizado.

A todos os amigos do Laboratório de Sistemática e Biogeografia (LABSISBIO) e do Laboratório de Tafonomia e Paleoecologia Aplicadas (LABTAPHO) por todo o apoio e carinho que me dedicaram.

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade.”

Francisco Alves Mendes Filho (Chico Mendes)

“He endeared himself not only to those of his own field of science, which has to do largely with the past, but also to scientists in every field and to the people of the State generally, because of his intelligent, practical and helpful interest in everything in the realm of nature under, about and above man's daily life. He was the best friend of the birds, the trees, and the wild flowers. He was concerned even for the migratory birds that flew across the State, and he followed them to their homes in the Gaspé or elsewhere to protect them there. And though a scientist of the highest standing, he still insisted that Pan is not dead. "I have seen him often," he said, "among the forests of the mountains," and heard him "rustling through the iris swamps" or caught a glimpse of him "in the shadows of the salmon pool or coming down the lavender banks of evening." He had not only the scientific eyes to see beneath the surface of the earth, but the ears to hear the "reedy pipes" that "sing everything that can be sung" and "tell everything that can be told".”

(Biographical Memoir of John Mason Clarke - Charles Schuchert, 1926; p. 184)

RESUMO

REZENDE, J.M.P. *Aspectos tafonômicos das formações Pimenteira (Membro Picos) e Longá, Devoniano Médio e Superior da Bacia do Parnaíba, estado do Piauí, nordeste do Brasil*. 2022. 145f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Desde os primeiros trabalhos desenvolvidos na Formação Pimenteira na segunda metade do século XX, predominavam estudos de cunho geológico e taxonômico, permanecendo incipientes análises de cunho tafonômico para o Devoniano da Bacia do Parnaíba. Até a presente data, análise das assinaturas tafonômicas dos macrofósseis da Bacia do Parnaíba estavam restritas aos trabalhos desenvolvidos a partir de macroinvertebrados e fragmentos vegetais coletados em quatro afloramentos do Membro Passagem (Oiti, Rio Banguê, BR-316/Km 305 e Barreiro Branco, da Formação Pimenteira), no estado do Piauí. Duas das demais unidades devonianas da Bacia do Parnaíba (Membro Picos da Formação Pimenteira e Formação Longá) enfocadas presente dissertação, por meio da descrição dos atributos tafonômicos de suas concentrações de macroinvertebrados, dão continuidade aos estudos tafonômicos da região. O objetivo da presente dissertação é promover uma análise tafonômica dos afloramentos *Riachão*, *Itainópolis*, *Sussuapara*, *Morro Branco de Kegel*, *Pimenteiras 2*, *Pimenteiras 3*, *Picos 2*, *Picos 3*, *Mucambo*, *Capelinha 1*, *Capelinha 2* e *Capelinha 3* (Membro Picos), e *Fazenda Barreiras* (Formação Longá), integrando os dados tafonômicos aos dados estratigráficos extraídos das cadernetas de campo. A partir da análise de cada afloramento, foram identificados quatro tipos diferentes de concentrações fossilíferas: Autóctones-parautóctones (*Riachão*, *Pimenteiras 2*, *Fazenda Barreiras*), parautóctones (*Sussuapara*, *Picos 2*, *Picos 3*, *Mucambo*, *Pimenteiras 3*), parautóctones-alóctones (*Itainópolis*, *Morro branco de Kegel* e *Capelinha 2*), e alóctones (*Capelinha 1* e *Capelinha 3*). O resultado obtido com a análise tafonômica aponta para o predomínio de concentrações fossilíferas parautóctones a alóctones e reforça modelos previamente discutidos na literatura, que corroboram a grande influência fluvial e deltaica em ambientes marinhos rasos.

Palavras-chave: Tafonomia. Devoniano. Bacia do Parnaíba. Membro Picos. Formação Longá.

ABSTRACT

REZENDE, J.M.P. *Aspectos tafonômicos das formações Pimenteira (Membro Picos) e Longá, Devoniano Médio e Superior da Bacia do Parnaíba, estado do Piauí, nordeste do Brasil*. 2022. 145f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Since the first work conducted to the Pimenteira Formation during the second half of the 20th century, scientific studies have focused mostly in the geological and taxonomical aspects of this formation, leaving the analysis of taphonomic signatures regarding the Devonian assemblages of the Parnaíba Basin aside. To date, the analysis of taphonomic signatures of macrofossils in the Parnaíba Basin were restricted to works developed based on macroinvertebrates and plant fragments collected in four outcrops of the Passagem Member (Oiti, Rio Banguê, BR-316/Km 305 and Barreiro Branco), in the state of Piauí. Two of the other Devonian units in the Parnaíba Basin (Picos Member of the Pimenteira Formation and Longá Formation) are studied herein for the first time, through the description of the taphonomic attributes of its macroinvertebrates assemblages, carrying on the taphonomic studies within this region. The main objective of this thesis is to promote a taphonomic analysis of the *Riachão*, *Itainópolis*, *Sussuapara*, *Morro Branco de Kegel*, *Pimenteiras 2*, *Pimenteiras 3*, *Picos 2*, *Picos 3*, *Mucambo*, *Capelinha 1*, *Capelinha 2* and *Capelinha 3* (Picos Member), and *Fazenda Barreiras* outcrops (Longá Formation), integrating taphonomic and stratigraphic data, based on the information extracted from the fieldnotebooks. Based on the analysis of each outcrop, four different types of fossil assemblages were identified: autochthonous-paraautochthonous (*Riachão*, *Pimenteiras 2*, *Fazenda Barreiras*), paraautochthonous (*Sussuapara*, *Picos 2*, *Picos 3*, *Mucambo*, *Pimenteiras 3*), paraautochthonous-allochthonous (*Itainópolis*, *Morro branco de Kegel e Capelinha 2*), and allochthonous (*Capelinha 1 e Capelinha 3*). The result obtained from the taphonomic analysis indicates the prevalence of fossiliferous assemblages as paraautochthonous to allochthonous, and reinforces models previously discussed in the literature, which provides evidence and supports the great fluvial and deltaic influence in shallow marine environments.

Keywords: Tafonomy. Devonian. Parnaíba Basin. Picos Member. Longá Formation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–	Afloramento Riachão.....	19
Figura 2–	Afloramento Itainópolis.....	20
Figura 3–	Afloramento Sussuapara.....	20
Figura 4–	Afloramento Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1).....	21
Figura 5–	Afloramento Pimenteiras 2.....	22
Figura 6–	Afloramento Pimenteiras 3.....	23
Figura 7–	Afloramento Picos 2.....	23
Figura 8–	Afloramento Picos 3.....	24
Figura 9–	Afloramento Mucambo.....	25
Figura 10–	Afloramento Capelinha 1.....	26
Figura 11–	Afloramento Capelinha 2.....	27
Figura 12–	Afloramento Capelinha 3.....	27
Figura 13–	Afloramento Fazenda Barreiras.....	28
Figura 14–	Mapa com localidades fossilíferas.....	29
Figura 15–	Preparação Mecânica.....	32
Figura 16–	Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba.....	39
Figura 17–	Domínios, Regiões e Províncias do Devoniano.....	41
Figura 18–	Perfil estratigráfico 1º ponto Riachão.....	51
Figura 19–	Perfil estratigráfico 2º ponto Riachão.....	54
Figura 20–	Fósseis do primeiro ponto de Riachão.....	56
Figura 21–	Fósseis do segundo ponto de Riachão.....	57
Figura 22–	Fósseis do terceiro ponto de Riachão.....	58
Figura 23–	Perfil estratigráfico de Itainópolis.....	66
Figura 24–	Fósseis coletados em Sussuapara.....	72
Figura 25–	Perfil estratigráfico de Morro branco de Kegel.....	78
Figura 26–	Perfil estratigráfico de Picos 2.....	86
Figura 27–	Fósseis coletados em Picos 3.....	91
Figura 28–	Perfil estratigráfico de Mucambo.....	96
Figura 29–	Fóssil coletado em Pimenteiras 2.....	100
Figura 30–	Fósseis coletados em Pimenteiras 3.....	103

Figura 31–	Perfil estratigráfico de Capelinha 1.....	108
Figura 32–	Perfil estratigráfico de Capelinha 2.....	113
Figura 33–	Fósseis coletados em Capelinha 3.....	117
Figura 34–	Fósseis coletados em Fazenda Barreiras.....	122
Figura 35–	Evolução paleoambiental das formações Pimenteira, Cabeças Longá.....	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Codificação das assinaturas tafonômicas estudadas	34
Tabela 2-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Riachão	61
Tabela 3-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Itainópolis	69
Tabela 4-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Sussuapara	74
Tabela 5-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Morro Branco de Kegel	81
Tabela 6-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Picos 2	89
Tabela 7-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Picos 3	93
Tabela 8-	Tabela 8 Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Mucambo	98
Tabela 9-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Pimenteiras 2	101
Tabela 10-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Pimenteiras 3	105
Tabela 11-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Capelinha 1	111
Tabela 12-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Capelinha 2	115
Tabela 13-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Capelinha 3	118
Tabela 14-	Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por <i>taxa</i> identificados no afloramento Fazenda Barreiras	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais
DGM	Divisão de Geologia e Mineralogia
DNPM	Departamento Natural de Produção Mineral
LABTAPHO	Laboratório de Tafonomia e Paleoecologia Aplicadas
LECP	Laboratório de Estudos de Comunidades Paleozoicas
MCTer	Museu de Ciências da Terra
MN/UFRJ	Museu Nacional do Rio de Janeiro/Universidade Federal do Rio de Janeiro
Pt	Ponto
SGMB	Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	14
1	OBJETIVOS E RELEVÂNCIA	18
1.1	Objetivo geral.....	18
1.2	Objetivos específicos.....	18
1.3	Relevância.....	18
2	LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO	19
2.1	Formação Pimenteira	19
2.1.1	<u>Afloramento Riachão.....</u>	19
2.1.2	<u>Afloramento Itainópolis.....</u>	20
2.1.3	<u>Afloramento Sussuapara.....</u>	20
2.1.4	<u>Afloramento Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1).....</u>	21
2.1.5	<u>Afloramento Pimenteiras 2.....</u>	21
2.1.6	<u>Afloramento Pimenteiras 3.....</u>	22
2.1.7	<u>Afloramento Picos 2.....</u>	23
2.1.8	<u>Afloramento Picos 3.....</u>	24
2.1.9	<u>Afloramento Mucambo.....</u>	25
2.1.10	<u>Afloramento Capelinha 1.....</u>	26
2.1.11	<u>Afloramento Capelinha 2.....</u>	26
2.1.12	<u>Afloramento Capelinha 3.....</u>	27
2.2	Formação Longá	28
2.2.1	<u>Afloramento Fazenda Barreiras.....</u>	28
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	Material.....	30
3.2	Métodos.....	31
4	CONTEXTO GEOLÓGICO.....	35
4.1	Formação Pimenteira.....	35
4.2	Formação Cabeças.....	36
4.3	Formação Longá.....	37
5	CONTEXTO PALEOBIOGEOGRÁFICO	40
6	FUNDAMENTOS CONCEITUAIS DA TAFONOMIA	44

6.1	Introdução à tafonomia.....	44
6.2	Desarticulação.....	45
6.3	Fragmentação.....	45
6.4	Classes de tamanho.....	45
6.5	Orientação em planta.....	46
6.6	Orientação em seção.....	46
6.7	Posicionamento a concavidade.....	47
6.8	Estado das bordas.....	47
6.9	Incrustação.....	47
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
7.1	Formação Pimenteira.....	49
7.1.1	<u>Afloramento Riachão.....</u>	49
7.1.2	<u>Afloramento Itainópolis.....</u>	63
7.1.3	<u>Afloramento Sussuapara.....</u>	70
7.1.4	<u>Afloramento Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1).....</u>	75
7.1.5	<u>Afloramento Picos 2.....</u>	83
7.1.6	<u>Afloramento Picos 3.....</u>	90
7.1.7	<u>Afloramento Mucambo.....</u>	94
7.1.8	<u>Afloramento Pimenteiras 2.....</u>	99
7.1.9	<u>Afloramento Pimenteiras 3.....</u>	102
7.1.10	<u>Afloramento Capelinha 1.....</u>	106
7.1.11	<u>Afloramento Capelinha 2.....</u>	112
7.1.12	<u>Afloramento Capelinha 3.....</u>	116
7.2	Formação Longá.....	119
7.2.1	<u>Afloramento Fazenda Barreiras.....</u>	119
7.3	Contexto paleoambiental.....	128
	CONCLUSÃO.....	132
	REFERÊNCIAS.....	134

INTRODUÇÃO

Os estudos voltados para as formações devonianas da Bacia do Parnaíba (Pimenteiras Cabeças e Longá) tiveram início no começo do século XX, com o intuito de promover o mapeamento da região, dando ênfase apenas à Geologia, e não a Paleontologia. O início destes trabalhos se dá a partir da criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB) em 1907. Por volta de 1910, o geólogo H. L. Small, em Small (1914) propõe pela primeira vez o termo “Pimenteiras” para designar as rochas argilosas e os folhelhos cinza arroxeados localizados próximos ao município de Pimenteiras, no Piauí (KEGEL, 1953; SOUZA, 2006).

Um novo incentivo à pesquisa voltada para o mapeamento geológico do Brasil foi feito com a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) na década de 1930. Como consequência, novos técnicos nacionais e estrangeiros foram contratados para promover os estudos geológicos no país (SOUZA, 2006).

Contudo, a identificação de tais estratos como pertencentes ao período Devoniano se deu a partir dos macrofósseis coletados entre os anos de 1941 e 1947, durante as expedições organizadas por Llewellyn Ivor Price e Kenneth E. Caster. O material coletado foi posteriormente enviado à K. E. Caster, já regresso à Universidade de Cincinnati, que os publica e confirma a idade Devoniana para os afloramentos do Piauí em Caster (1948). Parte deste material foi descrito em duas dissertações não publicadas de Ford (1965) e Suárez-Riglos (1967) (LIMA e PONCIANO, 2016; 2017).

Durante as décadas de 1950 a 1970, Wilhelm Kegel, então geólogo do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), coordenou expedições para a margem oeste da Bacia do Parnaíba, onde promoveu estudos de cunho estratigráfico e novas coletas de exemplares fósseis. Os resultados destas expedições foram publicados nos relatórios Kegel (1953, 1955, 1956, 1957, 1958, 1966), com destaque para Kegel (1953) que fornece uma listagem dos macrofósseis coletados e reconhecidos em cada unidade litoestratigráfica, além de fornecer as relações estratigráficas bem aceitas até os dias atuais (SANTOS e CARVALHO, 2009). Os fósseis adquiridos nas extensas coletas de Kegel foram depositadas na coleção da divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM, integrando atualmente a coleção do MCTer, subordinada à CPRM (FONSECA, 2001; MAGALHÃES PINTO, 2009).

Apesar da grande importância científica e histórica dos fósseis provenientes das formações devonianas da Bacia do Parnaíba, a destruição de afloramentos causados

principalmente por um crescimento urbano vem ocorrendo de forma contínua e acelerada. Associado a isso, registros que carecem informações relativas à procedência e localização geográfica dos fósseis coletados, sejam antigos ou novos, muitas vezes impossibilita precisar o exato ponto dos afloramentos (SILVA, DOMINATO e FERNANDES, 2012; PONCIANO, 2013).

Devido às diferentes formas com a qual as localidades eram descritas, Souza (2006) reconheceu 70 localidades para a Formação Pimenteira na literatura. Estudos recentes como os de Silva (2009), Ponciano *et al.* (2012a, 2012b), Silva, Dominato e Fernandes (2012) vêm tentando resgatar as localidades originais, e prospectar novos pontos de coleta, integrando assim, as informações estratigráficas aos dados paleontológicos. Metodologia essa empregada na presente dissertação, integrando as informações tafonômicas aos dados extraídos durante a atividade de campo.

Desta maneira, Ponciano *et al.* (2012a) e Ponciano (2013) defendem que a elaboração de inventários que abarquem todos os grupos fósseis e seus respectivos contextos geológicos, como os catálogos e artigos recentemente publicados por Santos, Rezende e Ponciano (2021a, 2021b, 2021c, 2022), são uma forma de proteção ao patrimônio geológico. A partir da caracterização das tafocenoses da região, é possível destacar sua importância científica e patrimonial, contribuindo para sua preservação, e auxiliando também, na elaboração de novas coletas, por sua vez efetuadas de forma criteriosa e de acordo com as novas metodologias que auxiliem e demonstrem a potencialidade da região para estudos taxonômicos, tafonômicos e paleoecológicos.

Os fósseis encontrados no Devoniano da Bacia do Parnaíba são diversos e compreendem diferentes grupos de invertebrados, vertebrados, restos vegetais e de icnofósseis. Com relação à Formação Pimenteira (membros Picos e Passagem), predominam organismos invertebrados, tendo os braquiópodes (FONSECA e MELO, 1987; FONSECA, 2001, 2004; GAMA JR., 2008; FONSECA e PONCIANO, 2011; QUEIROZ, GAMA JR. e PIRES, 2013; REZENDE, MACHADO e PONCIANO, 2019) como os mais representativos, seguidos de crinoides (SCHEFFLER, 2010; SCHEFFLER *et al.*, 2010, 2011), bivalvíos (MACHADO, 1990, 1995, 1999), gastrópodes (SANTOS, MACHADO e PONCIANO, 2014), trilobitas (CASTRO, 1968; CALDAS, FLORENCIO e LIMA FILHO, 1987; CARVALHO, 1995; CARVALHO, EDGECOMBE e LIEBERMAN, 1997; CARVALHO e PONCIANO, 2015), tentaculítídeos (COMNISKEY, GHILARDI e BOSETTI, 2015) e conularídeos (FERNANDES, 1985; SIVIERO, 2002) (SANTOS, REZENDE e PONCIANO,

2022). Estudos voltados para os macroinvertebrados abarcam a maior parte dos trabalhos de cunho paleobiológico da Formação Pimenteira, apresentando uma caracterização heterogênea, com alguns grupos taxonômicos se destacando por análises mais complexas, e algumas ainda em fase inicial, conforme abordado por Santos, Rezende e Ponciano (2021c).

As concentrações fossilíferas de vertebrados ainda são pouco conhecidas para o Devoniano do Brasil, apesar de algumas localidades apresentarem relativa diversidade, em especial para o Devoniano Médio, no Membro Picos. O primeiro a reportar tais ocorrências de gêneros de peixes foi Silva-Santos (1961), porém sem descrevê-los ou figurá-los. Após a coleta coordenada por K. E. Caster no Piauí, parte do material foi empregado na elaboração da dissertação não publicada Ford (1965) que descreve pela primeira vez um espinho de chondrichthyes para a região. Por muitos anos esses exemplares permanecem pouco estudados até as publicações de Janvier e Melo (1982) e Maisey e Melo (2005), sendo revisados apenas por Figueroa e Machado (2016, 2018).

Com relação às demais unidades da Bacia do Parnaíba, Kegel (1953) fornece a primeira listagem com a ocorrência faunística da Formação Longá, citando nesta a ocorrência de fragmentos de peixes, também sem oferecer descrições ou figuras dos exemplares. Tais espécimes foram apenas recentemente descritos e figurados por Rezende *et al.* (2021), sendo o único trabalho, até a presente data, que versa sobre esse grupo na unidade, porém expandido o conhecimento da ictiofauna da Bacia do Parnaíba, e estabelece relações com demais regiões da América do Sul. Os macroinvertebrados desta formação são significativamente menos diversos do que aqueles encontrados na Formação Pimenteira, tendo sido alvo de poucos estudos como os de Machado, Ponciano e Scheffler (2012), Carvalho e Ponciano (2015) e Rezende, Ponciano e Brett (2019), com foco respectivamente em Ophiuroidea, Trilobita e Brachiopoda.

Dentre os espécimes atribuídos a "fragmentos vegetais", pouco ainda se conhece sobre esses grupos. Os *taxa* conhecidos para Formação Pimenteira foram descritos em Suárez-Riglos (1967) e Matsumura, Iannuzzi e Bosetti (2013). Contudo, Santos, Rezende e Ponciano (2021b) discutem que a ausência de estruturas diagnósticas específicas dificulta a análise e classificação taxonômica mais precisa desses grupos. Para a Formação Longá, a ocorrência de restos vegetais é ausente para o afloramento devoniano, sendo citadas para o carbonífero da unidade por Duarte (1936) e Kegel (1953). Apesar de nunca terem sido mencionados, fragmentos foram identificados dentre as amostras coletadas por Kegel no afloramento

Fazenda Barreiras durante a década de 50, sendo figuradas pela primeira vez na presente dissertação.

A ocorrência de icnofósseis na Bacia do Parnaíba, em especial, foi fundamental na elaboração de trabalhos que auxiliaram no reconhecimento da geologia e paleontologia da região. As formações Pimenteira e Longá são unidades ricas em registros de icnofósseis de invertebrados, tendo seus estudos iniciados a partir das coletas coordenadas por Kegel nas décadas de 50 e 60. Desde então, diversos trabalhos icnofaciológicos e de descrição icnotaxonômicos vêm sendo realizados, conforme destacado em Kegel (1953, 1957, 1961, 1965a, 1965b, 1966), Fernandes *et al.* (2002), Agostinho, Viana e Fernandes (2004), Fernandes, Fonseca e Ponciano (2012) e Silva, Dominato e Fernandes (2012).

Estudos tafonômicos voltados para o Devoniano da Bacia do Parnaíba permanecem incipientes. Até a presente data, análise das assinaturas tafonômicas dos macrofósseis da Bacia do Parnaíba estavam restritas aos trabalhos desenvolvidos por Ponciano (2009) e Ponciano *et al.* (2012b), a partir de macroinvertebrados e fragmentos vegetais coletados em quatro afloramentos do Membro Passagem (Oiti, Rio Banguê, BR-316/Km 305 e Barreiro Branco), no estado do Piauí. Os dados obtidos resultaram na gênese de três tafofácies para os depósitos do Membro Passagem. Duas das demais unidades devonianas da Bacia do Parnaíba (Membro Picos e Formação Longá) passam a ser estudadas, pela primeira vez na presente dissertação, dando continuidade aos estudos tafonômicos da região.

1. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA

1.1 Objetivo geral

O objetivo desta dissertação consiste em realizar uma análise tafonômica (bioestratinômica) das concentrações fossilíferas encontradas em doze afloramentos do Membro Picos (Formação Pimenteira) e do único afloramento (Fazenda Barreiras) conhecido para a Formação Longá, Devoniano Médio e Superior da Bacia do Parnaíba.

1.2 Objetivos específicos

1. Identificar os *taxa* existentes nos estratos da sucessão em estudo.
2. Empregar métodos de análise tafonômica (bioestratinomia) capazes de elucidar as diferentes classes tafonômicas e graus de autoctonia, para-autoctonia e aloctonia.
3. Integrar os dados tafonômicos das concentrações fossilíferas às informações sedimentológicas e estratigráficas extraídas das cadernetas elaboradas pela Dra. Luiza Ponciano a partir dos trabalhos de campo realizados nos afloramentos do Membro Picos (Formação Pimenteira) e Formação Longá.

1.3 Relevância

O estudo apresentado tem sua importância marcada por aprofundar análises tafonômicas anteriormente feitas para a Formação Pimenteira (inéditas para o Membro Picos) e por fornecer a primeira análise tafonômica para a Formação Longá. Estas informações são primordiais para estudos futuros voltados para análises paleoecológicas e paleoambientais, que visem maior compreensão da biota devoniana da Bacia do Parnaíba.

2. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

Todos os afloramentos analisados na presente dissertação (Figura 14) estão localizados na borda leste da Bacia do Parnaíba, no estado do Piauí, conforme listado abaixo:

2.1 Formação Pimenteira

2.1.1 Afloramento Riachão:

Estrada Picos-Itainópolis (BR-020), logo após o povoado de Riachão, a 27 Km de Picos, Município de Itainópolis. Coordenadas: 07°18'37,9''S; 041°25'13,4''W (Figura 1).

Figura 1. Afloramento Riachão



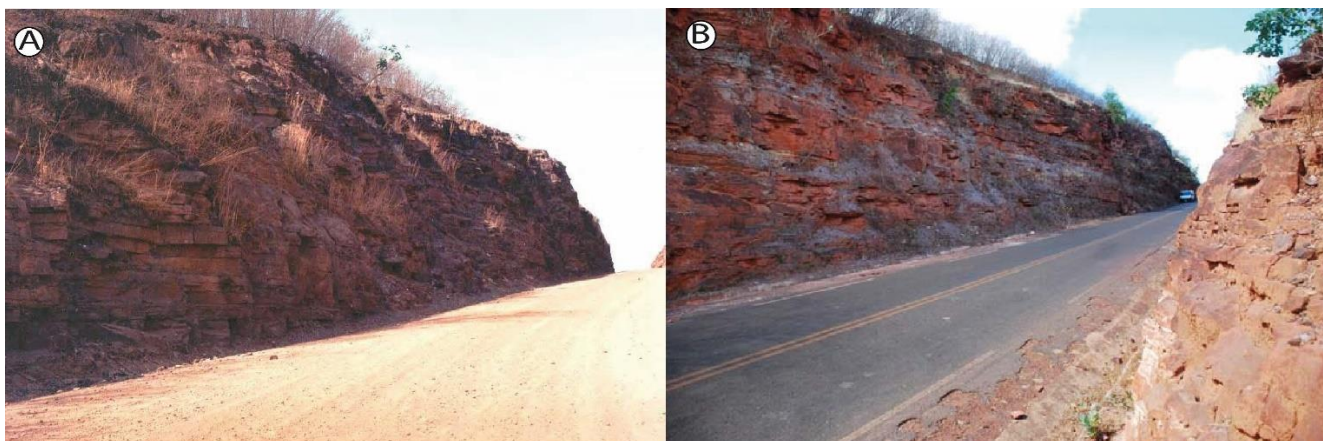
Legenda: (A) e (B) – Aspecto geral do Afloramento.

Fonte: (A)- Santos, Rezende e Ponciano (2021a); (B)- Silva (2009).

2.1.2 Afloramento Itainópolis:

Corte Rodoviário com extensão superior a 250 metros, na entrada de Itainópolis (BR-020, Rodovia “Frank Aguiar”), 45 Km ao sul de Picos, no Município de Itainópolis. Coordenadas: 07°26’21,0’’S; 41°28’52,9’’W (Figura 2).

Figura 2 – Afloramento Itainópolis.



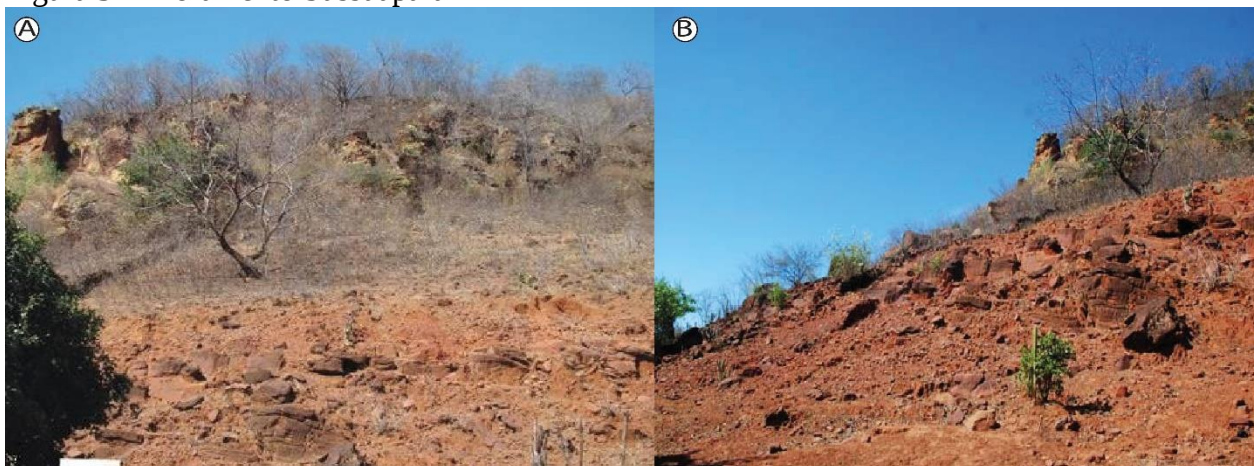
Legenda: (A) e (B) – Aspecto geral do Afloramento.

Fonte: (A)- Santos, Rezende e Ponciano (2021a); (B)- Silva (2009).

2.1.3 Afloramento Sussuapara:

PI-227, 14 Km após o trevo do morro do cemitério, na estrada Picos-São José do Piauí, Município de Sussuapara. Coordenadas: 06°58’35’’S; 041°25’20,3’’W (Figura 3).

Figura 3- Afloramento Sussuapara



Legenda: (A) e (B) – Aspecto geral do Afloramento.

Fonte: (A)- Santos, Rezende e Ponciano (2021a); (B)- Silva (2009).

2.1.4 Afloramento Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1):

Estrada de terra Pimenteiras-Picos (PI-407), 11 Km ao sul de Pimenteiras, no Município de Pimenteiras. Coordenadas: 06°17'41,4''S; 041°22'44,9''W (Figura 4).

Figura 4. Afloramento Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1).



Legenda: Aspecto Geral do Afloramento.

Fonte: Santos, Rezende e Ponciano (2021a).

2.1.5 Afloramento Pimenteiras 2:

Estrada de terra Pimenteiras-Picos (PI-407), 9 Km ao sul de Pimenteira, Município de Pimenteiras. Coordenadas: 06°17'23,2''S; 041°22'31,9''W (Figura 5).

Figura 5. Afloramento Pimenteiras 2.



Legenda: Aspecto Geral do Afloramento.

Fonte: Santos, Rezende e Ponciano (2021a).

2.1.6 Afloramento Pimenteiras 3:

Estrada de terra Pimenteiras-Picos (PI-407), 8 Km ao sul de Pimenteira, Município de Pimenteiras. Coordenadas: 06°17'01,8"S; 041°22'28,6''W (Figura 6).

Figura 6. Afloramento Pimenteiras 3.



Legenda: Bloco onde foram encontrados os macrofósseis.

Fonte: Santos, Rezende e Ponciano (2021a).

2.1.7 Afloramento Picos 2:

Na saída de Picos em direção a Recife, após o 3º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército, cerca de 5 Km a leste de Picos, no Município de Picos. Coordenadas: 07°05'19,7''S; 041°23'53,9''W (Figura 7).

Figura 7. Afloramento Picos 2.



Legenda: Aspecto Geral do Afloramento.

Fonte: Santos, Rezende e Ponciano (2021a).

2.1.8 Afloramento Picos 3:

A leste de Picos, na saída em direção a petrolina, logo após o entroncamento para Recife. Município de Picos. Coordenadas: 07°06'04,7''S; 041°25'06,6''W (Figura 8).

Figura 8. Afloramento Picos 3.



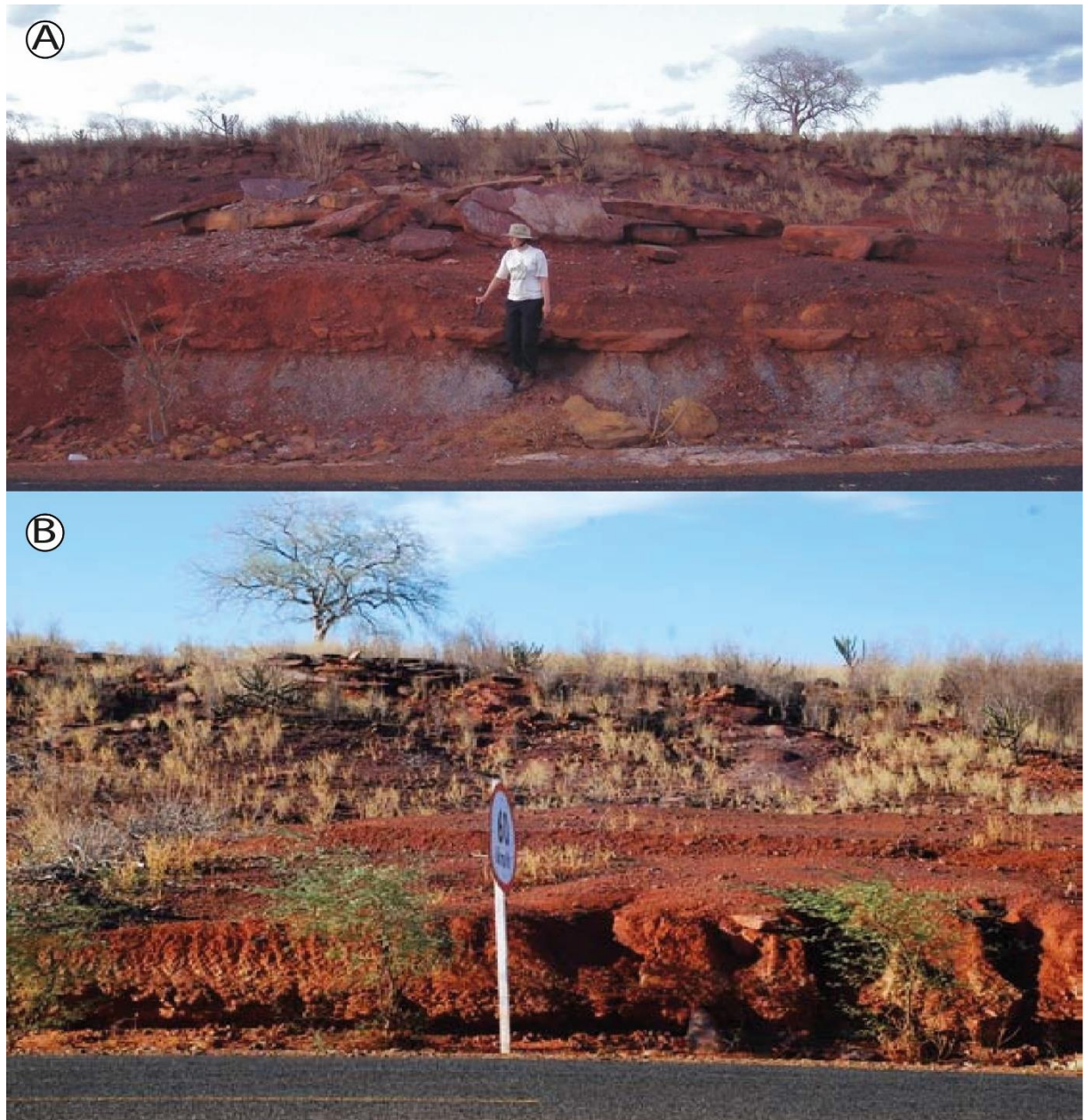
Legenda: (A) e (B) – Aspecto geral do Afloramento.

Fonte: (A)- Santos, Rezende e Ponciano (2021a); (B)- Silva (2009).

2.1.9 Afloramento Mucambo:

Arredores do povoado Mucambo, na estrada Pi-466, 12 Km após o entroncamento da BR-020 rumo a João da Costa, no município homônimo. Localidade em frente à casa da Família da Aldenora. Coordenadas: 08°28'17,6''S; 042°22'41,2''W (Figura 9).

Figura 9. Afloramento Mucambo.



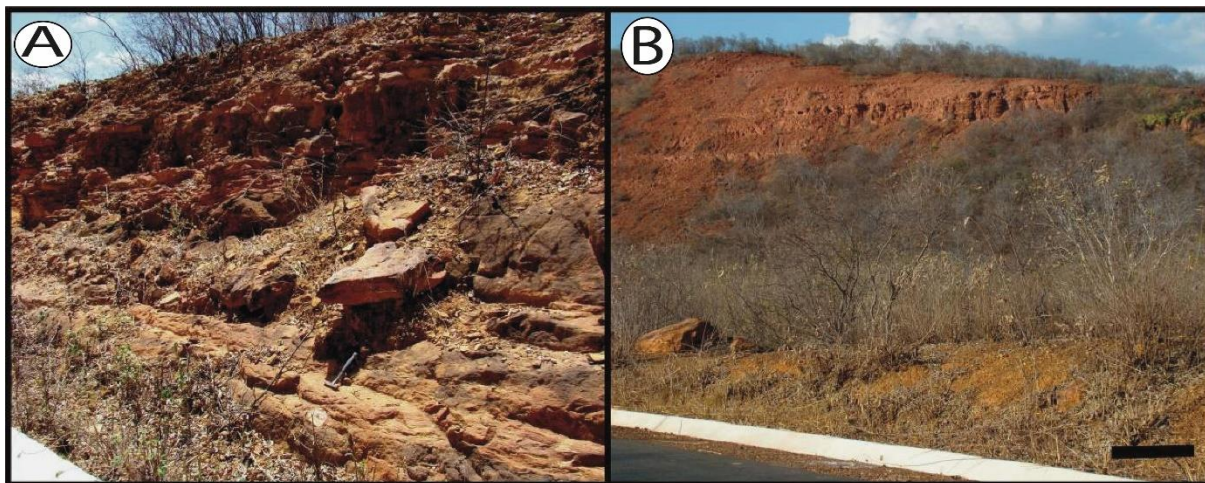
Legenda: (A) – Intervalo contendo icnofósseis e fragmentos vegetais; (B) – Aspecto geral do afloramento.

Fonte: (A)- Santos, Rezende e Ponciano (2021a); (B)- Silva (2009).

2.1.10 Afloramento Capelinha 1:

Corte rodoviário na BR-020/Km 120, no povoado Capelinha, Município de João Costa. Coordenadas: 08°36'38''S; 042°19'51''W (Figura 10).

Figura 10. Afloramento Capelinha 1.



Legenda: (A) – contato entre as formações Itaim (base) e Pimenteiras (topo); (B) – Aspecto geral do afloramento.

Fonte: (A) e (B) – Ponciano (2013).

2.1.11 Afloramento Capelinha 2:

Corte rodoviário na BR-020/Km 113, no povoado Capelinha, Município de João Costa. Coordenadas: 08°39'40,1''S; 042°22'05,4''W (Figura 11).

Figura 11. Afloramento Capelinha 2.



Legenda: Aspecto Geral do Afloramento.

Fonte: Santos, Rezende e Ponciano (2021a).

2.1.12 Afloramento Capelinha 3:

Corte rodoviária na BR-020/Km 112,5, no povoado Capelinha, Município de João Costa. Coordenadas: 08°39'55,1''S; 042°22'00,6''W (Figura 12).

Figura 12. Afloramento Capelinha 3.



Legenda: (A) e (B) – Aspecto geral do Afloramento.

Fonte: (A)- Santos, Rezende e Ponciano (2021a); (B)- Silva (2009).

2.2 Formação Longá

2.2.1 Afloramento Fazenda Barreiras:

Município de Valença do Piauí, entre os Km 190 e 191, estrada Elesbão Veloso-Valença do Piauí. Coordenadas: 06°18'53,1''S; 041°54'13,8''W (Figura 13).

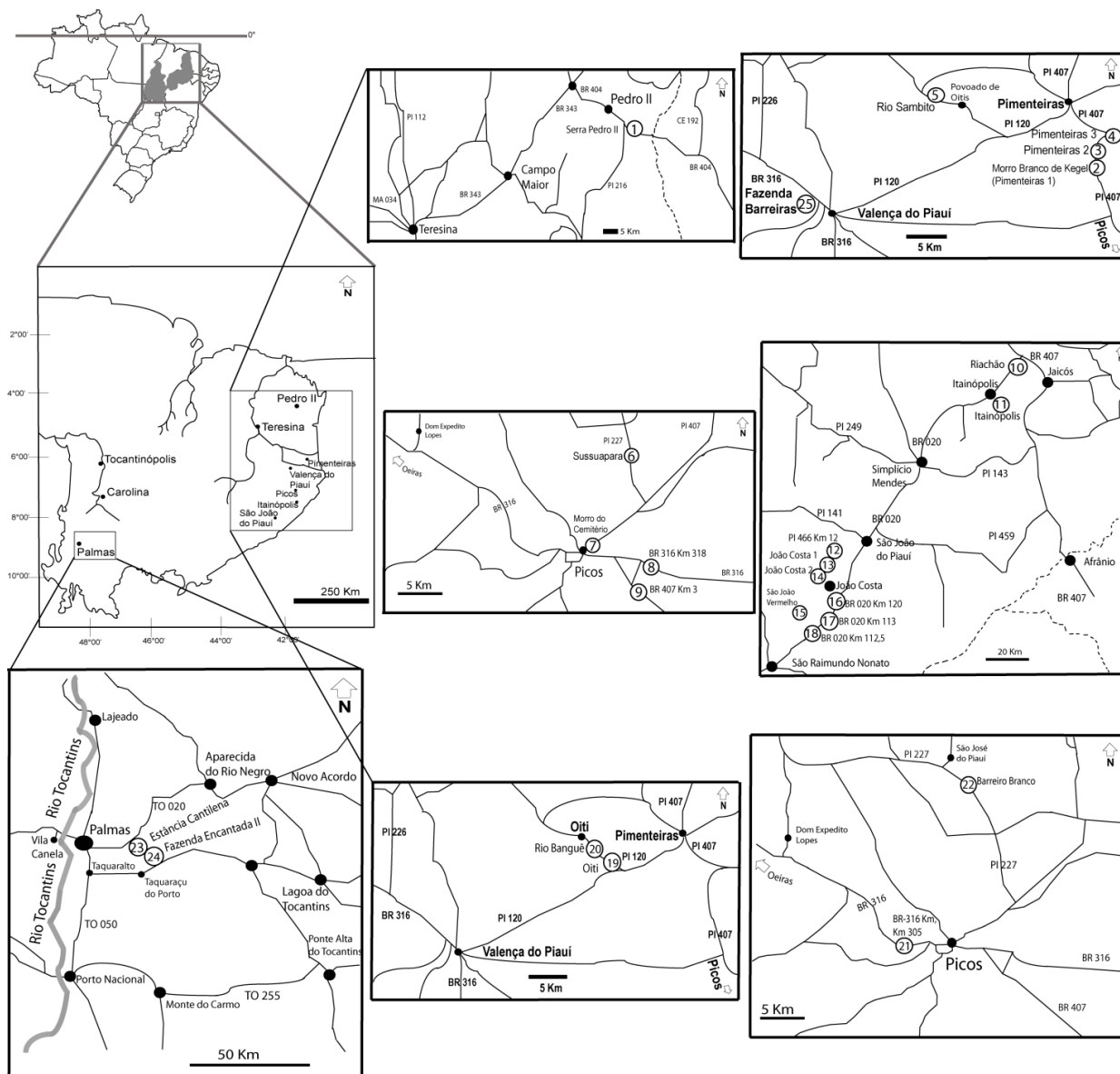
Figura 13 – Afloramento Fazenda Barreiras.



Legenda: (A) e (B) – Aspecto geral do Afloramento.

Fonte: (A) e (B)- Luiza C.M.O. Ponciano, 2011.

Figura 14- Mapa com as localidades fossilíferas da Formação Pimenteiras (Tocantins e Piauí). Em negrito, localidades estudadas na presente dissertação.



Legenda: Afloramento 1: Serra Pedro II; **Afloramento 2: Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1); Afloramento 3: Pimenteiras 2; Afloramento 4: Pimenteiras 3;** Afloramento 5: Rio Sambito; **Afloramento 6: Sussuapara;** Afloramento 7: Morro do cemitério (Picos 1); **Afloramento 8: BR-316/Km 318 (Picos 2); Afloramento 9: BR-407/Km 3 (Picos 3); Afloramento 10: Riachão; Afloramento 11: Itainópolis;** **Afloramento 12: PI-466/Km 12 (Mucambo);** Afloramento 13: João Costa 1; Afloramento 14: João Costa 2; Afloramento 15: São João Vermelho; **Afloramento 16: BR-020/Km 120 (Capelinha 1); Afloramento 17: BR-020/Km 113 (Capelinha 2); Afloramento 18: BR-020/Km 112,5 (Capelinha 3);** Afloramento 19: Oiti; Afloramento 20: Rio Banguê; Afloramento 21: BR-316/Km 305; Afloramento 22: Barreiro Branco; Afloramento 23: Estância cantilena; Afloramento 24: Fazenda Encantada II; **Afloramento 25: Fazenda Barreiras.**

Fonte: Adaptado de Santos e Carvalho (2009); Ponciano *et al.* (2012a, 2012b), e Gama Jr. (2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

O material empregado na presente dissertação foi coletado em trabalhos de campo coordenados pelas equipes do Laboratório de Estudos de Comunidades Paleozoicas, vinculada à Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (LECP/UNIRIO), e ao Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ nos meses de agosto e setembro de 2009 aos afloramentos do Membro Picos (Formação Pimenteira), e pela equipe do LECP/UNIRIO em novembro de 2011 à Formação Longá, tendo parte do material estudado coletado nesse período. Também foram analisadas amostras da Formação Longá coletadas pelo geólogo Wilhelm Kegel, em expedições coordenadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), durante as décadas de 50 e 70.

A coleta do material do Membro Picos foi feita a partir da localização dos intervalos fossilíferos de cada afloramento, seguida da descrição das características sedimentológicas (estruturas sedimentares, granulometria, composição, coloração) das rochas associadas às concentrações fossilíferas em cada ponto de coleta. Foram confeccionados perfis estratigráficos, no qual foram posicionados os intervalos correspondentes à ocorrência dos macrofósseis, com algumas exceções (Capelinha 3, Sussuapara, Pimenteiras 2 e Pimenteiras 3, Picos 3, Fazenda Barreiras) de regiões cujos afloramentos eram insuficientes para elaboração de perfis estratigráficos apropriados. A coleta dos blocos de rocha foi feita com registro das orientações de topo, base e azimutais marcadas nas amostras (PONCIANO, 2009).

O material coletado no Membro Picos está preservado predominantemente em moldes internos, externos, simples e compostos, com raras ocorrências de braquiópodes, gastrópodes, trilobitas, tentaculítídeos e vertebrados com preservação de parte do material original.

As amostras provenientes do afloramento Fazenda Barreiras (Formação Longá) consistiram, em grande parte, de amostras pequenas e se encontram depositadas na coleção científica do Museu de Ciências da Terra (MCTer), atualmente vinculado à Companhia de

Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), e na coleção científica “Fósseis Fanerozoicos” da UNIRIO, associado ao Laboratório de Tafonomia e Paleoecologia Aplicadas (LABTAPHO), o que dificulta a análise tafonômica, por terem sido coletados em grande parte rolados, sem orientação de topo e base, e sem orientação estratigráfica.

Os exemplares da Formação Longá consistem em moldes internos, externos, simples e compostos de braquiópodes, bivalvíos, trilobitas e equinodermos; e em menor quantidade, vertebrados e fragmentos vegetais. Ao contrário do observado no Membro Picos, a Formação Longá não possui nenhum espécime com material original preservado.

O Material do Membro Picos estão depositados na coleção científica “Fósseis Fanerozoicos da UNIRIO”. Material da Formação Longá estão divididos entre as coleções do Museu de Ciências da Terra (MCTer) que abrange a maior parte do material estudado e na coleção Fósseis Fanerozoicos da UNIRIO.

3.2 Métodos

Devido à pandemia de COVID-19, o tempo de preparação dos blocos e análise do material foi severamente impactado. Contudo, a análise do material estudado na presente dissertação buscou seguir a padronização metodológica proposta por Kidwell, Rothfus e Best (2001) e seguida por Ponciano (2013), levando em consideração a análise das concentrações fossilíferas por classe de tamanho; inclusão de todos os elementos na análise, incluindo aqueles de classificação taxonômica indeterminada; registro independente de cada assinatura tafonômica e coleta de aproximadamente 120 espécimes por afloramento. Este último item não foi possível em alguns afloramentos, em decorrência da baixa quantidade de amostras disponíveis. A preparação mecânica dos blocos envolveu o uso de talhadeira, martelo e caneta pneumática (Figura 15).

Figura 15- Preparação mecânica dos blocos realizada no Laboratório de Tafonomia e Paleoecologia Aplicadas (LABTAPHO/UNIRIO).



Legenda: Preparadora Jéssica Pontes Silva. A – Preparação com martelo e talhadeira. B – Preparação com caneta pneumática.

Fonte: Fotos por João M. P. Rezende, 2021.

As assinaturas tafonômicas escolhidas para análise estão de acordo com trabalhos anteriores (BRETT e BAIRD, 1986; KIDWELL, ROTHFUS e BEST 2001; PONCIANO, 2009; PONCIANO, FONSECA e MACHADO, 2012; HORODYSKI, 2010, 2014), e consistem no tamanho dos bioclastos, na proporção das valvas (ventral/dorsal; direita/esquerda) e segmentos corporais, grau de articulação, grau de fragmentação, posicionamento da concavidade, presença ou ausência de incrustações, estado das bordas, orientação em planta e orientação em seção, para os exemplares coletados na Formação Pimenteira.

Por não ter sido uma coleta orientada, os espécimes da Formação Longá foram analisados com relação ao grau de articulação das valvas, grau de fragmentação, modificação nas bordas e tamanho dos bioclastos.

Todos os dados tafonômicos tabelados e discutidos no capítulo de “Resultados” desta dissertação foram analisados e codificados apenas pelo autor, com o intuito de reduzir potenciais inconsistências na interpretação dos dados. A classificação dos macrofósseis foi feita ao nível taxonômico mais preciso possível, concomitantemente à análise dos atributos tafonômicos, sendo esses tabelados e apresentados abaixo, no capítulo de “Resultados” desta dissertação, referente a cada afloramento estudado, por táxon. A codificação apresentada nas

tabelas representam os atributos identificados na totalidade dos bioclastos, por grupo taxonômico.

Os dados tafonômicos obtidos com as análises em laboratório foram integrados aos dados coletados em campo para interpretação de cada ponto de coleta. As informações provenientes dos trabalhos de campo, por sua vez, foram obtidas por meio das cadernetas de campo da Profa. Dra. Luiza Ponciano, coletadas durante a coleta do material em 2009 e 2011. Os perfis estratigráficos de cada ponto de coleta foram esquematizados por meio do software Adobe Illustrator 2020, com base nos perfis elaborados nas cadernetas.

A grande variedade de metodologias aplicadas para análises tafonômicas, assim como a falta de consenso acerca de um método único de trabalho, faz com que a comparação entre diferentes trabalhos em tafonomia seja uma questão complexa (CALLENDER *et al.*, 1992; KIDWELL, ROTHUS e BEST, 2001). Por isso, Kidwell, Rothfus e Best (2001) propuseram algumas padronizações, que vem sendo seguidas em trabalhos de Ponciano (2009, 2013), Ponciano, Fonseca e Machado (2012), elaborados com amostras provenientes da Bacia do Parnaíba sendo adotadas e reproduzidos na presente dissertação.

Para interpretação da gênese das tafocenoses do Membro Picos, com o intuito de tentar estabelecer comparações entre os trabalhos focados em tafonomia de invertebrados das bacias paleozoicas brasileiras, e aproximar as diferentes metodologias, buscou-se correlacionar a interpretação feita para os diferentes grupos taxonômicos nas demais bacias (Paraná e Amazonas) apresentadas em Rodrigues, Simões e Leme (2003), Ghilardi (2004), Ponciano *et al.* (2007) Comniskey (2016) e Sedorko *et al.* (2017, 2021), com os dados obtidos a partir da análise dos fósseis estudados.

As assinaturas tafonômicas foram registradas de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1 - Codificação das assinaturas tafonômicas estudadas. Modificada de Ponciano (2009) e Ponciano, Fonseca e Machado (2012).

Assinaturas Tafonômicas	Valores numéricos	Explicação das variáveis tafonômicas
Tipos de valvas	0 - 3	0 = Dorsal (Brachiopoda), Direita (Bivalvia) 1 = Ventral (Brachiopoda), Esquerda (Bivalvia) 2 = Fragmentos 3 = Articulada
Segmento corporal (Trilobitas, ofiuroides e vertebrados)	0-8	0= área pré-glabelar; 1 = céfalo; 2 = cranídio; 3 = gena fixa; 4 = glabela; 5 = hipostômio; 6 = librigena; 7 = pigídio; 8 = somito. 9 = esqueleto articulado; 10 = disco; 11 = braços; 12 = ossículos. 13 = dentes; 14 = escamas; 15 = espinhos; 16 = placas dermais
Articulação	0 - 1	0 = Ausente 1 = Presente
Fragmentação	0 - 2	0 = Mais de 90% do bioclasto preservado 1 = Entre 20 e 90% do bioclasto preservado 2 = Menos de 20 % do bioclasto preservado
Orientação da concavidade	0 - 2	0 = Concavidade para cima 1 = Concavidade para baixo 2 = Achatado
Distribuição em planta	0 - 2 ou N, NW	0 = Polimodal 1 = unimodal 2 = bimodal N = Norte; NW = Noroeste
Distribuição em seção	0 - 2	0 = Concordante (inclinação de 0 a 30°) 1 = Oblíquo (inclinação de 30 a 60°) 2 = Perpendicular (inclinação de 60 a 90°)
Incrustação	0 - 1	0 = ausente 1 = presente
Estado das bordas	0 - 2	0 = Sem modificações aparentes 1 = lascada 2 = arredondada
Classe de tamanho	0 - 6	0 = bioclasto entre 2 e 4 mm 1 = bioclasto entre 4 e 10 mm 2 = bioclasto entre 10 e 20 mm 3 = bioclasto entre 20 e 30 mm 4 = bioclasto entre 30 e 40 mm 5 = bioclasto entre 40 e 50 mm 6 = bioclasto entre 50 e 60 mm 7 = bioclasto com mais de 60 mm

4. CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Parnaíba está posicionada de forma intermediária às bacias do Amazonas e Paraná, no norte-nordeste do Brasil. Ocupa uma área aproximada de 600.000 Km², nos estados do Piauí, Tocantins, Pará, Maranhão e Ceará. Durante o período Devoniano, esta bacia possuía acesso mais restrito ao mar aberto quando comparado às demais bacias contemporâneas, favorecendo a deposição de sedimentos em águas rasas. É dividida em seis sequências estratigráficas: Siluriana; Mesodevoniana-Eocarbonífera; Neocarbonífera-Eotriássica; Jurássica e Cretácea. A sucessão Devoniana corresponde à unidade superior da Formação Jaicós, às formações Pimenteira, Cabeças e a unidade inferior da Formação Longá (Figura 16) (GÓES e FEIJÓ, 1994; GRAHN, MELO e LOBOZIAK, 2006; VAZ *et al.*, 2007).

4.1 Formação Pimenteira

O termo “Pimenteira” foi designado por Small (1914) para uma camada espessa de 20 metros de folhelhos, próximo ao atual município de Pimenteiras, no estado do Piauí (PONCIANO, 2012). Apesar das discussões relacionadas ao limite entre as formações Pimenteira e Cabeças, similaridades entre as concentrações fossilíferas e os atributos tafonômicos nos membros Picos e Passagem (anteriormente base da Formação Cabeças) levaram Ponciano *et al.* (2012b) e Ponciano (2013) a posicionarem o último dentro da Formação Pimenteira. Sendo assim, é aqui considerada a Formação Pimenteira como composta por dois membros, Picos (inferior) e Passagem (superior).

O Membro Picos (unidade inferior) é composto predominantemente por arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky* intercalados com folhelhos bioturbados e siltito com estratificação plano-paralela. Os arenitos são mais bem representados na porção mais antiga da formação (Devoniano Médio), tornando-se mais finos até desaparecer nos estratos mais jovens (Devoniano Superior), quando aparecem folhelhos negros finamente laminados de forma mais abundante em subsuperfície, aflorando na margem oeste da bacia (LOBOZIAK, CAPUTO e MELO, 2000). O Membro Picos marca o primeiro grande momento transgressivo do Devoniano na Bacia do Parnaíba, que se inicia ao final do Eifeliano, atingindo seu máximo no início do Givetiano (KEGEL, 1953; MELO, 1988).

O Membro Passagem (unidade superior) é composto por arenitos finos muito micáceos com estratificações cruzadas *hummocky* e assintótica, laminação cruzada cavalgante, e arenitos e siltitos com estratificação plano-paralela (PONCIANO, 2012). Ao contrário do Membro Picos, o Membro Passagem somente é encontrado nos afloramentos da margem leste da bacia, no estado do Piauí. Segundo interpretações de Ponciano e Della Fávera (2009) e por Ponciano *et al.* (2012b), o Membro Passagem corresponde a porção distal da barra de desembocadura de deltas dominados por inundações, intercalados por lobos de arenitos com estratificação cruzada *hummocky*. É considerado um paleoambiente marinho raso, porém de inundações fluviais episódicas.

4.2 Formação Cabeças

A Formação Cabeças foi proposta por Plummer (1948) para a espessa camada de arenitos próximos ao município de Dom Expedito Lopes, na margem leste da bacia. Originalmente, foram propostos para esta formação três membros: Passagem, Oeiras e Ipiranga. Após sucessivas revisões o Membro Passagem passou a integrar a Formação Pimenteira, e o Membro Ipiranga passou a integrar a Formação Longá, deixando a Formação Cabeças restrita ao Membro Oeiras (PONCIANO *et al.*, 2012b).

Atualmente a Formação Cabeças *sensu stricto* (porção superior do Membro Passagem e Membro Oeiras) é considerada uma formação não fossilífera, sendo relacionado a um paleoambiente flúvio-deltaico, de idade correspondente ao Fameniano (PONCIANO, 2013).

O Membro Oeiras é composto por arenitos de granulometria variando de fina a grossa, sendo localmente conglomerático, pouco micáceo, com estratificações cruzadas (PONCIANO, 2012). No topo desta formação são encontrados sedimentos relacionados ao último máximo glacial ocorrido no Neofameniano, representados por pavimentos estriados, tilitos, seixos biselados, seixos pingados e clastos facetados. Em alguns locais da Formação Cabeças, na margem leste da bacia (estado do Tocantins) os arenitos sofreram completa erosão decorrente da ação glacial (CAPUTO e PONCIANO, 2013; BARBOSA, NOGUEIRA e DOMINGOS, 2015).

Se considerada a composição antiga desta formação, quando ainda era integrado pelo Membro Passagem, a maior espessura da formação é notada ao longo da margem leste da bacia, diminuindo gradativamente aos arenitos, siltitos e argilitos do topo da Formação

Pimenteira, à medida que se observa do centro deposicional em direção à margem oeste da Bacia do Parnaíba (LIMA e LEITE, 1978).

4.3 Formação Longá

A Formação Longá foi proposta por Albuquerque e Dequech (1946) para os folhelhos negros que afloram ao longo do rio Longá, leste e sudeste do Município de Campo Maior, no estado do Piauí. É caracterizado por siltito bioturbado, e raramente intercalado com arenitos (LOBATO, 2010). Existem poucas caracterizações ou descrições faciológicas da Formação Longá disponíveis na literatura, conforme discutido por Lima e Leite (1978), Caputo (1984a) e Lobato (2010).

Análises feitas para a Formação Longá por Lima e Leite (1978) e Caputo (1984a) levaram à divisão em três unidades informais, sendo o primeiro focado na margem leste da bacia, onde o afloramento Fazenda Barreiras está situado, e o segundo com uma descrição mais generalista da formação.

Segundo a divisão proposta por Lima e Leite, a unidade inferior consiste na sequência de folhelhos micro-micáceos roxo-acinzentado a cinza-escuro intercalados com arenitos. A unidade intermediária é caracterizada por folhelhos brancos com estratificações paralelas, onduladas e estratificações micro-cruzadas com folhelhos variando de rosa a roxo. A unidade superior consiste em siltitos ocasionais. Também são encontrados icnofósseis nas unidades intermediária e superior. Com relação à Caputo (1984a), a unidade litoestratigráfica inferior tem lâminas de folhelhos de coloração verde-acinzentado, intercalado com siltitos, arenitos conglomeráticos; a unidade intermediária com predomínio de arenitos muito finos a conglomeráticos; a unidade superior composta por folhelhos de verde-acinzentados a negros, siltitos e arenitos intercalados com camadas de seixos pingados subordinadas. Lentes onduladas, estratificação cruzada *hummocky*, com icnofósseis comumente associados a intervalos silticos-arenosos da formação.

Depositada em ambiente plataformar estável, marinho raso, de circulação restrita. O paleoambiente da formação é interpretado como transgressivo, de tempestades e de águas rasas (GÓES e FEIJÓ, 1994; MABESOONE, 1994; CAPUTO e SANTOS, 2019). Outro importante aspecto ambiental é apresentado por Caputo *et al.* (2006) e Caputo e Santos (2019) reconhecem a terceira glaciação Paleozoica na Bacia do Parnaíba associada à Formação Longá, Mississippiano (Tournasiano). A ideia de um evento glacial para o Devoniano da Bacia

do Parnaíba já havia sido discutida por Caputo (1984b) e Caputo (1985) que apontaram a presença de sedimentos glaciais a partir de tilitos e diamictitos descritos por Kegel (1953), interpretando-os como resultado de um evento de deposição glacial. Essa ocorrência litológica sugere um momento clímax da glaciação na América do Sul, associado a um fenômeno regressivo ocorrido em diversos pontos do planeta. Momento em que a bacia estava posicionada em latitudes de 40-60° (ISAACSON *et al.*, 2008), em condições de glaciações intermitentes, que teriam avançado sobre a Bacia do Parnaíba durante o Fameniano.

Figura 16- Coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba

Ma	GEOCRONOLOGIA			NATUREZA DA SEDIMENTAÇÃO	AMBIENTE DEPOSICIONAL	DISCORDÂNCIAS	LITOESTRATIGRAFIA			ESPESSURA MÁXIMA (m)	SEQÜÊNCIAS	
	ERA PERÍODO	ÉPOCA	IDADE				GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO			
65	MESOZOICO	CRETÁCEO	MAASTRICHTIANO	C/M	ESTUARINO-LAGUNAR			ITAPECURU		724	CRETÁCEA	
			CAMPANIANO									
			SANTONIANO									
			CONIACIANO									
			TURONIANO									
100		EO	CENOMANIANO		C/M			DESÉRTICO/FLÚVIO-DELTAÍCO, ALUVIAL/LACUSTRE/PLAT. RASA		CORDA GRAJAÚ CODÔ	266	
			ALBIANO									
			APTIANO									
			BARREMIANO									
			HAUTERIVIANO									
150		JURÁSSICO	VALANGIANO		C			FLÚVIO-LACUSTRE		PASTOS BONOS	77	JURÁSSICA
			BERRIASIANO									
			TITHONIANO									
			KIMMERIDGIANO									
			OXFORDIANO									
200	TRIÁSSICO	CALLOVIANO		EXTRUSIVAS E INTRUSIVAS	MOSQUITO	193	NEOCARBONÍFERA-EOTRIÁSSICA					
		BATHONIANO										
		BAJOCCIANO										
		ALENIANO										
		TOARCIANO										
250	PERMIANO	PLIENSCHACHIANO		DESÉRTICO / LACUSTRE	SAMBÁIBA	440	NEOCARBONÍFERA-EOTRIÁSSICA					
		SINEMURIANO										
		HETTANGIANO										
		RHAETIANO										
		NORIANO										
300	CARBONÍFERO	CARNIANO		FLUVIAL DESÉRTICO LITORÂNEO	PIAUÍ	340	MESODEVONIANA-EOCARBONÍFERA					
		LADINIANO										
		ANISIANO										
		OLENEKIANO										
		INDUANO										
350	DEVONIANO	CHANGHSINGIANO		PLAT. RASA LITORÂNEO TEMPESTADES SAKKHA	PEDRA DE FOGO	240	MESODEVONIANA-EOCARBONÍFERA					
		WUCHIAPINGIANO										
		CAPITANIANO										
		WORDIANO										
		ROADIANO										
400	SILURIANO	KUNGURIANO		DELTA-MARÉS-TEMPESTADES	ITAIM	260	SILURIANA					
		ARTINSKIANO										
		SAKMARIANO										
		ASSELIANO										
		GZHELIANO										
450	ORDOVICIANO	KASIMOVIANO		FLUVIAL ENTRELAÇADO	JAIBARAS	120						
		MOSCOVIANO										
		BASHKIRIANO										
		SERPUKHOVIANO										
		TOURNAISIANO										
500	CAMBRIANO	VISEANO		FLUVIAL ALUVIAL LACUSTRE								
		MISSISSIPIANO										
		PENNSYLVANIANO										
		CISURALIANO										
		GUADALUPIANO										
540	PRÉ-CAMBRIANO	LOPINGIANO		PLAT. RASA LITORÂNEO TEMPESTADES SAKKHA	MOTUCA	280	NEOCARBONÍFERA-EOTRIÁSSICA					
		ANISIANO										
		OLENEKIANO										
		LADINIANO										
		CARNIANO										
	NEO	NORIANO		EXTRUSIVAS E INTRUSIVAS	MOSQUITO	193	NEOCARBONÍFERA-EOTRIÁSSICA					
		RHAETIANO										
		SINEMURIANO										
		PLIENSCHACHIANO										
		TOARCIANO										
	ALENIANO	BAJOCCIANO		EXTRUSIVAS E INTRUSIVAS	MOSQUITO	193	NEOCARBONÍFERA-EOTRIÁSSICA					
		BATHONIANO										
		CALLOVIANO										
		OXFORDIANO										
		KIMMERIDGIANO										
	TITHONIANO	BERRIASIANO		EXTRUSIVAS E INTRUSIVAS	MOSQUITO	193	NEOCARBONÍFERA-EOTRIÁSSICA					
		VALANGIANO										
		HAUTERIVIANO										
		BARREMIANO										
		APTIANO										
	EO	ALBIANO		DESÉRTICO/FLÚVIO-DELTAÍCO, ALUVIAL/LACUSTRE/PLAT. RASA	CORDA GRAJAÚ CODÔ	266	CRETÁCEA					
		CENOMANIANO										
		TURONIANO										
		CONIACIANO										
		SANTONIANO										
	NEO	MAASTRICHTIANO		ESTUARINO-LAGUNAR	ITAPECURU	724	CRETÁCEA					
	CRETÁCEO											
	MESOZOICO											
	JURÁSSICO											
	TRIÁSSICO											
	PERMIANO											
	CARBONÍFERO											
	DEVONIANO											
	SILURIANO											
	ORDOVICIANO											
	CAMBRIANO											
	PRÉ-CAMBRIANO											

Fonte: Modificado de Vaz et al. (2007).

5. CONTEXTO PALEOBIOGEOGRÁFICO

O Paleozoico inferior (Cambriano, Ordoviciano e Siluriano) tinha sua paleogeografia constituída pelos continentes *Laurêntia*; *Báltica*; *Avalônia*; *Sibéria*; *Cazaquistânia* e *Ciméria*. A aproximação dos continentes, que se iniciou no começo do Ordoviciano, culminou durante o início do Devoniano no fechamento total do Oceano Iapetus decorrente da aproximação e fusão dos paleocontinentes *Laurêntia*, *Báltica* e *Avalônia*, dando origem ao paleocontinente *Laurússia* (ou Euroamérica) (MACHADO, 2011; ZHANG *et al.*, 2017), separado do continente Gondwana pelo Oceano Reiqué. Durante o Devoniano Médio, o oceano Reiqué foi sendo gradativamente reduzido devido à aproximação entre os continentes Laurússia e Gondwana levando ao seu total fechamento no Devoniano Superior e provocando alterações no padrão de circulação oceânica global, provável causa da grande extinção do Devoniano Superior (Frasniano/Fameniano) (YOUNG, MOODY e CASAS, 2000; DOWDING e EBACH, 2018).

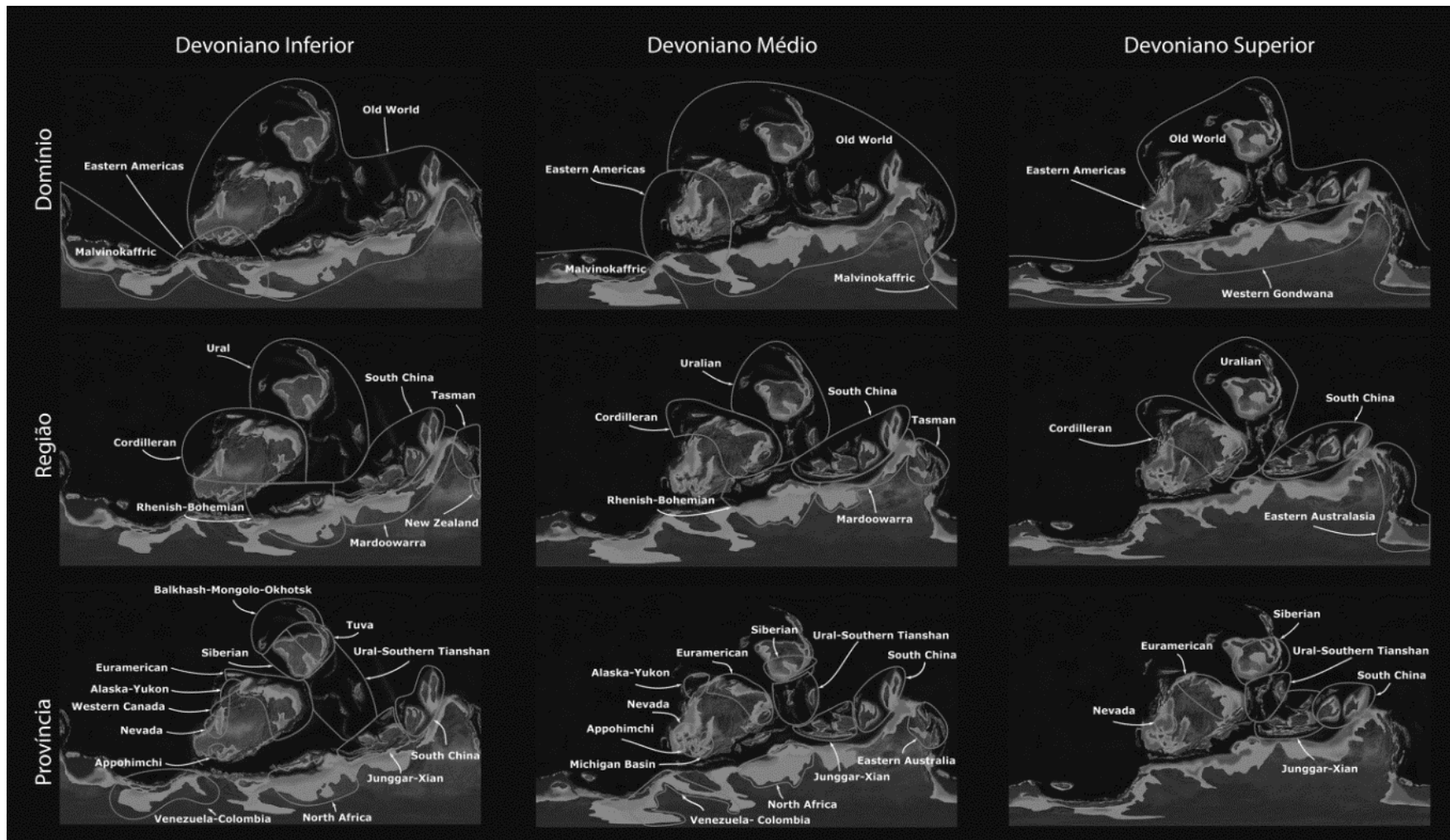
A biorregionalização ocorrida no período Devoniano é dividida em três domínios paleobiogeográficos, primeiramente estabelecidos por Boucot (1975) para o Devoniano Inferior e Médio: Malvinocáfrico, Velho Mundo e Américas Orientais. Sofrendo alteração ao atingir o Devoniano superior, quando permanecem os domínios do Velho Mundo, Américas Orientais e emerge o domínio Oeste-Gondwana (BOUCOT, JOHNSON e TALENT, 1969; DOWDING e EBACH, 2018).

O domínio Malvinocáfrico corresponde ao hemisfério sul, representados pelos países do sul da América do Sul, Ilhas Falklands, Antártida e África do Sul. Primeiramente definida como “Terra de *Flabellites*”, posteriormente por “Província Austral” de Clarke (1913), até o termo “Malvinocáfrico”, recentemente substituído por “Malvinoxhosan”. Essa gradativa mudança na nomenclatura se deu a partir da comparação entre as faunas encontradas em outras regiões do hemisfério sul (Nova Zelândia, Austrália, Colômbia e Venezuela), que não se relacionam àquelas típicas das demais regiões. Análises paleoclimáticas e paleomagnéticas sugerem que este domínio estava situada em faixas sub-polares e polares, sendo características de clima frio (DOWDING e EBACH, 2019; PENN-CLARKE, 2019; REZENDE, MACHADO e PONCIANO, 2019; FRAGA e VEGA, 2020; PENN-CLARKE e HARPER, 2020).

Os domínios do Velho Mundo e das Américas Orientais, ao contrário do Domínio Malvinohosan, ocupavam regiões de baixas latitudes, sendo o primeiro característico de clima mais quente, tropical e subtropical, enquanto que o segundo, devido a sua posição intermediária entre os dois primeiros, teria um clima mais de características temperadas.

Dowding e Ebach (2018) forneceram uma biorregionalização global para as áreas Devonianas, posteriormente em Dowding e Ebach (2019) utilizaram diferentes *taxa* (peixes, braquiópodes e trilobitas) para verificar a estabilidade de tais áreas. Como resultado, os autores verificaram que tanto o domínio do Velho Mundo, quanto do Oeste-Gondwana, permanecem como áreas artificiais (Figura 17).

Figura 17 - Domínios, Regiões e Províncias do Devoniano



Fonte: Modificado de Dowding & Ebach (2019).

Uma nova análise feita por Penn-Clarke e Harper (2020), concorda com resultados previamente apresentados por Dowding e Ebach (2020), mas propondo mudanças biogeográficas. Segundo os autores, durante o Devoniano Inferior e Médio, o domínio Malvinohosan permaneceria como área biogeográfica válida, enquanto que Américas Orientais e Velho Mundo seriam divididos entre as biorregiões Amazônica e Colombiana-Oeste Africana, persistindo, como áreas artificiais, para o Devoniano Superior apenas os domínios do Velho Mundo e do Oeste-Gondwana.

A posição geográfica das bacias do Amazonas e Parnaíba (antiga “província do norte”, *sensu* Copper, 1977; atual biorregião Amazônica) é considerada intermediária entre as biorregiões Malvinohosan e Colombiana-Oeste Africana, conforme mostram os dados paleontológicos de invertebrados e de raros vertebrados, sugerindo que ambas as bacias eram regiões de mistura faunística entre os antigos domínios do Velho Mundo, Américas Orientais e Malvinocáfrico, contendo *taxa* originários dos três domínios durante o Devoniano Inferior e Médio (COPPER, 1977; BARRETT e ISAACSON, 1988; ISAACSON, 2007). Esse mesmo aspecto também foi confirmado por Penn-Clarke e Harper (2020), que aponta a biorregião Amazônica como intermediária entre as biorregiões Malvinohosan e Colombiana-Oeste Africana.

O momento de mudanças climáticas, do tipo de aquecimento global, e de oscilação eustática, indicados por picos transgressivos e rearranjos no padrão de circulação oceânico, são debatidas como as principais causas para o colapso dos antigos domínios Malvinohosan e Américas Orientais durante o Devoniano Médio (transição Eifeliano/Givetiano), e pela grande expansão do domínio do Velho Mundo, que persistiu pelo Devoniano Superior (LI, 2010; PENN-CLARKE e HARPER, 2020). Tal colapso causou a expansão geográfica e o estabelecimento do cosmopolitismo.

A paleozoogeografia dos vertebrados Devonianos foi elaborada recentemente, ainda com poucas informações disponíveis na literatura, em especial relacionado ao Devoniano Médio e Superior (LEBEDEV e ZAKHARENKO, 2010). Young (1992) debateu a existência de cinco diferentes faunas de vertebrados, caracterizadas por *taxa* endêmicos durante o Devoniano Inferior: Euramerica, Siberia, Tuva, China e Leste Gondwana. No Devoniano Superior esse cenário se altera, predominando *taxa* de ampla distribuição, que sugerem intercâmbio biótico entre Gondwana e Euramérica (YOUNG, MOODY e CASAS, 2000; YOUNG, 2010) ocasionado pelo fechamento do oceano equatorial existente entre esses continentes.

Os taxa de vertebrados são essenciais na compreensão de conexões que ocorrem durante o Devoniano na América do Sul. As semelhanças entre a fauna de vertebrados do Devoniano Médio da Bacia do Parnaíba (Formação Pimenteira) e aquelas da Bolívia (formações Sica Sica, Icla e Belén), em especial espinhos de Chondrichthyes e Acantódios de Antarctilamniformes, Climatiformes e Ischnacanthiformes (FIGUEROA e MACHADO, 2016, 2018; RICHTER, BOSETTI e HORODYSKI 2017; JANVIER e RACHEBOEUF, 2018) sugerem conexões entre essas localidades, reforçados pela presença de macroinvertebrados como trilobitas *Metacryphaeus*, braquiópodes *Pleurochonetes*, *Australocoelia* e crinoides *Marettocrinus* (COPPER, 1977; FONSECA, 2004; ISAACSON, 2007; GRAHN *et al.*, 2016; FIGUEROA e MACHADO, 2016; CARBONARO *et al.*, 2018; REZENDE, MACHADO e PONCIANO, 2019), e por análises estratigráficas (BARRETT e ISAACSON, 1988) .

Recentemente, novos achados foram relatados por Olive *et al.* (2019) levaram os autores a questionar tais afinidades previamente propostas entre a Euramérica e a Formação Cuche, defendendo a hipótese de comunidades endêmicas na Colômbia, principalmente ao considerar a ausência de gêneros como *Holoptychius* e *Asterolepsis* durante o Devoniano Médio e Superior (Frasniano), que não legitimam hipóteses de dispersão da Euramérica para Gondwana. Logo, mais estudos são necessários para compreender as relações entre a Euramérica e o noroeste da Gondwana a partir da perspectiva dos fósseis de vertebrados.

6. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS DA TAFONOMIA

6.1 Introdução à tafonomia

Estudos tafonômicos no Brasil vêm ganhando força desde a década de 1990, quando uma escola brasileira de tafonomia foi se consolidando, com um crescente de trabalhos sendo publicados e projetos sendo desenvolvidos (HOLZ e SIMÕES, 2002; HORODYSKI e ERTHAL, 2017).

O termo *Tafonomia* (gr. *taphos* - sepultamento; *nomos* - lei) foi cunhado por Efremov em 1940 como sendo o conjunto de leis que regem os processos de transição dos restos orgânicos da bio para litosfera. Consiste na área da paleontologia que se utiliza do conhecimento do ambiente recente com o intuito de entender os processos de fossilização dos restos biológicos, assim como a influência de ambientes sedimentares no grau de modificação dos restos fossilizados. Busca compreender os processos de preservação informacional e como esses são capazes de influenciar as informações contidas no registro fóssil (SIMÕES *et al.*, 2004).

A tafonomia pode ser dividida em dois ramos: a bioestratinomia e a diagênese. A primeira discute desde a causa da morte, passando pelo processo de decomposição, transporte e soterramento. Enquanto que o segundo analisa os processos físicos e químicos responsáveis por alterações nos restos esqueléticos após o soterramento (HOLZ e SIMÕES, 2002).

A presença da tafonomia nas diferentes áreas da paleontologia, como a paleoecologia, é percebida por meio das assinaturas tafonômicas dos bioclastos. Estas, por sua vez, consistem no conjunto de características tafonômicas de determinada concentração fossilífera, resultantes da dinâmica do ambiente, seja ele de caráter físico, químico ou biológico (BRETT e BAIRD, 1986; HORODYSKI, 2014). A partir da análise dessas características tafonômicas, é possível identificar a origem dos restos orgânicos, estimar o tempo de exposição à superfície do fundo do mar até seu transporte e deposição (PONCIANO, 2015).

A tafonomia é uma disciplina ampla, com diversas vertentes (tafonomia de invertebrados, vertebrados, plantas, microfósseis). Na presente dissertação serão abordadas as assinaturas tafonômicas encontradas em organismos invertebrados, por esses serem os organismos mais abundantes e representativos no Devoniano da Bacia do Parnaíba.

As assinaturas tafonômicas citadas abaixo, assim como seus significados, estão de acordo com os trabalhos apresentados por Brett e Baird (1986), Ponciano (2015) e Horodyski e Erthal (2017).

6.2 Desarticulação:

Este processo ocorre em função da decomposição das partes moles dos organismos, como os ligamentos e tecidos conectivos, e/ou pela agitação da água em ambiente marinho. Normalmente relacionada ao tempo de exposição dos bioclastos a interface água-sedimento, tipo de esqueleto e a energia química do meio. Pode ocorrer em ambientes de alta ou baixa energia.

As concentrações fossilíferas com predomínio de valvas ou esqueletos multielementos desarticulados sugerem ambientes de baixa taxa de sedimentação e maior exposição ao meio. Ao contrário das concentrações de valvas articuladas, em *Butterfly* (valvas abertas, dispostas em 180°) ou esqueletos multielementos articulados, que sugerem alta taxa de sedimentação, com soterramento rápido ou muito rápido.

6.3 Fragmentação:

Este processo é sugestivo de transporte e/ou retrabalhamento por meio de correntes ou ondas, em ambientes de alta energia, também podendo estar associados a eventos de predação, como o esmagamento ou quebra de conchas por parte de organismos durófagos.

Em geral, o grau de fragmentação é maior em ambiente marinho raso de alta energia, onde os bioclastos ficam em suspensão. Por meio da ação gerada por processos hidráulicos, os bioclastos chocam entre si, e com as demais partículas sedimentares como grãos de areia, potencializando a fragmentação. Esta também varia de acordo com o tamanho e espessura do esqueleto do táxon.

6.4 Classes de tamanho:

A seleção de diferentes classes de tamanho de bioclastos expostos à interface água-sedimento em uma concentração fossilífera pode ser gerada a partir da intensidade dos

processos hidráulicos, ou por indicação de estágios ontogenéticos selecionados por mortes catastróficas, dependendo se mono ou pluriespecíficos.

Geralmente, a ausência de seleção é indicativa de um ambiente de baixa energia, onde os bioclastos não sofrem um transporte significativo. Também podendo estar associado a uma alta taxa de sedimentação e a soterramento rápido.

6.5 Orientação em planta:

Esta assinatura tafonômica está relacionada ao transporte conduzido por fluxo hídrico. A orientação pode variar entre unimodal, bimodal e polimodal, tendo como indicadores mais apropriados fósseis de conchas alongadas como tentaculídeos, gastrópodes e alguns bivalvíos.

A orientação unimodal, marcada pelo ápice dos bioclastos apontando para uma direção e sentido, está associada a correntes unidirecionais, enquanto que a orientação bimodal, por sua vez marcada pelo ápice dos bioclastos apontando para sentidos opostos e perpendiculares à direção da corrente, está associada a fluxos oscilatórios, como ondas. Por último, a orientação polimodal, cujo ápice dos bioclastos aponta em vários sentidos, está associada a eventos de soterramento rápido, bioturbação, ou por ação de múltiplas correntes.

6.6 Orientação em seção:

Esta assinatura tafonômica está relacionada com a posição dos bioclastos em relação ao plano de acamamento. Está relacionada ao transporte e/ou retrabalhamento dos bioclastos por meio da ação de ondas/correntes, ou por ação de origem biológica. Os fósseis podem ser encontrados posicionados de forma concordante, oblíqua ou perpendicular ao plano.

A posição concordante pode ser associada a condições turbulentas de formação das concentrações fossilíferas, retrabalhamento ou re-deposição dos bioclastos. As formas encontradas em posição oblíqua e perpendicular são sugestivas de alterações na orientação dos espécimes fósseis, pela ação de correntes unidirecionais ou ondas, de predadores, por bioturbação (dentro da zona tafonomicamente ativa – intervalo físico dinâmico onde acontecem os processos de modificação dos clastos biológicos) ou, em alguns casos, pela manutenção da posição de vida de alguns organismos.

6.7 Posicionamento da concavidade:

A posição da concavidade consiste em uma característica exclusiva de bivalvíos e braquiópodes. Bioclastos com concavidade para cima, cuja posição é hidrodinamicamente instável, sugere concentrações fossilíferas formadas em condições turbulentas, seguida pela re-deposição dos espécimes. Já a concavidade voltada para baixo sugere reposicionamento dos bioclastos para uma posição mais estável. Quando não há uma orientação preferencial da concavidade dos bioclastos, esta pode ser relacionada a um processo de bioturbação, ou a ação de correntes de baixa velocidade.

6.8 Estado das bordas:

As bordas dos bioclastos podem ser apresentadas de três formas, sendo elas arredondadas, angulosas ou sem modificações. No primeiro caso, as bordas arredondadas consistem na combinação de fragmentação, corrosão, bioerosão e/ou dissolução parcial, resultantes de retrabalhamento em ambientes de alta energia com elevado grau de transporte e/ou tempo de exposição. As bordas angulosas, por sua vez, podem ser sugestivas de processos biológicos como a predação e a bioturbação. Já a ocorrência de bioclastos sem aparente modificação, é indicativa de transporte por suspensão, em especial em clastos menores e de menor densidade.

6.9 Incrustação:

Consiste no recobrimento dos restos esqueletais por organismos epibiontes. Geralmente indica longo tempo de exposição do bioclasto na interface água-sedimento, com baixas taxas de sedimentação. Contudo, estudos recentes apontam para um menor intervalo de tempo para a ocorrência de incrustações, entre a morte e o soterramento inicial dos organismos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir da preparação, análise e descrição do material em laboratório, integrados aos dados extraídos das cadernetas de campo da Dra. Luiza Ponciano, elaboradas durante a coleta do material. Vale ressaltar que os dados obtidos pelas cadernetas de campo foram de grande importância para o desenvolvimento deste trabalho, por sua vez realizado mais de uma década após a coleta do material e feito por um pesquisador que não esteve presente nos trabalhos de campo.

De maneira similar ao que foi discutido por Lima e Ponciano (2016, 2017), as autoras enfatizam a importância da elaboração cuidadosa e da preservação das cadernetas de campo para desenvolvimento de trabalhos futuros, mesmo em caso de perdas de acervos ou destruição dos pontos de coleta. Lima e Ponciano (2016, 2017) citam como exemplo a descoberta das cadernetas de campo de Kenneth E. Caster, que mesmo após décadas dos trabalhos de campo, e com o contínuo avanço da urbanização sobre os afloramentos fossilíferos, auxiliaram na descoberta de novos afloramentos e de novos níveis fossilíferos em afloramentos já conhecidos, fornecendo também valiosas informações sobre ambiente deposicional, idade e gênese dos depósitos fossilíferos. Isso faz com que esses objetos sejam incluídos nas definições de Patrimônio Geológico *ex situ*, dado seu valor científico e histórico (MANSUR *et al.*, 2013).

Outro aspecto importante é a existência de amostras em diferentes instituições, como forma de garantir a proteção a estas informações, impedindo assim, que um único evento possa destruir o acervo construído. Com este intuito, os fósseis coletados na Formação Pimenteira em 2009 pelas equipes do MN e da UNIRIO foi repartido entre as instituições. Em função desta iniciativa, parte do material permanece intacta (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2022), permitindo a elaboração da presente pesquisa.

A partir da coleta orientada dos blocos e sua guarda no laboratório, as assinaturas tafonômicas foram codificadas de acordo com a Tabela 1, seguindo cada ponto de coleta em cada afloramento estudado.

Nos pontos de coleta onde foi possível elaborar um perfil estratigráfico, as características tafonômicas de cada nível fossilífero foram integradas às suas características litológicas para que fossem feitas, em seguida, as interpretações acerca da gênese de cada tafocenose. Nos pontos em que não foram elaborados perfis estratigráficos, a descrição se deu de forma mais generalizada, seguindo os dados extraídos das cadernetas.

7.1 Formação Pimenteira

7.1.1 Afloramento Riachão:

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: braquiópodes Terebratulida, Lingulida, *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, *Australocoelia palmata*, gastrópodes Bellerophontida (*Plectonotus* sp. e *Bucanella?* sp.), biválvio (*Grammysioidea* sp.), trilobita (*Burmeisteria notica*), tentaculites (*Tentaculites* sp.); Vertebrados: *Machaeracanthus* sp.; Vegetais: *Spongiophyton* sp.; Icnofósseis: *Bifungites piauiensis*, *Bifungites munizi*, *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., *Lockeia* isp., *Rusophycus* isp. (SILVA, 2009; PONCIANO *et al.*, 2012a; FIGUEROA e MACHADO, 2016; REZENDE, MACHADO e PONCIANO, 2019).

Litologia geral do afloramento: Afloramento de reduzida dimensão vertical, com fauna e flora apresentando alto grau de preservação quando comparado aos demais afloramentos das unidades devonianas desta bacia, com alguns exemplares apresentando fragmentos de conchas apesar da expressividade dos intervalos conglomeráticos. Estão presentes conglomerados finos a grossos, mal selecionados, com seixos de quartzo intercalados a arenitos finos esbranquiçados a amarelados, micáceos, com estratificação cruzada *hummocky*, e siltitos cinza-arroxeados (SILVA, 2009; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a). Este afloramento possui poucos registros na literatura, tendo sido apenas recentemente estudado em Ponciano *et al.* (2012a), Figueroa e Machado (2016) e Rezende, Machado e Ponciano (2019).

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados, braquiópodes (*Australocoelia palmata*, *Derbyina whitiorum*, *Mucruspirifer* sp., “*Lingula*” sp., *Strophomenata* indet.), Trilobitas (*Burmeisteria notica*, *Metacrypaheus kegeli*, *Metacryphaeus* sp.), Tentaculites (*Tentaculites eldregianus*, *Tentaculites* sp.), Biválvios (*Spathella* sp., *Spathella pimentana*, *Nuculites* sp., *Nuculites oblongatus*, *Cucullella* sp., *Grammysioidea lundii*, *Palaeoneilo* sp.), Gastrópodes (*Tropidodiscus* sp., *Plectonotus* sp., *Plectonotus derbyi*, *Bucanella* sp.), Crinoidea indeterminado; Presença de vertebrados (Chondrichthyes) e presença de fragmentos vegetais (*Spongiophyton* sp. e fragmentos vegetais indeterminados).

Litologia associada ao material preparado: Material preparado referente ao primeiro ponto de coleta é composto por arenitos finos a médios, micáceos, com presença de intraclastos de argila, de coloração avermelhada/arroxeadada a esbranquiçada, com estratificação cruzada *hummocky*, intercalados, em alguns níveis, a conglomerados mal selecionados, que variam de finos a grossos, com seixos de quartzo de tamanhos variados angulosos e arredondados. Também são identificados siltitos finos de coloração variando do cinza ao avermelhado/arroxeadado. Primeiro ponto de coleta com 1 metro e 40 centímetros de espessura, e o segundo ponto com 88 centímetros de espessura. Comprimento lateral do afloramento superior a 60 metros. Comprimento vertical do primeiro ponto de coleta igual a 143 cm, e do segundo ponto de coleta igual a 88 cm.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta:

Foram coletadas amostras em dois pontos distintos do afloramento, e blocos rolados na beira da estrada.

As amostras preparadas do primeiro ponto de coleta (Figura 18) indicam estrutura interna complexa, com concentração fossilífera densamente empacotada e politípica. A totalidade dos bioclastos (Brachiopoda, Trilobita, Bivalvia, Tentaculitoidea e Gastropoda) identificados se apresentam desarticulados, com moderado a alto grau de fragmentação e pouca variação de tamanho. Os bioclastos de Brachiopoda (*Australocoelia palmata*, *Derbyina whitiorum*, *Mucrospirifer* sp. e “*Lingula*” sp.) foram encontrados representados por valvas dorsais, com espécimes de concavidade para cima e espécimes achatados em *Australocoelia palmata*; e por fragmentos achatados de valvas em *Derbyina whitiorum* e em *Mucrospirifer* sp.. O grau de fragmentação varia de baixo a moderado em *Australocoelia* e de moderado a alto em *Derbyina* e *Mucrospirifer*, estando todos com bordas angulosas e enquadrados na mesma classe de tamanho. Um único exemplar de “*Lingula*” sp. foi encontrado, representado por uma valva ventral com alto grau de fragmentação e bordas angulosas. Os espécimes de Trilobita (*Metacryphaeus* sp., *Burmeisteria notica*) foram encontrados representados por somitos e céfalo no primeiro e apenas por céfalos no segundo, ambos com grau baixo a moderado de fragmentação, e bordas angulosas. Nos exemplares de bivalvíos estão os *taxa* *Nuculites oblongatus*, *Nuculites* sp., *Grammysioidea lundii*, *Spathella pimentana*, *Paleoneilo* sp., *Cucullella* sp.. Foram identificadas valvas esquerdas em *Palaeoneilo* sp., *Nuculites oblongatus*, enquanto que em *Grammysioidea lundii* prevalecem as valvas direitas. Em

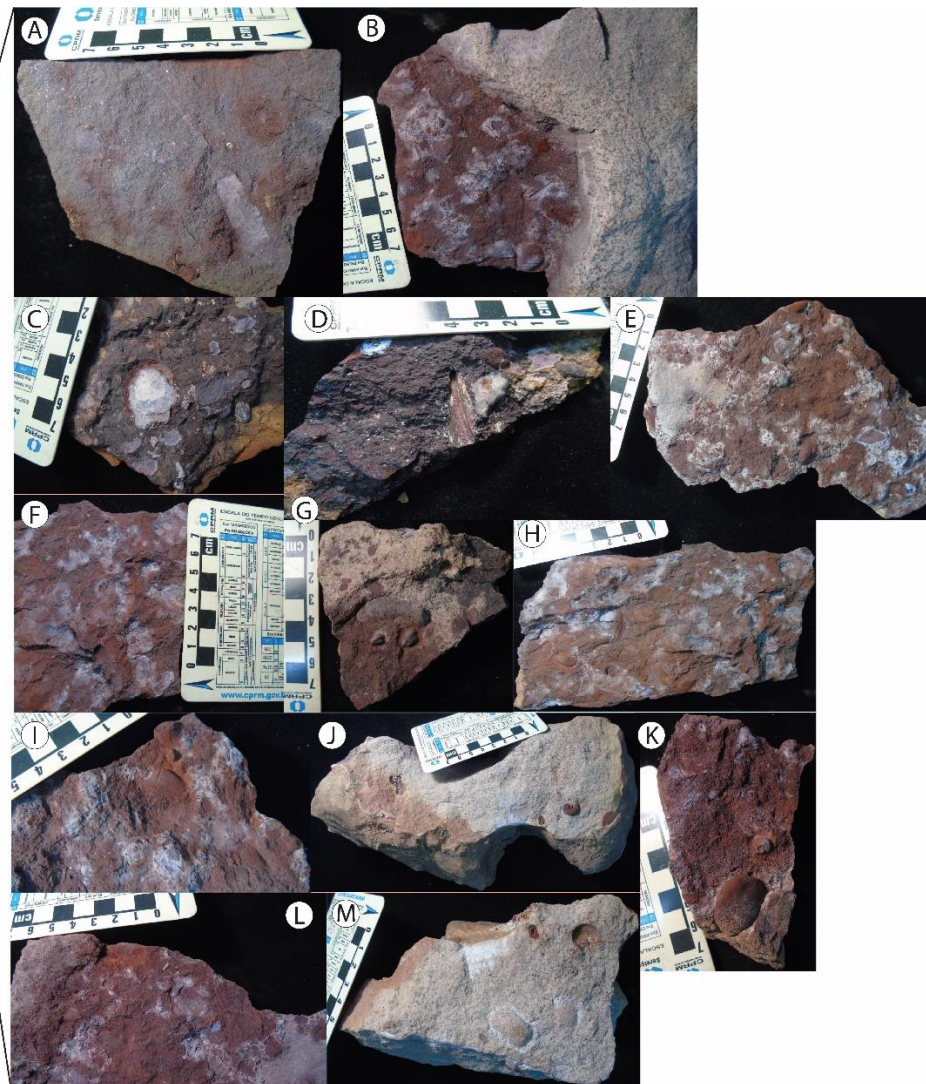
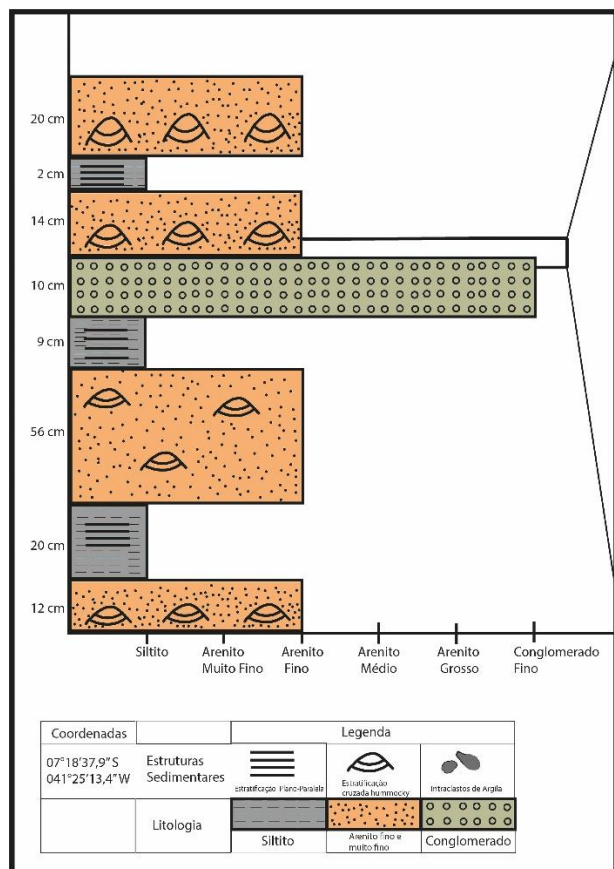
decorrência de uma menor qualidade de preservação, os espécimes de *Spathella* sp. se encontram representados em valvas fragmentadas, e por valvas indeterminadas em *Nuculites* sp., *Spathella pimentana*, *Cucullella* sp. A orientação da concavidade das valvas predomina para cima em espécimes de *Nuculites oblongatus* e *Spathella pimentana*, e para baixo em espécimes de *Nuculites* sp., *Grammysioidea lundi* e *Palaoneilo* sp.. Já em relação às bordas, foi reconhecido um padrão diferente, estando angulosas em *Spathella pimentata*, *Palaeoneilo* e *Cucullella*, e sem modificações em *Nuculites oblongatus*, *nuculites* sp. e *Grammysioidea lundi*. Em relação aos exemplares de Tentaculitoidea (*Tentaculites eldregianus* e *Tentaculites* sp.), os bioclastos apresentam um baixo grau de fragmentação porém com extremidades angulosas. Os gastrópodes estão representados por um único táxon de *Bucanella* sp. com grau moderado de fragmentação, e bioclastos de bordas arredondadas e angulosas. A totalidade de fragmentos vegetais (*Spongiophyton?* sp.) se apresenta com grau baixo a moderado de fragmentação, bordas angulosas, e diferentes classes de tamanho.

Em todos os bioclastos analisados estão ausentes incrustações. Distribuição em seção aponta predomínio de formas concordantes, com poucas formas oblíquas (*Bucanella* sp.). Distribuição em planta polimodal, de acordo com a orientação dos espécimes de Trilobita, Tentaculitoidea, Bivalvia e Gastropoda.

Na base do ponto de coleta estão 12 cm de arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky*, sobrepostos por 20 cm de siltitos e por 56 cm de arenito fino branco, com estratificação cruzada *hummocky*, seguido de 9 cm de silito roxo esbranquiçado intercalado a arenito muito fino.

Nos níveis seguintes observam-se 10 cm de lentes de conglomerados finos mal selecionados, com seixos de quartzo angulosos a arredondados, sobrepostos por 14 cm de arenitos branco-arroxeados com presença abundante de intraclastos, e com estratificação cruzada *hummocky*. No contato entre os dois níveis estão associados os macrofósseis identificados neste ponto de coleta. Apesar da expressividade dos intervalos conglomeráticos, foram identificados espécimes com preservação superior à de outros pontos, estando presentes fragmentos de conchas em braquiópodes ("*Lingula*" sp.), tentaculitídeos (*Tentaculites eldregianus*) e em gastrópodes (*Bucanella* sp.), e de cutícula em fragmentos de somitos e céfalos de trilobitas. Acima, foram identificados dois níveis afossilíferos com 2 cm de siltitos, seguidos de 20 cm de arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky*.

Figura 18- Perfil estratigráfico do Primeiro ponto de coleta do afloramento Riachão.



Legenda: (A) – *Spongiophyton* sp.; (B) – *Bucanella?* sp.; (C) – “*Lingula*” sp.; (D) – Escpinho de Chondrichthyes; (E) – Trilobita indet, *Bucanella?* sp.; (F) – *Australocoelia palmata*; (G) – *Bucanella* sp.; (H) – *Australocoelia palmata*, *Spathella* sp.; (I) – *Nuculites* sp.; (J) e (K) – *Bucanella* sp.; (L) – *Tentaculites eldregianus*, trilobita indet.; (M) – *Palaeoneilo* sp.

Fonte: Fotos e perfil de João M. P. de Rezende.

O segundo ponto de coleta (Figura 19) está situado 60 metros a nordeste dos blocos coletados no ponto anterior.

As amostras preparadas indicam estrutura interna complexa, com concentração fossilífera densamente empacotada e politípica nos níveis AM1 e AM2, e indicam estrutura interna simples, com concentração fossilífera dispersa e monotípica nos níveis AM3 e AM4.

A totalidade dos bioclastos identificados neste ponto de coleta (Brachiopoda, Trilobita, Tentaculitoidea, Bivalvia e Gastropoda) se apresenta desarticulados, com grau moderado a alto de fragmentação e pouca variação de tamanho. O único espécime de Brachiopoda identificado como *Strophomenata* indeterminado possui um alto grau de fragmentação e bordas angulosas, impossibilitando assim a identificação do tipo de valva e a orientação da concavidade, que aparece compactada. Os bioclastos de trilobita (*Burmeisteria notica* e *Metacryphaeus* sp.) foram encontrados representados, respectivamente, por pigídio e céfalo com baixo grau de fragmentação, e bordas arredondadas. Espécimes atribuídos à Tentaculitoidea (*Tentaculites eldregianus* e *Tentaculites* sp.) também possuem um baixo grau de fragmentação porém com extremidades angulosas. Dentre os bivalvíos, foram encontrados *Nuculites* sp., *Cucullella* sp., *Grammysioidea lundi* e *Palaeoneilo* sp.. Em decorrência de um maior grau de fragmentação em *Nuculites* sp., não foi possível identificar o tipo de valva do espécime. Nos exemplares de *Palaeoneilo* sp. e *Cucullella* sp., foram identificadas valvas esquerdas, enquanto que em *Grammysioidea lundi* foram identificadas valvas direitas. Nestes ocorrem menor grau de fragmentação e bordas angulosas, com exceção de *Cucullella* sp. que não aparenta modificações nas bordas. Em todos os exemplares de bivalvíos, predominou a concavidade das valvas voltadas para baixo. Com relação aos espécimes associados à Gastropoda, *Tropidodiscus* sp., *Plectonotus* sp. e *Bucanella* sp., foram registrados grau baixo a moderado de fragmentação, com bordas angulosas nos primeiros, e sem aparente modificação no último. A totalidade de fragmentos vegetais encontrados apresentava alto grau de fragmentação, o que inviabilizou a identificação taxonômica. Em todos os bioclastos analisados estão ausentes incrustações.

Distribuição em seção aponta predomínio de formas concordantes, com poucas formas oblíquas (*Strophomenata* indet) e perpendiculares (*Plectonotus* sp. e *Bucanella* sp.). Distribuição em planta polimodal, de acordo com a orientação dos espécimes de Trilobita, Tentaculitoidea, Bivalvia e Gastropoda.

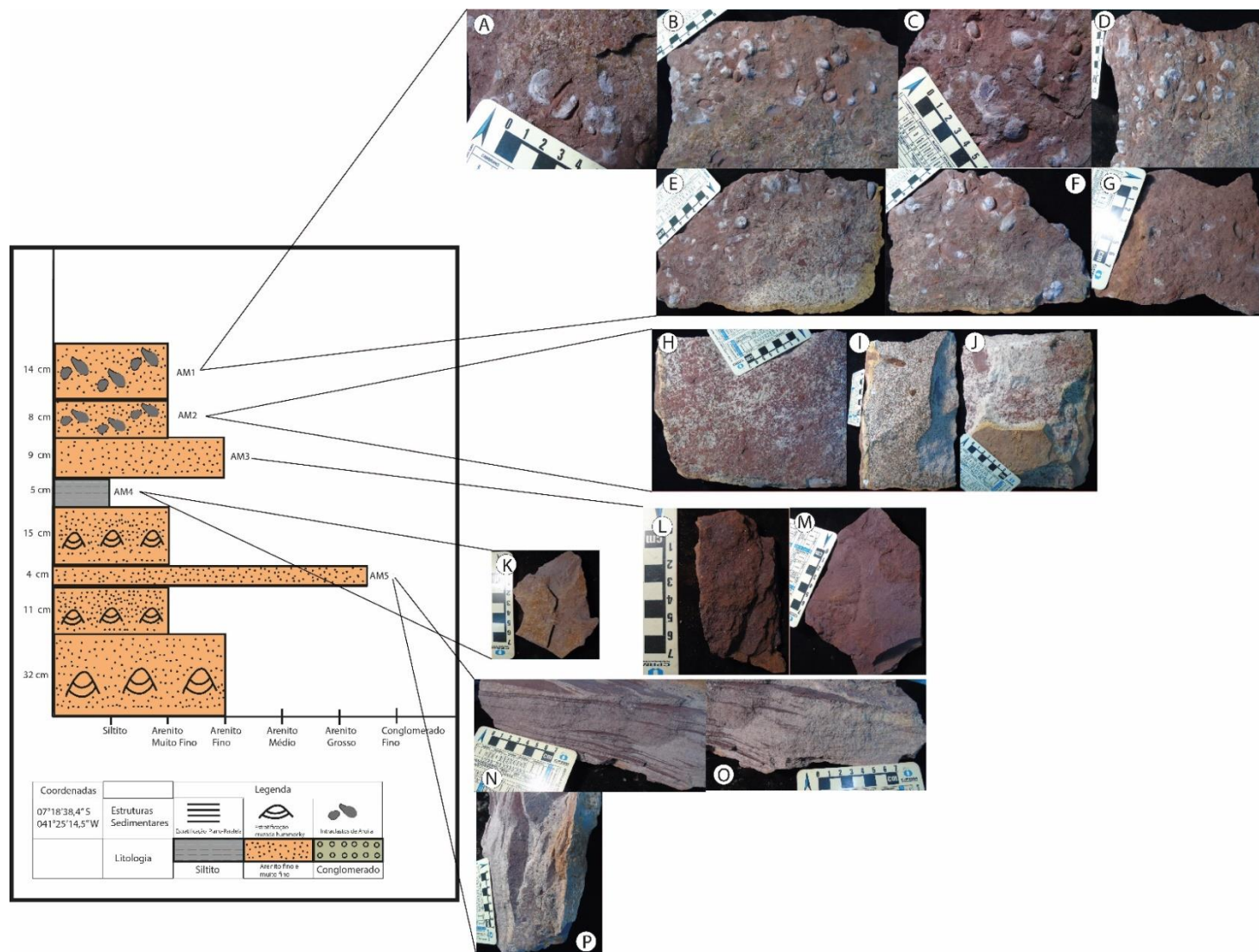
Na base do ponto de coleta estão 32 mm de arenitos finos micáceos de coloração cinza a branco, com estratificação cruzada *hummocky*. Sobreposta a essa, encontra-se uma camada

de 11 cm de arenitos muito finos, com intercalações milimétricas de siltito, mais micáceo que no nível anterior. Acima foram observados (AM5) 4 cm de conglomerados finos roxo/avermelhado micáceo, e intraclastos de argila. Seguida de uma camada de 15 cm de arenitos muito finos, com estratificação cruzada *hummocky*, 5 cm (AM4) de siltito cinza/avermelhado micáceo e presença de raros fragmentos vegetais indeterminados, e por uma camada de 9 cm (AM3) de arenitos finos avermelhados micáceo.

Os dois níveis mais ao topo correspondem aos intervalos fossilíferos. No nível AM2 estão 8 cm de arenitos muito finos a finos, micáceos, de coloração esbranquiçada a avermelhada, com presença abundante de intraclastos argilosos de tamanhos variados. Associado a esses arenitos estão somitos de trilobitas indeterminados e fragmentos de tentaculídeos, também indeterminados.

Acima, no nível AM1, estão 4 cm de arenitos muito finos, pouco micáceo, com presença abundante de intraclastos argilosos, de coloração cinza/arroxeados. Este nível corresponde ao mais fossilífero do ponto de coleta onde foram encontrados braquiópodes (*Strophomenata* indet), bivalvíos (*Nucullittes* sp., *Palaeoneilo* sp., *Cucullella* sp., *Grammysioidea lundi*), gastrópodes (*Bucanella* sp. e *Tropidodiscus* sp.), trilobitas (*Metacrypaheus* sp., *Burmeisteria notica*), tentaculídeos (*Tentaculites eldregianus* e *Tentaculites* sp.), crinoides e fragmentos vegetais indeterminados, inteiros e em diferentes graus de fragmentação.

Figura 19. Perfil estratigráfico do segundo ponto de coleta do afloramento Riachão.



Legenda: (A) – Trilobita indet.; (B) - *Bucanella* sp., Biválvio indet; (C) – Strophomenata indet, *Tropidodiscus* sp.; (D) – *Bucanella* sp., *Tropidodiscus* sp., trilobita indet; (E) – Fragmentos vegetais indet, Trilobitas indet; (F) – *Nuculites* sp., trilobita indet; (G) – Trilobitas indet, bivalvíos indet; (H), (I) e (J) – Arenitos com intraclastos de argila; (K) – amostra de siltito cinza; (L) e (M) – Amostras de arenito avermelhado; (N), (O) e (P) – Conglomerados e Arenito finos com lâminas de argila.

Fonte: Fotos e perfil de João M. P. de Rezende.

Do outro lado da estrada, foram coletados blocos rolados em três pontos distintos. No primeiro ponto (11C) (Figura 20) estão arenitos finos de coloração arroxeada, micáceo, com intraclastos e lentes de conglomerados. Nestes blocos foram identificados associados somitos de trilobitas indeterminados, *Tentaculites eldregianus* e *Bucanella* sp.

Figura 20. Fósseis do primeiro ponto de Riachão (11C).

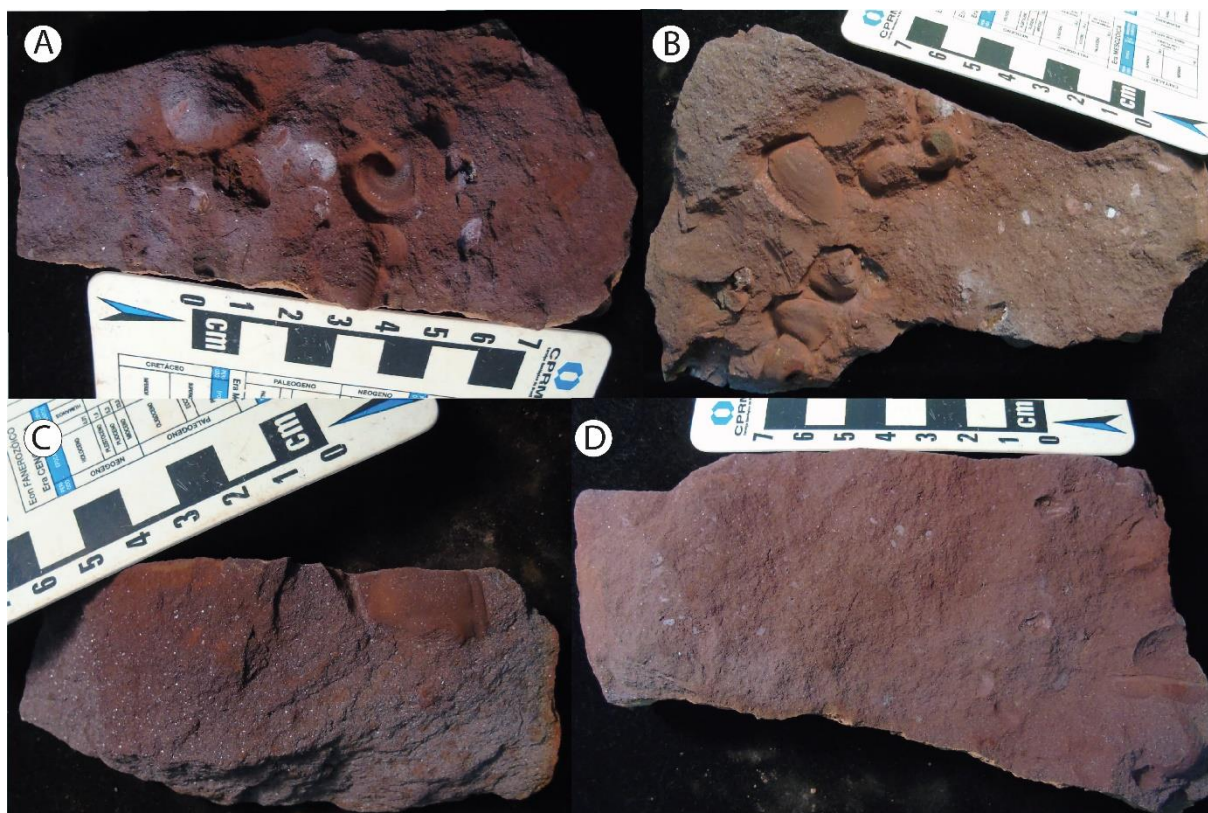


Legenda: (A) – *Bucanella* sp.; (B) – Trilobita indet; (C) – Arenito associado a intraclastos de argila.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende.

No segundo ponto (11D) (Figura 21) estão arenitos muito finos, micáceos, de coloração avermelhada, onde foram identificados trilobitas *Metacrypaheus kegel*, *Burmeisteria notica*, braquiópodes *Australocoelia palmata*, bivalvíos *Spathella pimentana*, *Cucullella* sp., *Grammysioidea* sp., *Palaeoneilo* sp., gastrópodes *Plectonotus derbyi*, *Plectonocus* sp., *Bucanella* sp. e fragmentos vegetais, possivelmente *Spongiophyton* sp.

Figura 21- Fósseis do segundo ponto de Riachão (11D).

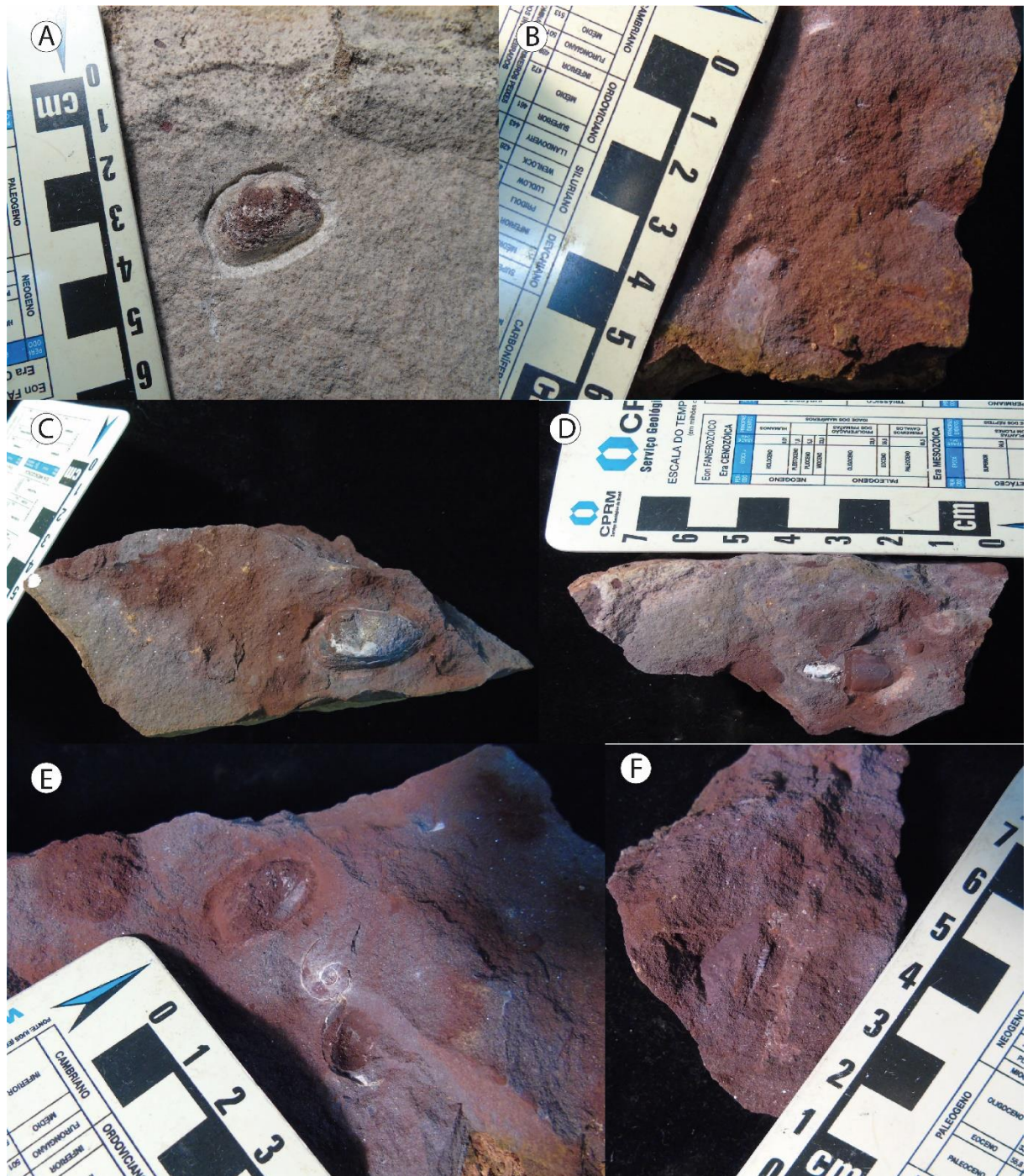


Legenda: (A) – *Metacrypaheus kegeli*, *Bucanella* sp.; (B) – *Plectonotus derbyi*, *Palaeoneilo* sp.; (C) – *Burmeisteria notica*; (D) – Fragmentos vegetais indet.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende.

No terceiro ponto (11E) (Figura 22) estão arenitos finos micáceos com raros intraclastos argilosos e conglomerados, associados à bivalvíos *Cucullella* sp., *Nuculites oblongatus*, *Spathella pimentana*, *Grammysioidea lundii*?, braquiópodes *Derbyina* sp., *Australocoelia palmata*, tentaculítídeos *Tentaculites eldregianus*, trilobitas *Burmeisteria notica*, gastrópodes *Tropidodiscus*? sp., *Plectonotus derbyi*, fragmentos vegetais *Spongiophyton* sp..

Figura 22- Fósseis do terceiro ponto de Riachão (11E).



Legenda: (A) – *Grammysioidea* sp.; (B) – *Spongiophyton* sp.; (C) – *Spathella* sp.; (D) – *Burmeisteria notica*; (E) – *Tropidodiscus* sp.; (F) – *Tentaculites eldregianus*.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende

Interpretação: Nos pontos de coleta de Riachão, os níveis fossilíferos estão representados por arenitos muito finos, arenitos finos, branco-arroxeados, e por lentes de conglomerados. A

gênese desta tafocenose está relacionada a eventos de alta energia, em função da presença de estratificações cruzadas *hummocky* nestes níveis.

Os espinhos de peixes se encontram isolados e com baixo grau de fragmentação. Apesar desta localidade já possuir registros de vertebrados na literatura (FIGUEROA e MACHADO, 2016), pouco ainda é conhecido acerca de suas características tafonômicas.

Os bioclastos atribuídos a braquiópodes (*Australocoelia palmata*, *Derbyina whitiorum*, *Mucruspirifer* sp., “*Lingula*” sp., e *Strophomenata* indet) estão em sua totalidade desarticulados, com grau moderado a alto de fragmentação, bordas angulosas e orientação concordante ao plano de acamamento. Tais características sugerem moderado a alto grau de retrabalhamento, responsável pela desarticulação, fragmentação e redeposição do bioclasto de maneira concordante.

Os trilobitas representados por céfalos e pigídios de *Burmeisteria notica*, *Metacryphaeus kegei*, e *Metacryphaeus* sp., com grau moderado a alto de fragmentação, com bordas angulosas a arredondas e orientação concordante em relação ao plano, podendo ser mais proximamente relacionado com a classe 2-II de Ghilardi (2004), que sugere ação de agentes bioturbadores.

Os tentaculídeos (*Tentaculites eldregianus* e *Tentaculites* sp.) podem ser relacionados a classe 6 de Comniskey (2016) para organismos inteiros, fragmentados e isolados e organizados de forma concordante ao plano.

Os bivalvíos (*Spathella* sp., *Spathella pimentana*, *Nuculites* sp., *Nuculites oblongatus*, *Cucullella* sp., *Gramysioidea lundii* e *Palaeoneilo* sp.) são abundantes e, assim como os braquiópodes, estão todos desarticulados, com grau de fragmentação moderado a alto e bordas em maioria angulosas, com raras sem modificações (*Nuculites oblongatus* e *Cucullella* sp.), sugerindo um evento de maior energia e rápida sedimentação.

Dentre os gastrópodes (*Tropidosicus* sp., *Plectonotus* sp., *Plectonotus derbyi*, *Bucanella* sp.) também apresentam grau moderado de fragmentação e bordas angulosas, com orientações concordantes e perpendiculares (*in situ*, PONCIANO *et al.*, 2007). Os diferentes graus de fragmentação e a posição perpendicular de alguns *taxa* (*Plectonotus* sp. e *Bucanella* sp.) também sugerem um ambiente de alta energia e elevada taxa de sedimentação.

A desarticulação dos braquiópodes e trilobitas, relacionado com a preservação de fragmentos de conchas em “*Lingula*”, *Tentaculites eldregianus* e *Bucanella* sp., e de cutícula/tubérculos nos somitos e céfalos de trilobitas sugerem moderado a alto grau de retrabalhamento, responsável pela desarticulação, fragmentação e redeposição do bioclasto de

maneira concordante. Apontando para ambientes de alta energia com elevada taxa de sedimentação, que somada a pouca variação de classes de tamanho encontrada nos *taxa*, e a partir do conjunto de assinaturas tafonômicas observadas, podemos concluir que a tafocenose seja parautóctone (KIDWELL, FÜRSICH e AIGNER, 1986).

Tabela 2 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Riachão. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Australocoelia palmata</i>	0	0	0-1	0/2	X	0	0	1	1
<i>Derbyina whitiorum</i>	2	0	2	1	X	0	0	1	1
<i>Mucruspirifer</i> sp.	2	0	2	1	X	0	0	1	1
“ <i>Lingula</i> ” sp.	1	0	1	X	X	0	0	1	0
<i>Strophomenata</i> indet.	2	0	2	2	X	1	0	1	1
<i>Burmeisteria notica</i>	7	0	1	X	0	0	0	1	2
<i>Metacrypaheus kegeli</i>	7	0	2	X	X	0	0	1	1
<i>Metacryphaeus</i> sp.	1	0	1	X	0	0	0	2	2
<i>Tentaculites eldregianus</i>	X	0	1	X	0	0	0	1	1
<i>Tentaculites</i> sp.	X	0	0	X	0	0/1	0	1	1
<i>Spathella</i> sp.	2	0	1-2	0/1	X	0	0	1	0/1
<i>Spathella pimentana</i>	2	0	1	0	X	0	0	1	3
<i>Nuculites</i> sp.	2	0	1	1	0	0	0	1	1-2

<i>Nuculites oblongatus</i>	1	0	0	0	X	0	0	0	2
<i>Cucullella</i> sp.	1	0	0/1	1	X	0	0	0/1	2/3
<i>Grammysioidea lundi</i>	0	0	1	1	X	0	0	1	2/3
<i>Palaeoneilo</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	1	2
<i>Tropidodiscus</i> sp.	X	X	1	X	0	0	0	1	2
<i>Plectonotus</i> sp.	X	X	1	X	0	2	0	1	1
<i>Plectonotus derbyi</i>	X	X	1	X	X	0	0	1	1
<i>Bucanella</i> sp.	X	X	1	X	X	0/2	0	0	1
Crinoidea indet.	X	0	0	X	X	0	0	0	1
Chondrichthyes indet.	15	0	0	X	X	0	0	1	7
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	X	1	X	0	0	0	1	0/2
Fragmento vegetal indet.	X	X	2	X	X	0	0	1	2

7.1.2 Afloramento Itainópolis

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: braquiópodes Terebratulida e *Tropidoleptus carinatus*, gastrópodes Bellerophontida (*Plectonotus* sp.), Trilobita (*Burmeisteria notica*) e bivalvíos (*Nuculites?* sp.); vertebrados: espinhos de Chondrichthyes; vegetais: *Spongiophyton* e fragmentos indeterminados; icnofósseis: *Neoskolithus picosensis*; *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., *Zoophycus* isp., *Spirophyton* isp., *Arenicolites* isp., *Rusophycus* isp., *Skolithus* isp. (SILVA, 2009; PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: A porção basal do afloramento corresponde ao topo da Formação Itaim, tendo contato concordante com a base da Formação Pimenteira. Cerca de 1 metro acima do contato entre as formações, ocorre um nível de icnofósseis *Zoophycus/Spirophyton* em siltito cinza laminado. Estão presentes intercalações de conglomerados finos, arenitos conglomeráticos, arenitos finos a médios com estratificação cruzada *hummocky*, micáceo, de coloração variando de esbranquiçada a avermelhado. Siltitos cinza a avermelhados, e argilitos cinza. Acima do plano de contato, fragmentos vegetais são abundantes em siltitos cinza. Foram identificados dispersos e com baixo grau de fragmentação, moldes de *Tropidoleptus carinatus*, terebratulídeos e belerofontídeos em blocos rolados de arenito fino, e espinho de Chondrichthyes em conglomerado fino. Em pontos de coleta nos trechos 34 e 37 Km, a partir do entroncamento com a BR-407 na direção do município de Itainópolis, e em pontos nesta cidade, foram registradas lajes de arenito fino a médio na base de Tempestitos com acúmulo de *Tropidoleptus carinatus*, indicando pontos do afloramento densamente empacotados (FONSECA e MELO, 1987; SILVA, 2009; PONCIANO *et al.*, 2012a e referências; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a). Comprimento lateral superior a 250 metros.

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados, braquiópodes (*Derbyina withiorum*), Bivalvíos (*Grammysioidea* sp.), Trilobitas (*Burmeisteria notica*), Gastrópodes belerofontídeos indeterminados (possivelmente *Plectonotus* sp.). Fragmentos vegetais indeterminados (*Spongiophyton?* sp.), Icnofósseis (*Zoophycus* isp.).

Litologia associada ao material preparado: Material preparado é composto por conglomerados finos, arenitos finos a médios com estratificação cruzada *hummocky*, presença de intraclastos, e de coloração esbranquiçada com partes variando de avermelhadas a arroxeadas, siltitos de coloração variando de cinza a avermelhado. Comprimento vertical de aproximadamente 6 metros.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras preparadas do ponto de coleta indicam estrutura interna complexa, com concentração fossilífera suportada por matriz, dispersa, mal selecionada e politípica.

A totalidade dos bioclastos se apresenta desarticulada (Brachiopoda, Gastropoda e Trilobita), com moderada variação de classes de tamanhos e qualidade de preservação, e grau de fragmentação variando de moderado a alto. Os braquiópodes *Tropidoleptus carinatus* são encontrados em valvas ventrais achatadas, e por valvas fragmentadas de *Derbyina whitiorum*, apresentando grau moderado de fragmentação, estando ausentes incrustações. São encontrados céfalos de trilobita *Burmeisteria notica*, gastrópodes *Plectonotus?* sp. e fragmentos vegetais atribuídos à *Spongiophyton ?* sp.. Todos com alto grau de fragmentação, também estando ausentes incrustações.

Distribuição em planta unimodal, de acordo com orientação dos bivalvíos *Grammysioidea* e polimodal de acordo com os fragmentos de *Spongiophyton* sp. Distribuição em seção revela formas concordantes (*Grammysioidea* sp., *Burmeisteria notica* e fragmentos vegetais) e oblíquas (*Derbyina whitiorum* e *Plectonotus* sp.) em todos os bioclastos.

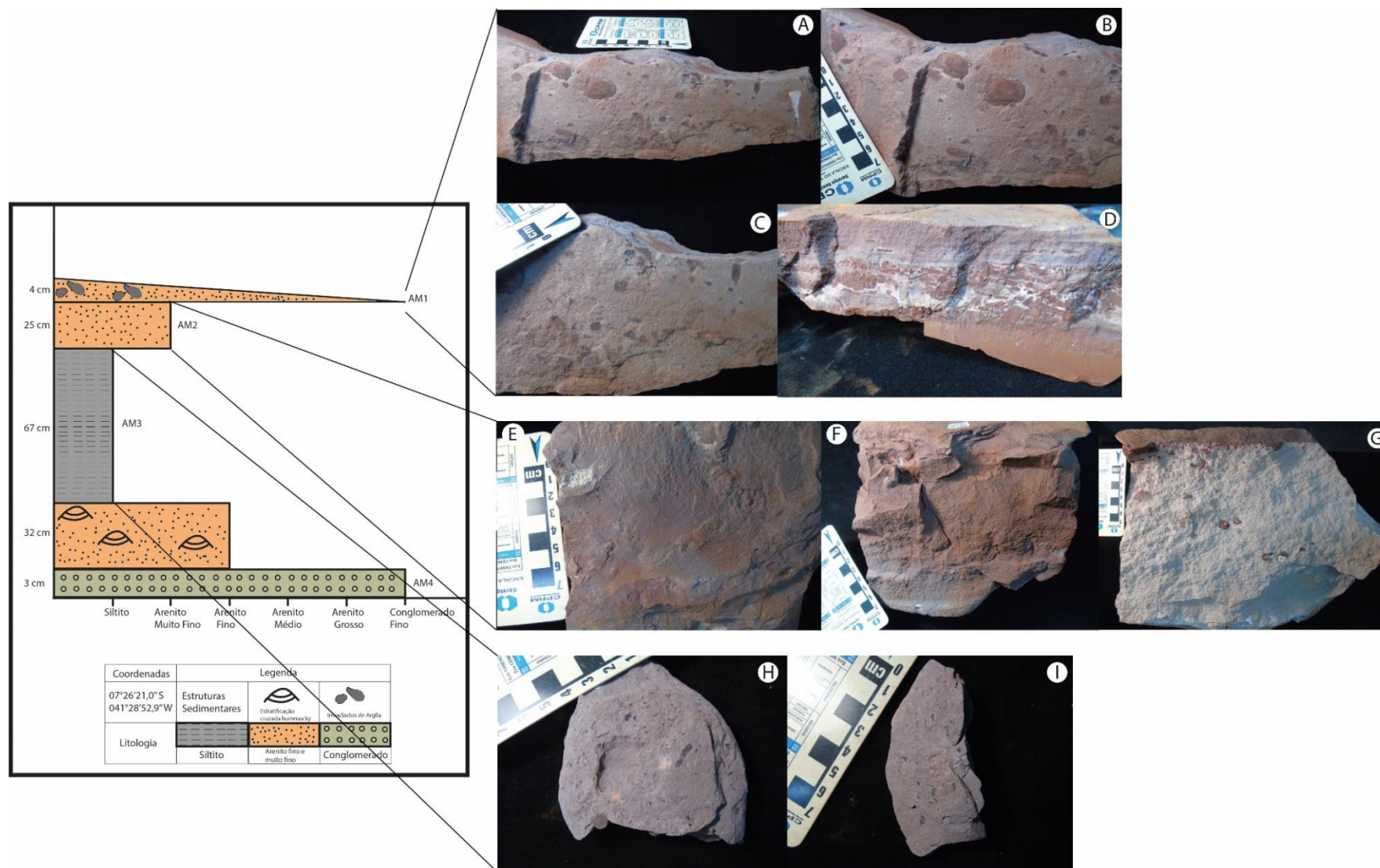
Na base do ponto de coleta, nível AM4 no perfil estratigráfico (Figura23) de 3 cm de espessura, são encontradas amostras que variam de siltitos a conglomerados finos, intercalados a arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky*, não sendo identificados macrofósseis associados. O nível seguinte (AM3) é composto exclusivamente por 67 cm de siltitos cinza, micáceos, associados a grande quantidade de fragmentos vegetais indeterminados, com alto grau de fragmentação. A ocorrência de macroinvertebrados se apresenta restrita aos dois próximos níveis, AM2 e AM1.

O primeiro (AM2), mais próximo à base, tem 25 cm de espessura e é composto por arenitos muito finos de coloração, que varia de esbranquiçada a avermelhada, com raros intraclastos argilosos. Neste nível foram identificados gastrópodes indeterminados (*Plectonotus?* sp.) e trilobitas (*Burmeisteria notica*) com elevado grau de fragmentação e tamanho aproximado de 16 mm. Também ocorrem braquiópodes do gênero *Derbyina*, com

grau de fragmentação variando de moderado a alto, e tamanho aproximado de 11 mm de largura e 8 mm de comprimento. Na base do nível AM2, são encontradas rochas compostas por arenitos muito finos siltosos de coloração avermelhada/arroxeadada, marcada pela ausência de macrofósseis e pela presença de icnofósseis *Zoophycus* isp.

O segundo (AM1), no topo do ponto de coleta, tem 4 cm de espessura, e é composto por arenito muito fino, com presença de intraclastos argilosos. Foram identificados fragmentos vegetais (*Spongiophyton?* sp.) com tamanho variando de 5 a 13 mm de comprimento. Neste nível ocorrem bivalvíos da espécie *Grammysioidea* sp., estes com tamanho aproximado de 20 mm de comprimento e 25 mm de largura.

Figura 23 - Perfil estratigráfico de Itainópolis.



Legenda: (A) e (B) – *Grammysioidea* sp.; *Spongiophyton* sp.; (C) – *Spongiophyton* sp.; (D) – Arenito associado a intraclastos de argila; (E) – *Zoophycus* isp.; (F) – Amostra de arenito com camadas de argila.; (G) – *Derbyina* sp., *Brumeisteria notica*?, *Plectonotus* sp.

Fonte: Fotos e perfil de João M. P. de Rezende

Interpretação: No ponto de coleta de Itainópolis, os níveis fossilíferos são representados por arenitos muito finos e arenitos muito finos siltosos associados à intraclastos de argila. A gênese desta tafocenose está relacionada a eventos de baixa energia, em função da ausência de estratificações cruzadas *hummocky* nestes níveis.

Os bioclastos associados aos braquiópodes *Derbyina whitiorum* e ao gastrópode *Plectonotus* sp., ambos apresentam bordas angulosas e orientação em seção oblíqua. Essas assinaturas tafonômicas, associadas à presença de icnofósseis *Zoophycus* isp. no mesmo nível fossilífero, apontam para o retrabalhamento dos restos esqueléticos (SEDORKO, NETTO e HORODYSKI, 2018), também corroborado pela presença de somito de trilobitas desarticulados (GHILARDI, 2004).

Os bivalvíos *Grammysioidea* consistem em valvas direita e esquerda com convexidade voltada para baixo e arredondamento das bordas sugerem maior tempo de transporte e exposição. De acordo com a orientação concordante em seção, corroborando a hipótese de redeposição dos bioclastos. A orientação unimodal sugere que esses organismos tenham sido transportados por correntes unidirecionais por maiores distâncias. Enquanto que a aparente orientação polimodal dos fragmentos vegetais, associados aos bivalvíos *Grammysioidea*, sugere uma possível mistura temporal dos bioclastos.

A totalidade de valvas e segmentos corporais desarticulados e o acentuado grau de fragmentação são sugestivos de uma baixa taxa de sedimentação, acompanhada de pouca variação de classes de tamanho entre os *taxa* que também aponta para um ambiente de baixa energia.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose é mista, parautócone-alóctone, segundo Kidwell, Fürsich e Aigner (1986).

Tabela 3 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Itainópolis. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Grammysioidea</i> sp.	0/1	0	1	1	1	0	0	2	3
<i>Derbyina withiorum</i>	2	0	1	1	X	1	0	1	1
<i>Burmeisteria notica</i>	1	0	2	1	X	0	0	0	2
<i>Plectonotus</i> sp.	X	0	1	X	X	1	0	1	2
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	X	2	X	0	0	0	1	1-2

7.1.3 Afloramento Sussuapara

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: braquiópodes Terebratulida, fragmentos associados a trilobitas, e Tentaculitida (*Tentaculites* sp.); vegetais: *Spongiophyton* sp.; icnofósseis: *Neoskolithus* isp. (SILVA, 2009; PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos finos, arroxeados e micáceos, com estratificação cruzada *hummocky*, intercalados a arenitos médios a conglomeráticos, com níveis de conglomerados finos e de siltitos amarelos. Na parte média do afloramento encontram-se concreções ferruginosas afossilíferas, enquanto que a ocorrência de macrofósseis permanece restrita a blocos rolados de arenitos finos, arroxeados com estratificação cruzada *hummocky*, conforme documentado em cadernetas de campo (SILVA, 2009; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados, braquiópodes (*Derbyina* sp., *Derbyina whitiorum*, *Mucruspirifer?* sp.), bivalvíos (*Spathella pimentana*), gastrópodes (*Bucanella* sp., *Tropidodiscus* sp.), trilobitas (*Burmeisteria notica*) e tentaculítídeos (*Tentaculites* sp.). Fragmentos vegetais (*Spongiophyton* sp.).

Litologia associada ao material preparado: Material preparado é composto de arenitos muito finos a finos avermelhado/arroxeados, micáceo, com raros intraclastos e estratificação cruzada *hummocky*. Predomínio de amostras soltas e blocos rolados, não sendo viável a elaboração de um perfil estratigráfico.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras preparadas do ponto de coleta indicam estrutura interna simples, com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada e mal selecionada e politípica. Os macrofósseis estão associados a blocos rolados de arenitos finos arroxeados, com estratificação cruzada *hummocky* (Figura 24).

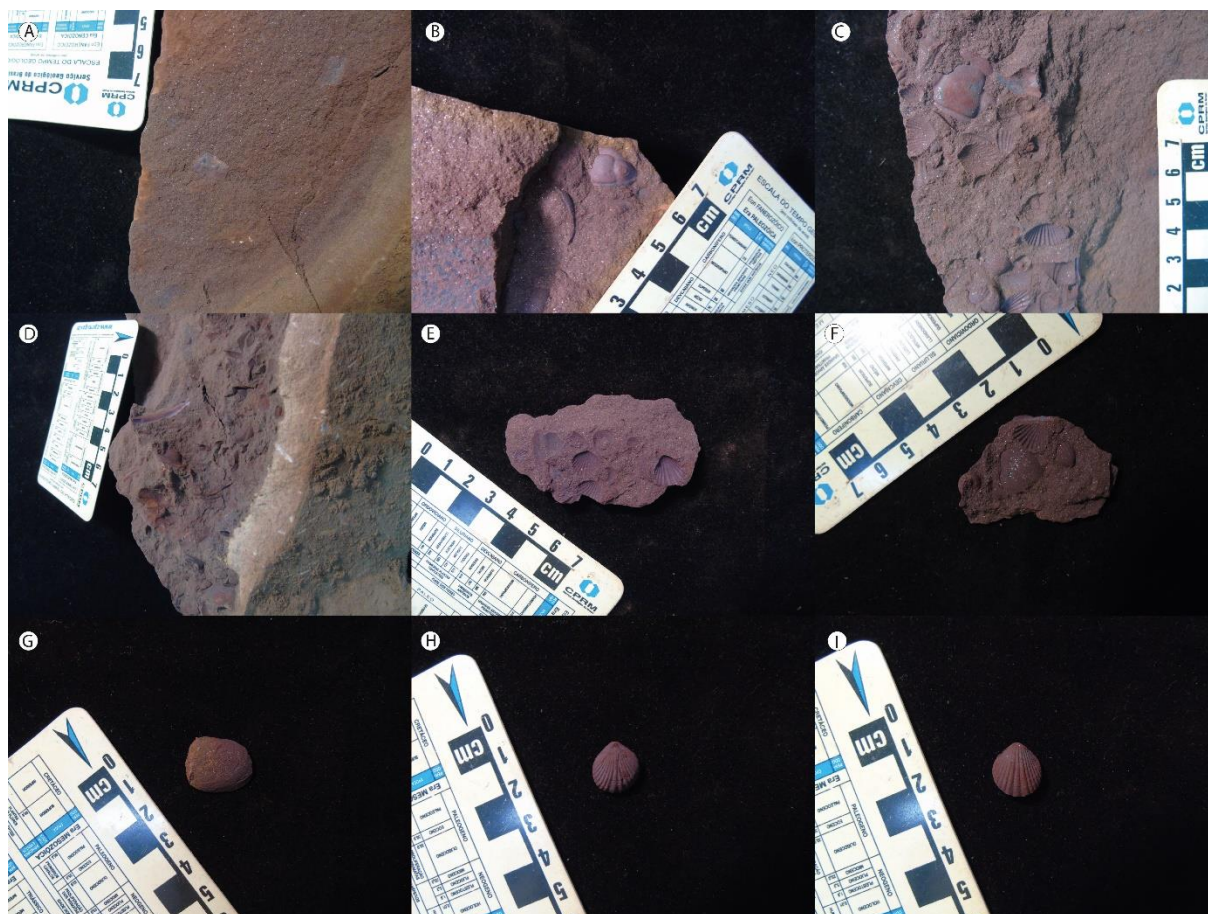
A totalidade dos bioclastos se apresenta desarticulada (Brachiopoda, Bivalvia, Gastropoda, Trilobita e Tentaculitoidea), com exceção de raros espécimes de *Derbyina* sp. e

de *Derbyina whitiorum* com moderada variação de classes de tamanho, e moderado a alto grau de fragmentação.

Os braquiópodes *Derbyina* sp. e *Derbyina whitiorum* são encontrados em valvas ventrais e articuladas, também ocorrendo valvas dorsais na segunda. Ambas possuem grau baixo a moderado de fragmentação e bordas angulosas, com alguns bioclastos de bordas arredondadas e sem aparentes modificações. O único exemplar atribuído a *Mucrospirifer?* sp. corresponde a uma valva dorsal, com baixo grau de fragmentação, e sem modificações aparentes nas bordas. O mesmo se aplica ao espécime de bivalvío, *Spathella pimentana*, com bordas angulosas e alto grau de fragmentação, que não permitiu a identificação do tipo de valva. Em relação aos gastrópodes *Bucanella* sp. e *Tropidodiscus* sp., os espécimes apresentam diferentes graus de fragmentação (de baixo a alto), com exemplares mostrando bordas angulosas e sem aparente modificações. A ocorrência de trilobitas se restringe à presença de glabelas e somitos de *Burmeisteria notica*, com baixo grau de fragmentação e bordas angulosas, e sem modificações em alguns espécimes. Tentaculídeos (*Tentaculites* sp.) também possuem alto grau de fragmentação; enquanto que fragmentos vegetais variam de moderado a alto grau de fragmentação, com diferentes classes de tamanho.

Todos os bioclastos analisados estavam ausentes de incrustação. Em função da baixa abundância de fósseis não foi possível identificar a distribuição em planta. Distribuição em seção tem predomínio de formas concordantes, com algumas formas oblíquas (*Derbyina whitiorum*, *Bucanella* sp. e *Spongiophyton* sp.) e perpendiculares (*Bucanella* sp.).

Figura 24 – Fósseis coletados em Sususapara.



Legenda: (A) – *Spongiophyton* sp.; (B) – *Burmeisteria notica*; (C) – *Burmeisteria notica*, *Mucruspirifer*? sp., *Derbyina* sp.; (D) - *Trilobitas* indet, *Bucanella* sp.; (E) – *Derbyina* sp.; (F) – *Trilobita* indet, *Derbyina* sp., *TRopidodiscus* sp.; (G) – *Bivalvio* indet.; (H) e (I) – *Derbyina* sp.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende.

Interpretação: No ponto de coleta de Sussuapara, os níveis fossilíferos são representados por arenitos finos arroxeados. A gênese desta tafocenose está relacionada a eventos de alta energia em função da presença de estratificação cruzada *hummocky*.

Pelo fato de a coleta deste material não ter sido orientada, assinaturas tafonômicas como a orientação da concavidade não puderam ser avaliadas.

As assinaturas tafonômicas identificadas nos bioclastos apontam para um ambiente com alta taxa de sedimentação. A presença de braquiópodes *Derbyina* sp. e *Derbyina whitiorum* articuladas, com baixo a moderado grau de fragmentação, e com bordas que variam desde sem modificações a angulosas, são indicativos de nenhuma a pouca exposição a interfase sedimento-água, seguida de um soterramento rápido. Também é sugestiva de um reduzido tempo de exposição, a presença de valvas desarticuladas de braquiópodes *Derbyina*

e *Mucruspirifer*, que apesar de desarticuladas, possuem um bom grau de preservação, com baixa ou nenhuma taxa de fragmentação. Indicativo de desarticulação ter ocorrido em decorrência de um possível retrabalhamento desses bioclastos.

Os demais *taxa* se apresentam totalmente desarticulados. O único táxon de bivalvío *Spathella pimentana* aparece com alto grau de fragmentação e bordas arredondadas, resultantes de retrabalhamento em ambiente de alta energia. Os trilobitas seguem a classe tafonômica de Ghilardi (2004), que aponta a presença de escleritos desarticulados como deposição rápida de sedimentos no pós-morte e ação de agente bioturbadores.

Dentre os gastrópodes, *Bucanella* sp. tem grande variação no grau de fragmentação e diferentes distribuições em seção. Os organismos estão dispostos de forma concordante, oblíqua e perpendicular ao plano. As formas concordantes e oblíquas indicam mudança na orientação dos bioclastos, possivelmente por ação de agentes bioturbadores. Enquanto que sua disposição perpendicular (*in situ*) (PONCIANO *et al.*, 2007), como a observada em *Tropidodiscus* sp., estão possivelmente associadas a um evento de soterramento rápido, decorrente de uma alta taxa de sedimentação.

A moderada variação nas classes de tamanho também corrobora a hipótese de um ambiente de maior energia e, atrelada às características dos demais grupos taxonômicos, apoiam a hipótese de um ambiente com alta taxa de sedimentação.

Apesar de não ter sido realizada uma coleta orientada neste ponto, o baixo grau de transporte somado as demais assinaturas tafonômicas sugerem uma tafocenose parautóctone.

Tabela 4 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Sussuapara. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concauidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Derbyina</i> sp.	1/3	0/1	1	X	X	0	0	2	1
<i>Derbyina whitiorum</i>	0/1/3	0/1	0/1	X	X	0/1	0	0/1/2	1/2
<i>Mucrospirifer</i> ? sp.	2	0	0	X	X	0	0	0	2
<i>Spathella pimentana</i>	2	0	1	X	X	0	0	2	1
<i>Bucanella</i> sp.	X	0	0/1/2	X	X	0/1/2	0	0/1	1/2
<i>Tropidodiscus</i> sp.	X	0	1	X	X	2	0	1	1/2
<i>Burmeisteria notica</i>	1/4/8	0/1	1	X	X	0	0	0/1	2
<i>Tentaculites</i> sp.	X	0	2	X	X	0	0	1	2
<i>Spongiophyto</i> n sp.	X	X	1/2	X	X	0/1	0	0	1/2/3

7.1.4 Afloramento Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1):

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: braquiópodes (*Tropidoleptus carinatus*, *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, *Orbiculoidea* sp., Terebratulida e Lingulida), conularídeos indeterminados, trilobitas (*Burmeisteria notica* e *Metacryphaeus kegeli*), tentaculídeos (*Tentaculites* sp.), bivalvíos (*Palaeoneilo* sp. e *Grammysioidea* sp.), gastrópodes belerofontídeos (*Plectonotus* sp.); icnofósseis (*Bifungites munizi*, *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., *Lophoctenium* isp. e *Skolithus* isp.; ostrácodes e hiolitídeos indeterminados, restos vegetais indeterminados e fragmentos de peixes (KEGEL, 1953; PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos finos a médios esbranquiçados a amarelados, micáceos, com estratificação cruzada *hummocky*, e por siltitos cinza-amarelados. A maior parte dos fósseis (moldes internos e externos) foram encontrados em blocos rolados, tendo maior concentração e melhor preservação em amostras de arenito fino esbranquiçado, e mais dispersos e de maior fragmentação nos arenitos amarelados. Nas amostras de siltito cinza predominam icnofósseis e fragmentos dispersos de invertebrados (trilobitas e braquiópodes) e vegetais. Esta localidade corresponde à parte basal da Formação Pimenteira, e a localidade tipo do táxon *Metacryphaeus kegeli* (CARVALHO, EDGECOMBE e LIEBERMAN, 1997; PONCIANO *et al.*, 2012a e referências; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados: braquiópodes (*Tropidoleptus carinatus*, *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, *Derbyina* sp., “*Lingula*” sp., *Australocoelia palmata*, *Orbiculoidea* sp.), bivalvíos (Gen.nov. sp. nov., *Palaeoneilo* sp., *Grammysioidea* sp.), trilobitas (*Burmeisteria notica*), gastrópodes (*Bucanella* sp.), tentaculites (*Tentaculites eldregianus*), conularídeos indeterminados; icnofósseis (*Paleophycus* isp., *Diplichnites* isp., *Bifungites piauiensis*, *Bifungites munizi*, *Phycosiphon incertum*).

Litologia associada ao material preparado: Material analisado é composto de arenitos finos esbranquiçados a amarelados, micáceos com estratificação cruzada *hummocky*. Também ocorrem siltitos arenosos cinza e micáceos. Comprimento vertical do ponto de coleta de aproximadamente 13 metros e 12 cm.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras preparadas do ponto de coleta (Figura 25) indicam estrutura interna simples, com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada, mal selecionada e politípica.

A totalidade dos bioclastos se apresenta desarticulada (Brachiopoda, Bivalvia, Gastropoda, Trilobita, Tentaculitoidea e Conularidae), com diferentes classes de tamanho e moderado a alto grau de fragmentação.

Os braquiópodes *Tropidoleptus carinatus* e *Derbyina* sp. foram identificados em valvas ventrais, dorsais e em fragmentos de valvas. O grau de fragmentação dos bioclastos varia de moderado a alto, com diferentes classes de tamanho. A orientação da concavidade predomina para cima e para baixo e com bordas sem aparente modificações em ambos os taxa, e mais raramente espécimes achatados de *Derbyina* sp. e com bordas angulosas de *Tropidoleptus*. Outras ocorrências envolvem *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, “*Lingula*” sp., *Orbiculoidea* sp. e *Australocoelia palmata*.

Montsenetes cf. *M. boliviensis* e *Australocoelia palmata* predominam como valvas ventrais com concavidade para baixo, com grau de fragmentação variando de baixo a alto em *Montsenetes* e de baixo a moderado em *Australocoelia*. Em “*Lingula*” sp. e “*Orbiculoidea*” sp., devido ao alto grau de fragmentação, não foi possível identificar o tipo de valva, predominando apenas fragmentos, achatados em “*Lingula*” e de concavidade indeterminada em *Orbiculoidea*, sem variação de classe de tamanho e com bordas laceradas.

Os bivalvíos estão representados pelos taxa *Palaeoneilo* sp., *Grammysioidea* sp., e Gen.nov. sp. nov predominam valvas direitas no primeiro, esquerdas no segundo, e dos dois tipos no último. Grau de fragmentação baixo, com concavidade voltada para baixo e bordas angulosas em *Palaeoneilo* sp., moderado com concavidade para cima e bordas laceradas em *Grammysioidea* sp. e variado de baixo a alto em Gen. nov. sp. nov., com exemplares de concavidade voltada para cima e para baixo, e de bordas angulosas e arredondadas. Todos os taxa têm grande variação de classes de tamanho.

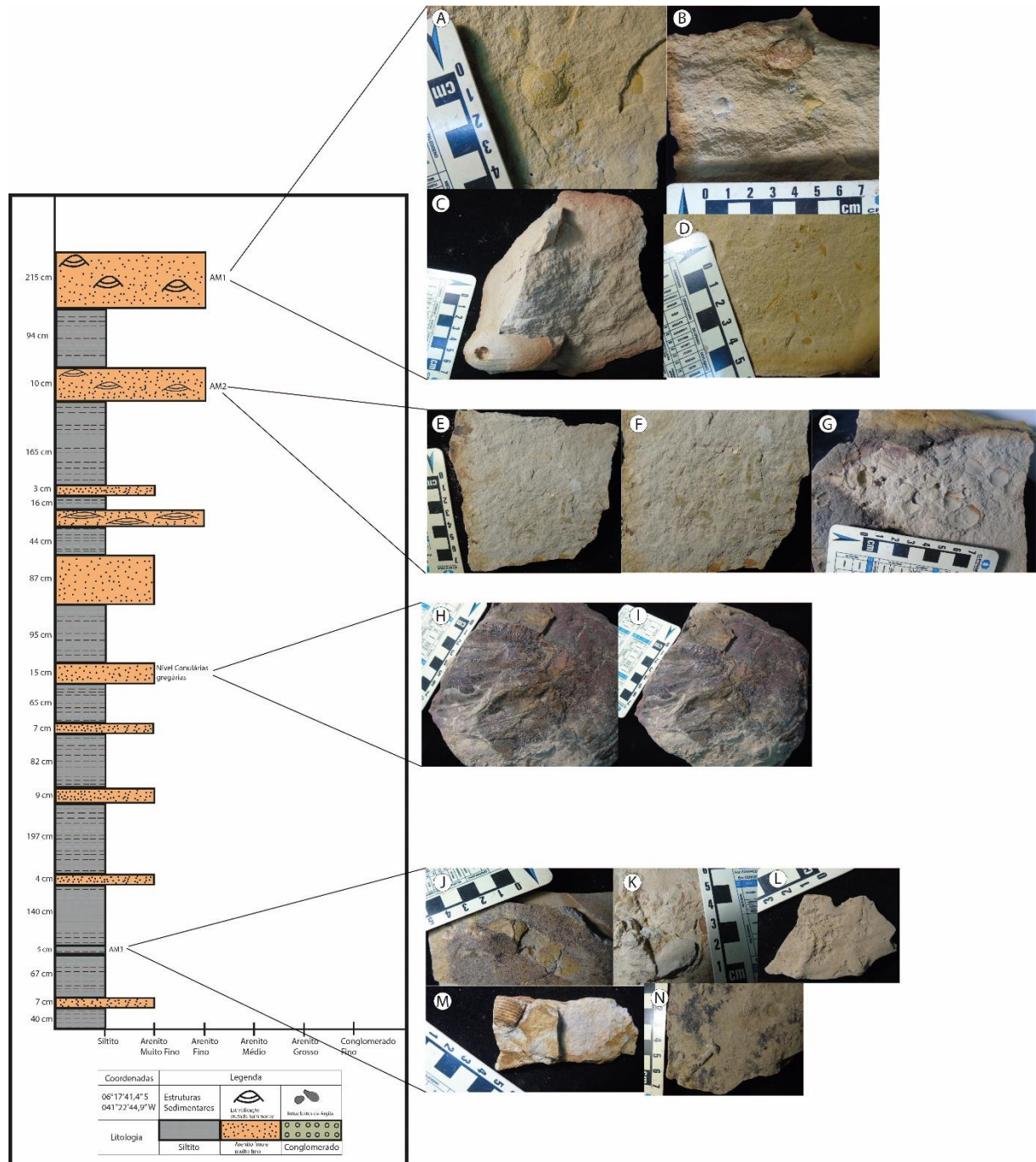
A ocorrência de trilobitas está associada a somitos de *Burmeisteria notica* com moderado grau de fragmentação e sem aparente modificações nas bordas. Os espécimes de gastrópode *Bucanella* sp. tem grau moderado de fragmentação, sem aparente modificações nas bordas. Tentaculítídeos (*Tentaculites eldregianus*) com grau moderado de fragmentação e

bordas angulosas. Os conularídeos não puderam ser classificados, em função do grau moderado a alto de fragmentação e bordas laceradas.

Todos os bioclastos estão livres de incrustações, com exceção de espécimes de *Grammysioidea* sp.. Em função da baixa abundância de fósseis, não foi possível identificar a distribuição em planta. A distribuição em seção tem predomínio de formas concordantes, com raras formas oblíquas (*Tropidoleptus carinatus*, bivalvío Gen. nov. sp. nov.) e raras formas perpendiculares (*Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, bivalvío Gen. nov. sp. nov., *Bucanella* sp.).

Na base do ponto de coleta estão 107 cm de siltitos, intercalados a 7 cm de arenitos muito finos arroxeados. Sobrepostos estão 5 cm de siltitos arenosos cinza/avermelhado (AM3), associados a icnofósseis *Palaeophycus* isp., *Diplichnites* isp., *Phycosiphon incertum* e *Bifungites piauiensis*, *Bifungites munizi* e a braquiópodes *Derbyina* sp., “*Lingula*” sp. e *Australocoelia palmata*. Acima desta camada estão 524 cm de siltitos intercalados a arenitos muito finos. Em seguida estão 15 cm de arenitos muito finos arroxeados, correspondente ao nível das conulárias gregárias, que não puderam ser classificadas em decorrência do grau de fragmentação. Continuando 415 cm de intercalação entre siltitos e arenitos muito finos, até chegar o novo nível fossilífero (AM2) com 10 cm de espessura de arenitos finos esbranquiçados, micáceos, associados a fragmentos vegetais e braquiópodes *Montsenetes* cf. *M. boliviensis* e *Tropidoleptus carinatus*. Após o nível AM2, estão 94 cm de siltitos, até o nível AM1, mais fossilífero do ponto de coleta, com 215 cm de arenitos finos amarelados micáceos, com estratificação cruzada *hummocky*, associado a fragmentos vegetais, braquiópodes *Tropidoleptus carinatus*, *Orbiculoidea* sp., *Montsenetes* cf. *M. boliviensis* e *Derbyina* sp., bivalvíos Gen. nov. sp. nov., *Palaeoneilo* sp., *Grammysioidea* sp., gastrópodes *Bucanella* sp., tentaculitoidea *Tentaculites eldregianus* e trilobitas *Burmeisteria notica*.

Figura 25- Perfil estratigráfico de Morro branco de Kegel.



Legenda: (A) – *Montsenetes cf. boliviensis*; (B) – *Grammysioidea sp.*; (C) – *Palaeoneilo? sp.*; (D) Trilobita indet; (E) e (F) – Fragmentos vegetais; (G) – *Tropidoleptus carinatus* e trilobita indet.; (H) e (I) – Conulariida indet.; (J) – *Derbyina sp.*; (K) – *Australocoelia palmata*; (L) – *Phycosiphon incertum*; (M) – Trilobita indet; (N) – *Bifungites munizi*.

Fonte: Fotos e perfil de João M. P. de Rezende.

Interpretação: No ponto de coleta do Morro Branco de Kegel (Pimenteiras 1) os níveis fossilíferos são representados por siltitos arenosos cinza/avermelhado e por arenitos finos esbranquiçados e amarelados. A gênese desta tafocenose foi interpretada como sendo de eventos de baixa energia nos níveis de siltitos, e de alta energia nos arenitos, esses em função da presença de estratificações cruzadas do tipo *hummocky*.

A ocorrência de conulárias no ponto do Morro Branco de Kegel equivale a um nível de arenitos muito finos arroxeados. Os bioclastos encontrados se aproximam à classe tafonômica 3-III de Rodrigues, Simões e Leme (2003), representado por indivíduos incompletos com tecas “rasgadas” e achatadas lateralmente. Nos exemplares deste ponto de coleta foi observado um elevado grau de fragmentação, sugerindo maior transporte e exposição à interface água-sedimento.

Os trilobitas consistem em somitos e fragmentos de céfalos de *Burmeisteria notica* e somitos articulados de classificação indeterminada, com moderado grau de fragmentação e orientação de convexidade com espécimes voltados para cima e para baixo. Sendo equivalente à classe 2-I e 2-II de Ghilardi (2004), que abrange escleritos de trilobitas parcialmente desarticulados e totalmente desarticulados como sugestivos de retrabalhamento.

Os tentaculítídeos (*Tentaculites eldregianus*) são isolados possuem alto grau de fragmentação, com distribuição em seção concordante. Essas características podem ser comparadas a classe 1 de Comniskey (2016) que interpreta esses organismos como alóctones, indicando ambientes de alta energia.

A ocorrência de braquiópodes com diferentes estados de fragmentação (*Tropidoleptus carinatus*, *Derbyina* sp., *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, “*Lingula*” sp. e “*Orbiculoidea*” sp.) e orientações da concavidade das valvas sugerem uma concentração para autóctone, com valvas para cima em posições hidrodinamicamente instáveis (*in situ*), e para baixo em posição mais estáveis, sugerindo moderado grau de transporte e/ou moderado grau de retrabalhamento. A variação no grau de fragmentação, e as bordas sem modificações ou angulosas, também apontam para transporte dos bioclastos e moderado tempo de exposição à interface água-sedimento.

Os bivalvíos (Gen.nov. sp.nov., *Palaeoneilo* sp. e *Grammysioidea* sp.) também têm moderado a alto grau de fragmentação, bordas angulosas e arredondadas, além de diferentes posições de concavidade, por sua vez também sugerindo relativo grau de transporte e/ou de retrabalhamento.

A presença de icnogêneros como *Palaeophycus* isp., *Phycosiphon incertum*, *Bifungites piauienses* e *Bifungites munizi* sugerem abundantes bioturbações. Apontando para retrabalhamento, em função da atividade biogênica (SEDORKO *et al.*, 2017).

A elevada variação nas classes de tamanho também corrobora a hipótese de um ambiente de maior energia, e atrelada às características dos demais grupos taxonômicos, apoiam a hipótese de um ambiente com alta taxa de sedimentação.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose é mista, parautócone-alóctone, segundo Kidwell, Fürsich e Aigner (1986).

Tabela 5 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Morro Branco de Kegel.

Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concauidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Tropidoleptus carinatus</i>	0/1/2	0	1/2	0/1	X	0/1	0	0/1	1/2/3
<i>Montsenetes</i> cf. <i>M. boliviensis</i>	1	0	0/1/2	1	X	0/2	0	1	1/3
<i>Derbyina</i> sp.	0/1/2	0	1/2	0/1/2	X	0	0	0	1
“ <i>Lingula</i> ” sp.	2	0	2	2	X	0	0	1	1
<i>Australocoelia palmata</i>	1	0	1	1	X	0	0	1	1
<i>Orbiculoidea</i> sp.	2	0	2	X	X	0	0	1	1
Bivalvia - Gen.nov. sp.nov.	0/1	0	0/1/2	0/1	X	0/1/2	0	1/2	0/1/2
<i>Palaeoneilo</i> sp.	0	0	0	1	X	0	0	1	5/6
<i>Grammysioidea</i> sp.	1	0	1	0	X	0	1	1	3

<i>Burmeisteria notica</i>	1/8	0	1	0/1	X	0	0	0	1
Trilobita indet	8	1	1	0/1	X	0	0	0	2
<i>Bucanella</i> sp.	X	X	1	X	X	2	0	0	0
<i>Tentaculites eldregianus</i>	X	X	1	X	X	0	0	1	1
Conulariida indet	X	X	1/2	2	X	0	0	1	2/6/7

7.1.5 Afloramento Picos 2

Fauna associada à literatura: Foi previamente identificado fósseis de invertebrados: braquiópodes (*Scaphiocoelia?* sp. e *Australocoelia* sp.), gastrópodes Bellerophontida (*Plectonotus* sp.), bivalvíos (*Palaeoneilo* sp., *Grammysioidea* sp., e *Cucullella?* sp.) e trilobitas (*Burmeisteria notica* e *Metacrypaheus kegei*); vertebrados (Climatiiformes e Ctenacanthiformes); vegetais (*Spongiophyton* sp., e fragmentos indeterminados); icnofósseis (*Skolithus* isp., *Planolites* isp., *Arenicolites* isp., *Lophoctenium?* isp. e *Rusophycus* isp.) (Ponciano *et al.*, 2012a; FIGUEROA e MACHADO, 2016).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos muito finos a finos esbranquiçados a amarelados, micáceos, com estratificação cruzada *hummocky* e marcas de ondulações assimétricas, intercalados a argilitos e siltitos. As amostras estão associadas a numerosos intraclastos de argila e seixos de quartzo. Os macrofósseis foram encontrados em arenitos finos amarelados com estratificação cruzada *hummocky*, e na base desses arenitos estão associados icnofósseis. Este afloramento representa o topo da Formação Pimenteira, tendo sido citado nos trabalhos de Janvier e Melo (1992), Maisey e Melo (2005) e mais recentemente por Figueroa e Machado (2016) (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Espinho de climatiiformes, espinho de chondrichthyes indeteterminado, trilobitas indeterminados, *Metacrypaheus kegei*, *Palaeoneilo* sp., *Plectonotus* sp., *Spongiophyton* sp.

Litologia associada ao material preparado: Arenitos muito finos a finos, micáceos, de coloração esbranquiçada a amarelada/avermelhada. Ocorrem associados aos arenitos numerosos intraclastos de argila e seixos de quartzo.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras preparadas do ponto de coleta (Figura 26) indicam estrutura interna simples, com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada, mal selecionada e politípica.

Os macrofósseis estão associados a arenitos muito finos a finos de coloração esbranquiçada a amarelada, e associados a numerosos intraclastos argilosos de tamanhos

variados. A totalidade dos bioclastos se encontra desarticulada (Bivalvia, Trilobita e vertebrados) com variados graus de fragmentação e moderada variação nas classes de tamanho.

Dentre as amostras analisadas, um único táxon de bivalvío foi identificado e classificado como *Palaeoneilo* sp., predominando valvas direitas com baixo grau de fragmentação, bordas angulosas, e sem variação de classes de tamanho. Os bioclastos apresentam concavidade voltada para cima e para baixo, e orientação sugerindo distribuição bimodal em planta. A ocorrência de trilobitas está representada por somitos e pigídios de classificação taxonômica indeterminada e por céfalos de *Metacrypaheus kegei*. Ambos os grupos possuem grau moderado a alto de fragmentação, sendo o primeiro com concavidade orientada para cima e com espécimes de bordas angulosas e arredondadas, e o segundo com concavidade voltada para baixo e bordas angulosas.

Com relação aos gastrópodes, também foi identificado um único táxon classificado como *Plectonotus* sp., com baixo grau de fragmentação, bordas angulosas e sem variação de classe de tamanho. Os espécimes vegetais correspondem exclusivamente a *Spongiophyton* sp., com baixo a moderado grau de fragmentação e bordas angulosas, também sem variação de classe de tamanho. Com relação aos vertebrados, somente foram identificados espinhos de chondrichthyes indeterminados, e de acantódio climatiiformes. Ambos possuem grau moderado a alto de fragmentação, bordas angulosas e pouca variação de classes de tamanho.

Todos os bioclastos estão ausentes de incrustação e com distribuição em sessão com predomínio de formas concordantes, com exceção do gastrópode *Plectonotus* sp., que apresenta distribuição perpendicular.

Na base do ponto de coleta estão 40 cm de arenitos muito finos, de coloração esbranquiçada, seguidos de 23 cm de siltito cinza escuro, 47 cm de arenito fino, cinza e micáceo com estratificação cruzada *hummocky*. Em direção ao topo estão 18 cm de siltitos cinza, uma camada de arenitos brancos muito finos e 7 cm de siltito cinza.

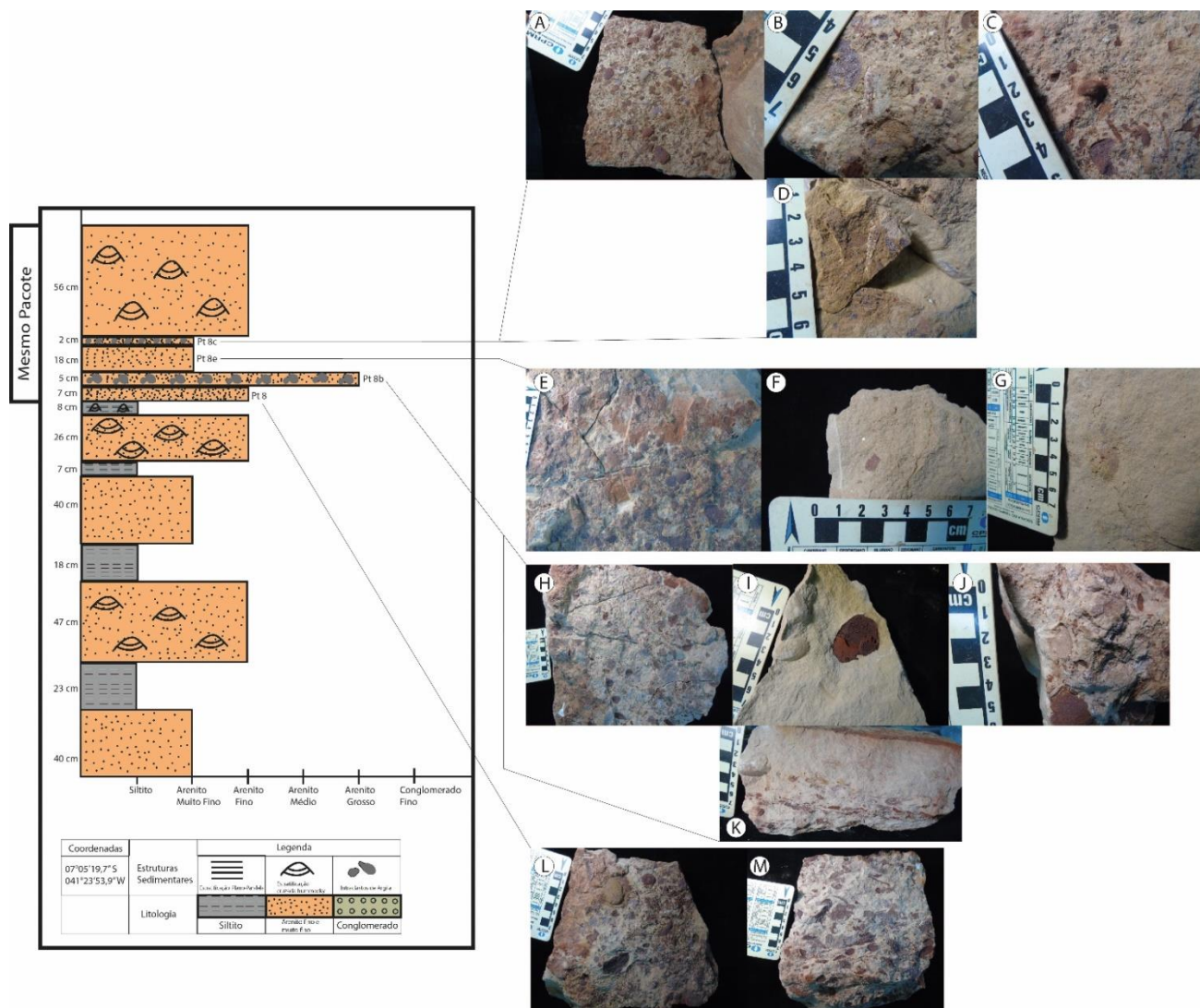
Os níveis seguintes correspondem aos intervalos fossilíferos do ponto de coleta. O pt 8f corresponde a 26 cm de arenitos finos de coloração esbranquiçada a amarelada com estratificação cruzada *hummocky* associado a fragmentos vegetais. No contato com o nível seguinte, estão marcas de ondulações assimétricas, separando de 8 cm de siltitos intercalados a arenitos muito finos de coloração esbranquiçada. Em seguida, estão 7 cm de arenitos finos amarelados associados a bivalvíos. Contudo, esses não puderam ser analisados no material preparado.

Dentre as amostras estudadas, os intervalos fossilíferos identificados correspondem aos níveis seguintes. O intervalo seguinte, pt 8b, têm 5 cm de arenito grosso associado a intraclastos de argila e seixos de quartzo. Nestes arenitos foram identificados somitos de trilobita indeterminados e valvas (predominantemente direita) de *Palaeoneilo* sp. Acima estão 80 cm de arenito fino amarelado com intraclastos (pt 8e), onde foram identificados fragmentos de *Spongiophyton* sp. e por céfalos de *Metecrypaheus kegei*.

O nível seguinte, pt 8c, é composto por arenitos associados a intraclastos de argila e seixos de quartzo, onde foram encontrados espinhos de condrichthyes indeterminados e de acantódios Climatiiformes, juntamente com fragmentos vegetais *Spongiophyton* sp., e pigídios de trilobita de classificação indeterminada.

O topo do ponto de coleta consiste em 56 cm de arenito fino amarelado com estratificação cruzada *hummocky*. Neste nível não foram identificados fósseis.

Figura 26. Perfil estratigráfico de Picos 2.



Legenda: (A) – Trilobitas indeterminados, intraclastos de argila e seixos de quartzo; (B) – Espinho de Chondrichthyes indet; (C) – *Plectonotus* sp.; (D) – Climatiiformes indet.; (E) – Arenitos com intraclastos argilosos; (F) – *Spongiophyton* sp.; (G) – *Metacrypaheus Kegeli*.; (H) – Arenitos com intraclastos argilosos; (I) – *Palaeoneilo* sp., Trilobita indet; (J) – *Palaeoneilo*? sp.; (K) – Arenito com intraclastos e seixo de quartzo; (L) e (M) – Arenitos associados a intraclastos de argila indeterminados.

Fonte: Fotos e perfil de João M. P. de Rezende.

Interpretação: No ponto de coleta de Picos 2, os níveis fossilíferos são representados por arnitos finos esbranquiçados a amarelados, micáceos, associados a intraclastos de argila. A gênese desta tafocenose está relacionada a eventos de alta energia em função da presença de estratificação cruzada *hummocky*.

Os espécimes de bivalvíos restritos a um único táxon *Palaeoneilo* sp. têm valvas totalmente desarticuladas, com moderado grau de fragmentação e bordas angulosas. A orientação da concavidade varia entre os bioclastos, estando alguns com concavidade voltada para cima e outras para baixo. Por meio deste táxon, pode ser identificada uma distribuição em planta bimodal, sugestiva de ocorrência de fluxos oscilatórios, que por sua vez resultam em estratificações do tipo *hummocky* (HOLZ e SIMÕES, 2002), corroborando para ambiente de alta energia.

Os trilobitas estão representados totalmente por escleritos desarticulados; céfalos de *Metacrypaheus kegei*, e somitos e pigídio em clastos de classificação indeterminada. A concavidade predominante é voltada para cima, sugerindo uma posição hidrodinamicamente instável, ocasionada por um evento de condições turbulentas, levando à redeposição dos bioclastos por decantação. A assinatura tafonômica dos trilobitas se aproxima da classe 2-II de Ghilardi (2004), que indica uma provável ação de agentes bioturbadores ou rápida deposição de sedimentos após a morte dos organismos.

Os espinhos de peixes se encontram isolados e com moderado a alto grau de fragmentação, sugerindo exposição às correntes de maior energia. Apesar desta localidade já possuir registros de vertebrados na literatura (JANVIER e MELO, 1992; MAISEY e MELO, 2005; FIGUEROA e MACHADO, 2016), pouco ainda é conhecido acerca de suas características tafonômicas.

A moderada variação das classes de tamanho dos bioclastos, somada aos numerosos intraclastos de argila de tamanhos variados e a presença de raros seixos de quartzo indicam um ambiente de alta energia, mas de transporte moderado, apontando para um episódio de rápida sedimentação. A presença de bordas angulosas na quase totalidade dos bioclastos, e a orientação perpendicular observada em *Plectonotus* sp., também podem sugerir retrabalhamento do sedimento.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja parautóctone.

Tabela 6 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Picos 2. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
Climatiiformes	15	0	1	X	X	0	0	1	3
Chondrichthyes indet	15	0	2	X	X	0	0	1	2
<i>Palaeoneilo</i> sp.	0	0	1	0/1	0	0	0	1	2
<i>Metacrypaheus kegeli</i>	1	0	2	1	X	0	0	1	3
Trilobita indet	7/8	0	1/2	0	X	0	0	1/2	1/2
<i>Plectonotus</i> sp.	X	X	0	X	x	2	0	1	1
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	X	1	X	X	0	0	1	1

7.1.6 Afloramento Picos 3

Fauna associada à literatura: Foi previamente identificado um único táxon de braquiópode: *Montsenetes* cf. *M. boliviensis* (SILVA, 2009; FONSECA, 2004; PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos muito finos, micáceos e amarelados, com lentes de conglomerados bem selecionados na base do afloramento. Acima do nível de conglomerados estão arenitos muito finos a finos, intercalados a siltitos esbranquiçados, contendo os espécimes de *Montsenetes* cf. *M. boliviensis* do afloramento. O mesmo afloramento e táxon foram citados em Fonseca (2004) (SILVA, 2009; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados: braquiópodes (*Montsenetes* cf. *M. boliviensis*) e bivalvíos (Gen.nov. sp.nov.), gastrópodes e trilobitas indeterminados.

Litologia associada ao material preparado: Material estudado é composto de arenitos muito finos a finos, micáceo, de coloração esbranquiçada a amarelada com intraclastos de argila. Também ocorrem lentes de conglomerados pequenos, bem selecionados, raros conglomerados grandes e seixos de quartzo pequenos e bem selecionados.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras preparadas do ponto de coleta (Figura 27) indicam estrutura interna simples, com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada e mal selecionada e politípica.

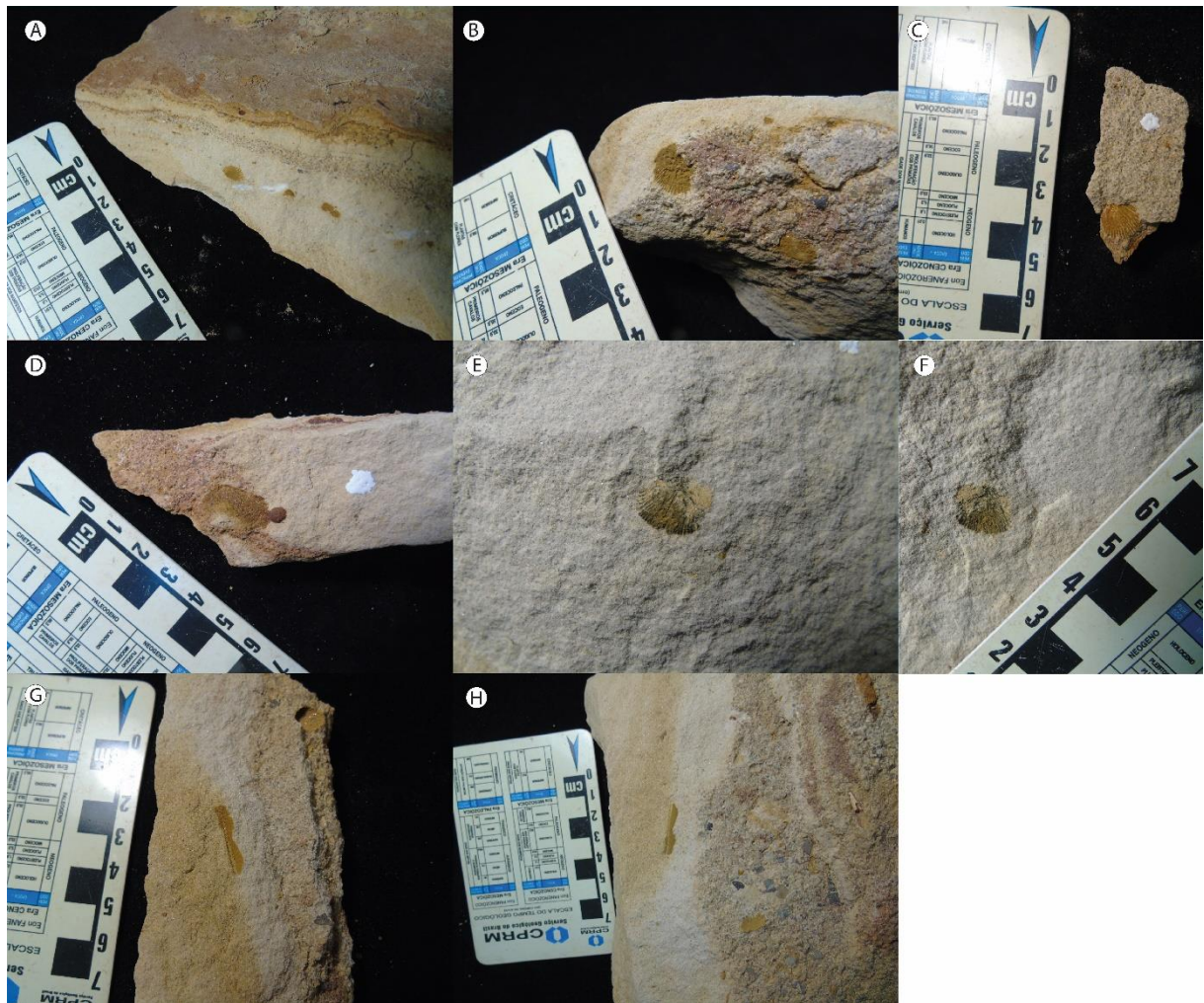
Os macrofósseis estão associados a blocos de arenitos muito finos com lentes de conglomerados bem selecionados, seixos de quartzo e poucos intraclastos de argila. A totalidade dos bioclastos se apresenta desarticulada (Brachiopoda, Bivalvia, Gastropoda e Trilobita), com grau moderado a alto de fragmentação e pouca variação nas classes de tamanho.

O único táxon de brachiopoda, *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, foi identificado por meio de valvas ventrais e fragmentos de valvas achatadas, com grau de fragmentação moderado a alto e bordas angulosas. Dentre os bivalvíos, também foi identificado um único

táxon, Gen. nov. sp. nov, por meio de valvas direitas com concavidade para baixo, grau de fragmentação moderado e bordas laceradas. Outras ocorrências envolvem gastrópodes, que em função do alto grau de fragmentação, não puderam ser classificados, e somitos de trilobitas, de grau moderado a alto de fragmentação, que também não puderam ser identificados.

Todos os bioclásticos estão ausentes de incrustações. A distribuição em seção tem predomínio de formas concordantes, com raras formas oblíquas (*Montsenetes* cf. *M. boliviensis*).

Figura 27- Fósseis coletados em Picos 3.



Legenda: (A), (B), (E) e (F) – *Montsenetes* cf. *boliviensis*; (C) *Tropidoleptus carinatus?* sp.; (D) *Bivalvia* Gen. nov. sp. nov.; (G) e (H) – *Trilobita* indet.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende

Interpretação: No ponto de coleta de Picos 3, os níveis fossilíferos são representados por arenitos muito finos, com lentes de conglomerados bem selecionados, seixos de quartzo e poucos intraclastos de argila. A gênese desta tafocenose está relacionada a eventos de menor nível de energia quando comparado aos demais afloramentos em função do conjunto de características apresentadas.

Os espécimes de braquiópodes, restritos a um único táxon, *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, se encontram totalmente desarticulados, com grau de fragmentação variando de moderado a alto, bordas angulosas e com distribuição em seção concordante e oblíqua. Com relação aos bivalvíos, também restritos a um único táxon, Gen. nov. sp. nov., exclusivamente representado por valvas direitas, de concavidade voltada para baixo, com grau moderado a alto de fragmentação, bordas angulosas e orientação concordante. Essas características apontam para maior tempo de exposição à interface sedimento-água, e consequentemente maior tempo de transporte.

Os trilobitas consistem em somitos desarticulados, com convexidade voltada para cima e para baixo, se aproximando da classe 2-II de Ghilardi (2004), sugerindo ambiente de pouca energia e baixa taxa de sedimentação, sendo transportados e redepositados. De maneira similar, os gastrópodes, que em função do alto grau de fragmentação não puderam ser identificados, estão dispostos de forma concordante ao plano, reforçando a ideia de transporte e de um possível retrabalhamento dos bioclastos.

As poucas variações das classes de tamanho também apontam para um ambiente de baixa energia e sedimentação. A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja parautóctone.

Tabela 7 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Picos 3. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concauidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Montsenetes</i> cf. <i>M. boliviensis</i>	1/2	0	1/2	2	X	0/1	0	1	1/2
Bivalvia - Gen.nov. sp.nov.	0	0	1	1	X	0	0	1	2
Gastrópodes indeterminados	X	X	2	X	X	0	0	1	X
Trilobitas indeterminados	8	0	1	1/2	X	0	0	1	2

7.1.7 Afloramento Mucambo

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: braquiópodes (*Scaphiocoelia?* sp., *Schuchertella?* sp., e *Australocoelia?* sp.); vegetais: (*Spongiophyton* sp. e *Hostinella* sp.); icnofósseis: *Bifungites piauiensis*, *Skolithus* isp., *Palaeophycus* isp., *Arenicolites* isp., *Lockeia* isp., *Rusophycus* isp., *Isopodichnus* isp., *Cruziana* isp., *Scolicia* isp., *Planolites* isp., *Bergaueria* isp., *Lophoctenium* isp., *Phycosiphon* isp., *Diplichnites* isp. e *Protopalaeodictyon* isp. (SILVA, 2009; PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto de conglomerados finos a médios e arenitos conglomeráticos, sendo sucedido por arenitos muito finos a finos, micáceos, de coloração esbranquiçada a avermelhada, com estratificação cruzada *hummocky* e assimétricas, intercalados a siltitos cinzas muito micáceos, e siltitos arenosos amarelados. A ocorrência de macrofósseis se concentra na base dos blocos de arenito (icnofósseis e braquiópodes), e nos siltitos cinza (fragmentos vegetais e icnofósseis). No topo do afloramento foram identificadas concreções *in situ*, afossilíferas (SILVA, 2009; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados: braquiópodes (*Derbyina* sp., *Australocoelia palmata*, *Schellwienella* sp.), trilobitas (*Burmeisteria notica*); fragmentos vegetais (*Spongiophyton* sp.); icnofósseis (*Phycosiphon incertum*, *Skolithus* isp., *Rusophycos* isp., *Planolites* isp., *Cruziana* isp., *Lophoctenium* isp., *Lockeia* isp., *Merostomichnites piauiensis*).

Litologia associada ao material preparado: Material estudado é composto por arenitos muito finos a finos, micáceos, de coloração esbranquiçada a avermelhada/arroxeadada, com raros intraclastos argilosos associados. Também ocorrem no mesmo ponto siltitos cinza micáceos, e conglomerados mal selecionados. Comprimento vertical do ponto de coleta igual a 9 metros e 76 cm.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras preparadas do ponto de coleta (Figura 28) indicam estrutura interna complexa, com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada, mal selecionada e politípica.

A totalidade dos bioclastos se apresenta desarticulada (Brachiopoda e Trilobita) com grau moderado de fragmentação e grande variação nas classes de tamanho.

Dentre os braquiópodes estão fragmentos de valvas de *Derbyina* sp., valvas dorsais de *Australocoelia palmata* e ventral de *Schellwienella* sp., com fragmentação moderada e pouca variação de classes de tamanho. As valvas e fragmentos se encontram achatadas em *Derbyina* e *Australocoelia*, e com concavidade para cima em *Schellwienella*. O único táxon de trilobita, *Burmeisteria notica*, foi identificado por meio de somitos articulados com baixo grau de fragmentação. Os espécimes de fragmentos vegetais, foram classificados como *Spongiophyton* sp.

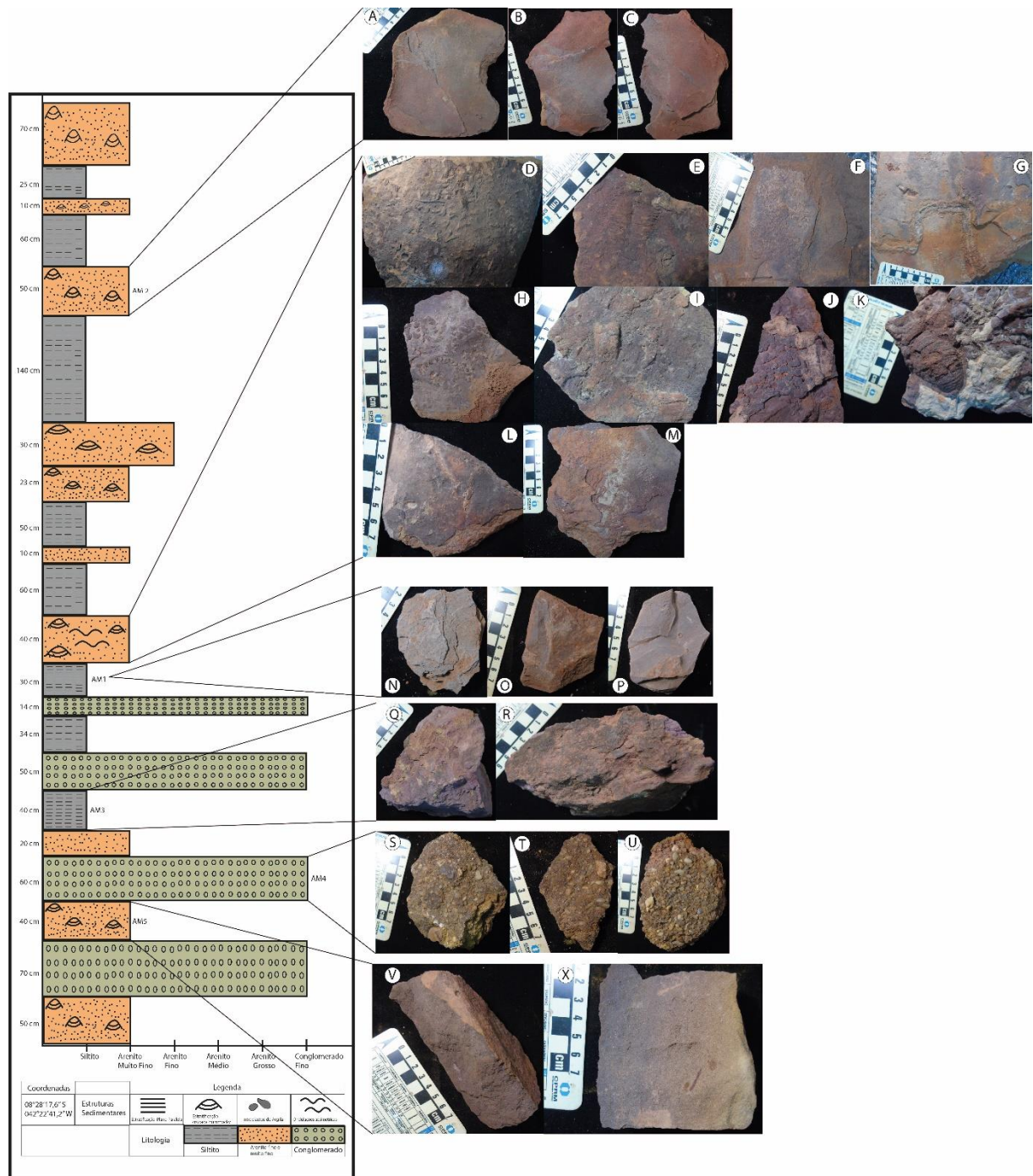
Todos os bioclastos estão ausentes de incrustações e a distribuição em sessão tem predomínio de formas concordantes.

Na base do ponto de coleta estão 50 cm de arenitos muito finos com estratificação cruzada *hummocky*, seguidos de 70 cm de conglomerados. Acima ocorrem 40 cm de arenitos muito finos (AM5), micáceos, de coloração cinza arroxeados associados a fragmentos vegetais indeterminados e *Spongiophyton* sp; 60 cm de conglomerados médios (AM4) com fósseis ausentes; 20 cm de arenitos brancos muito finos também com fósseis ausentes e 40 cm de siltito arenoso com icnofósseis.

Os dois níveis fossilíferos seguintes são o nível AM1 composto de 30 cm de siltitos cinza, pouco micáceos, com raros intraclastos argilosos e icnofósseis indeterminados e *Rusophycus* isp.. Em seguida, estão 40 cm de arenitos muito finos, com estratificação cruzada *hummocky* e marcas de ondulações assimétricas com direção norte e oeste no topo, com braquiópodes (*Schellwienella* sp., *Derbyina* sp. e *Australocoelia palmata*), trilobita (*Burmeisteria notica*) e icnofósseis (*Phycosiphon incertum?*, *Phycosiphon* isp., *Skolithus* isp., *Rusophycus* isp., *Planolites* isp., *Cruziana* isp., *Lophoctenium* isp., *Lockeia* isp., *Merostomichnites piauiensis*). Em direção ao topo, no nível AM2 composto de arenitos muito finos, micáceos, de coloração cinza-avermelhado, com estratificação cruzada *hummocky*, associados a fragmentos vegetais indeterminados.

Demais níveis do ponto de coleta são afossilíferos, intercalados entre siltitos cinza e arenitos muito finos esbranquiçados micáceos com estratificação cruzada *hummocky*. Também ocorre nível de conglomerados com seixos de quartzo.

Figura 28- Perfil estratigráfico de Mucambo.



Legenda: (A), (B) e (C) – Amostras de arenitos muito finos cinza-avermelhado.; (D) – *Planolites* isp., *Schellwienella* sp.; *Australocoelia palmata*; (E) – *Rusophycus* isp.; (F) – Icnofóssil indet.; (G) – *Cruziana* isp.; (H) – *Lophoctenium?* isp.; (I) – *Lockeia?* isp., *Lophoctenium?* isp., *Merostomichnites piauenses*; (J) – *Skolithus* isp.; (K) – *Burmeisteria notica*; (L) – *Derbyina* sp., *Australocoelia palmata*, *Arenicolites* isp.; (M) – *Phycosiphon incertum*; (N) – *Spongiophyton?* sp.; (O) – *Rusophycus?* Isp.; (P) – Amostra de siltito cinza; (Q) e (R) – Amostras de siltito arenoso; (S), (T) e (U) – Amostras de conglomérados finos com pequenos seixos de quartzo; (V) e (X) – *Spongiophyton* isp.

Fonte: Fotos e perfil de João M. P. de Rezende

Interpretação: No ponto de coleta de Mucambo, os níveis fossilíferos são representados por siltitos cinza, pouco micáceos, com raros intraclastos argilosos. A gênese desta tafocenose foi interpretada como relacionada a eventos de alta energia em função da presença de estratificação cruzada *hummocky*.

Os braquiópodes se encontram totalmente desarticulados, correspondendo a fragmentos de *Derbyina*, valvas dorsais de *Australocoelia* e ventral de *Schellwienella*. Todos possuem um grau moderado a alto de fragmentação e bordas angulosas. Os fragmentos de valvas de *Derbyina* estão achatados, enquanto que os de *Australocoelia* e *Schellwienella* estão com concavidade voltada para cima. Sendo condizente com a redeposição destes bioclastos por decantação.

Apesar dos somitos de trilobita permanecerem articulados, o alto grau de fragmentação é sugestivo da elevada energia do meio, e de uma alta taxa de sedimentação e atividade biológica, como descrito na classe 2-I de Ghilardi (2004).

A presença de icnogêneros como *Cruziana* isp., *Palaeophycus* isp., *Phycosiphon incertum*, *Lockeia* isp. e *Skolithus* isp. sugerem abundantes bioturbações. Apontando para retrabalhamento, em função da atividade biogênica (SEDORKO *et al.*, 2017).

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja parautóctone.

Tabela 8 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Mucambo. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Derbyina</i> sp.	2	0	1	2	X	0	0	1	1
<i>Australocoelia palmata</i>	0	0	1	0	X	0	0	1	1
<i>Schellwienella</i> sp.	1	0	1	0	X	0	0	1	2
<i>Burmeisteria notica</i>	8	1	1	X	X	0	0	1	4/5
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	X	2	X	X	0	0	1	0

7.1.8 Afloramento Pimenteiras 2

Fauna associada à literatura: Foi identificado um único táxon de trilobita: *Burmeisteria notica* (PONCIANO *et al.*, 2012).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos finos a médios esbranquiçados a avermelhados, micáceos, com estratificação cruzada *hummocky*, e siltitos cinza. A ocorrência de macrofósseis está restrita a uma única ocorrência de um único espécime de trilobita, articulado e em um bom estado de preservação. O afloramento está localizado na área tipo da Formação Pimenteira (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Foi identificado apenas um exemplar de trilobita (*Burmeisteria notica*).

Litologia associada ao material preparado: O único espécime de trilobita foi encontrado em uma amostra de siltito argiloso.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: A única amostra (Figura 29) foi coletada rolada, sem informações estratigráficas do ponto de coleta. O exemplar de trilobita (*Burmeisteria notica*) corresponde a somitos articulados, com baixo grau de fragmentação, sem incrustações e sem modificações nas bordas, encontrados em siltito argiloso.

Figura 29 – Fóssil coletado em Pimenteiras 2.



Legenda: *Burmeisteria notica*.

Fonte: Foto de João M.P. de Rezende.

Interpretação: No ponto de coleta de Pimenteiras 2, os níveis fossilíferos estão representados por um único exemplar de trilobita (*Burmeisteria notica*) em siltito argiloso.

A qualidade de preservação, a presença de articulação, o baixo grau de fragmentação, ausência de modificações nas bordas sugerem que a tafocenose seja de autóctone a parautóctone.

Tabela 9 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Pimenteiras 2. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Burmeisteria notica</i>	8	1	0	X	X	X	0	0	5

7.1.9 Afloramento Pimenteiras 3

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: braquiópodes (*Montsenetes* cf. *M. boliviensis*), conularídeos indeterminados, trilobitas (*Burmeisteria notica*) e gastrópodes belerofontídeos; fragmentos vegetais indeterminados; icnofósseis: *Planolites* isp., *Palaeophycus* isp., *Arenicolites* isp. e *Skolithus* isp. (PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos finos a médios de coloração esbranquiçada a avermelhada, micáceo, com estratificação cruzada *hummocky*, e siltitos cinza. Apesar da proximidade com o afloramento anterior, os macrofósseis dessa localidade possuem alto grau de fragmentação e desarticulação, ocorrendo associados a arenitos finos avermelhados. Este afloramento está localizado na área tipo da Formação Pimenteira (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

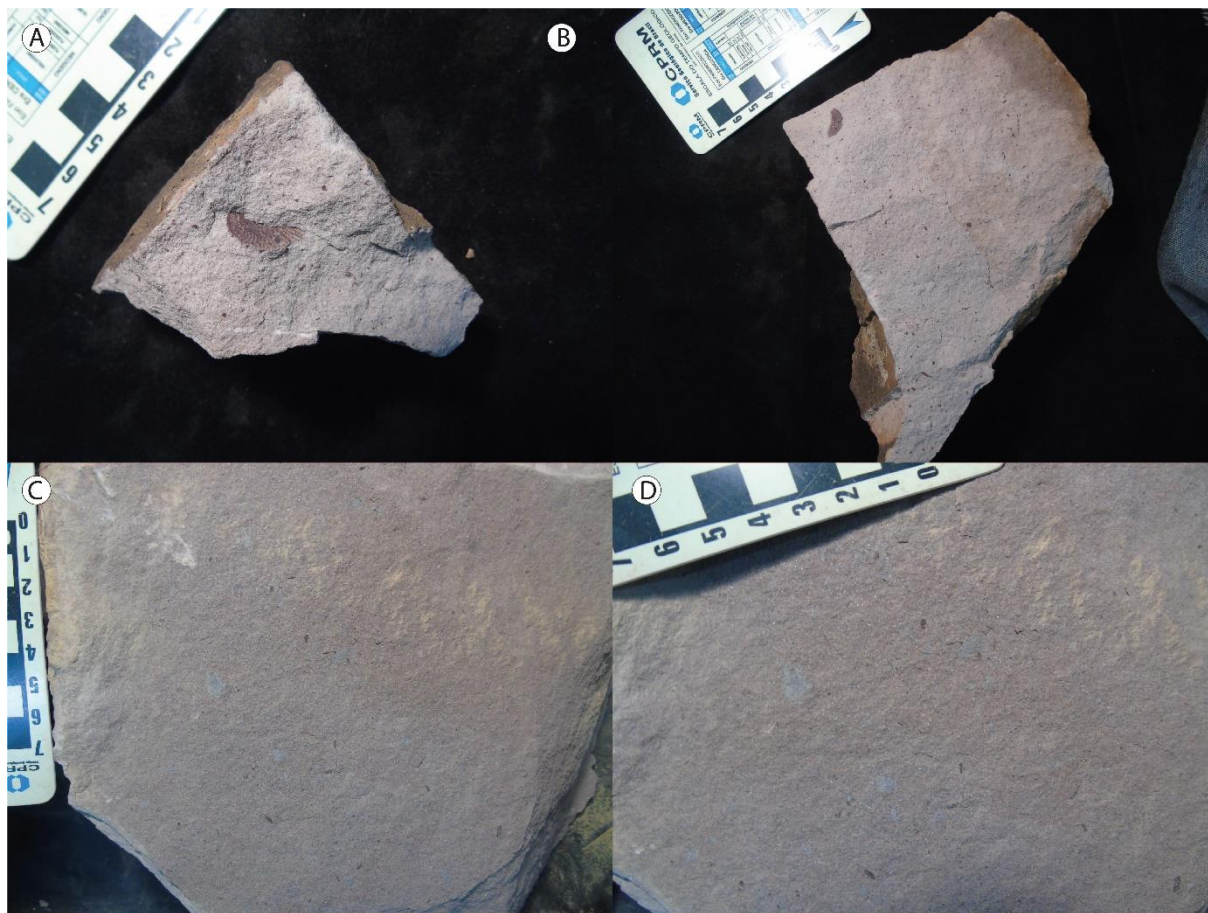
Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados: braquiópodes (*Montsenetes* cf. *M. boliviensis*) e conularídeos indeterminados; fragmentos vegetais (*Spongiophyton* sp.).

Litologia associada ao material preparado: Material estudado consiste em arenitos muito fino a fino, micáceo, avermelhado/arroxado, associados a raros intraclastos.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: Blocos e amostras coletadas roladas (Figura 30) de arenitos finos e micáceos, de coloração avermelhada, e associados à intraclastos argilosos sem informações estratigráficas do ponto de coleta. Nas amostras analisadas foram identificados fragmentos de valvas achatadas de um único táxon de braquiópode *Montsenetes* cf. *M. boliviensis*, com alto grau de fragmentação e bordas angulosas. Os conularídeos identificados nas amostras não puderam ser classificados, em função do alto grau de fragmentação. Todos dos bioclastos estavam ausentes de incrustações e distribuição em seção predominam formas oblíquas, com moderada variação de classes de tamanho. Associados a arenitos micáceos muito fino, de coloração avermelhada, foram encontrados pequenos fragmentos vegetais atribuídos a *Spongiophyton* sp com grau moderado de fragmentação, e bordas angulosas. Também estão ausentes incrustações, e ao

contrário dos demais grupos taxonômicos identificados, nos fragmentos vegetais predominam formas concordantes em seção, e polimodal em planta.

Figura 30- Fósseis coletados em Pimenteiras 3.



Legenda: (A) e (B) – *Montsenetes* cf. *boliviensis*; (C) e (D) – *Spongiophyton* sp.

Fonte: Fotos de João M. P. Rezende.

Interpretação: No ponto de coleta Pimenteiras 3, os níveis fossilíferos estão representados por arenitos finos avermelhados, micáceos com intraclastos de argila.

Os braquiópodes restritos a fragmentos de um único táxon (*Montsenetes* cf. *M. boliviensis*), com bordas angulosas e aparente posição oblíqua e relação ao plano. Os fragmentos vegetais (*Spongiophyton* sp.)

Os conularídeos também consistem apenas em fragmentos também oblíquos e, em função disso, não puderam ser determinados taxonomicamente. Devido ao alto grau de fragmentação e má qualidade da preservação, não foi possível estabelecer uma correspondência às classes tafonômicas de Rodrigues e colaboradores (2003).

Apesar da ausência de estratificações cruzadas *hummocky*, as assinaturas tafonômicas identificadas sugerem ambiente de energia moderada a alta, em que a concentração fossilífera tenha se formado em condições turbulentas.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja parautóctone.

Tabela 10 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Pimenteiras 3. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Montsenetes</i> cf. <i>M. boliviensis</i>	2	0	2	2	X	1	0	1	1/2
<i>Conulariida</i> indet	X	0	2	X	X	1	0	1	0/1
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	0	1	X	0	0	0	1	0/1

7.1.10 Afloramento Capelinha 1

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis associados a fragmentos vegetais indeterminados e icnofósseis *Neoskolithus* isp. (PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Na base do afloramento encontra-se o contato concordante entre as formações Itaim e Pimenteira composto por conglomerados com gradação normal, grossos na base até finos, sucedidos por arenitos grossos, com marcas de ondulações assimétricas no contato com os arenitos muito finos a finos com estratificação cruzada *hummocky*, na base da Formação Pimenteira. No topo do afloramento, ainda correspondendo à base da Formação, são encontradas concreções ferruginosas afossilíferas. A ocorrência de macrofósseis está restrita ao topo do afloramento, onde fragmentos vegetais e exemplares de *Neoskolithus* isp. foram identificados em blocos rolados (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados: braquiópodes (*Derbyina* sp. e *Linguliformea*); Fragmentos vegetais indeterminados e *Hostinella* sp.

Litologia associada ao material preparado: Material estudado composto por arenitos muito finos avermelhados/arroxeados e por siltitos argilosos micáceos. Comprimento vertical do afloramento igual a 319 cm.

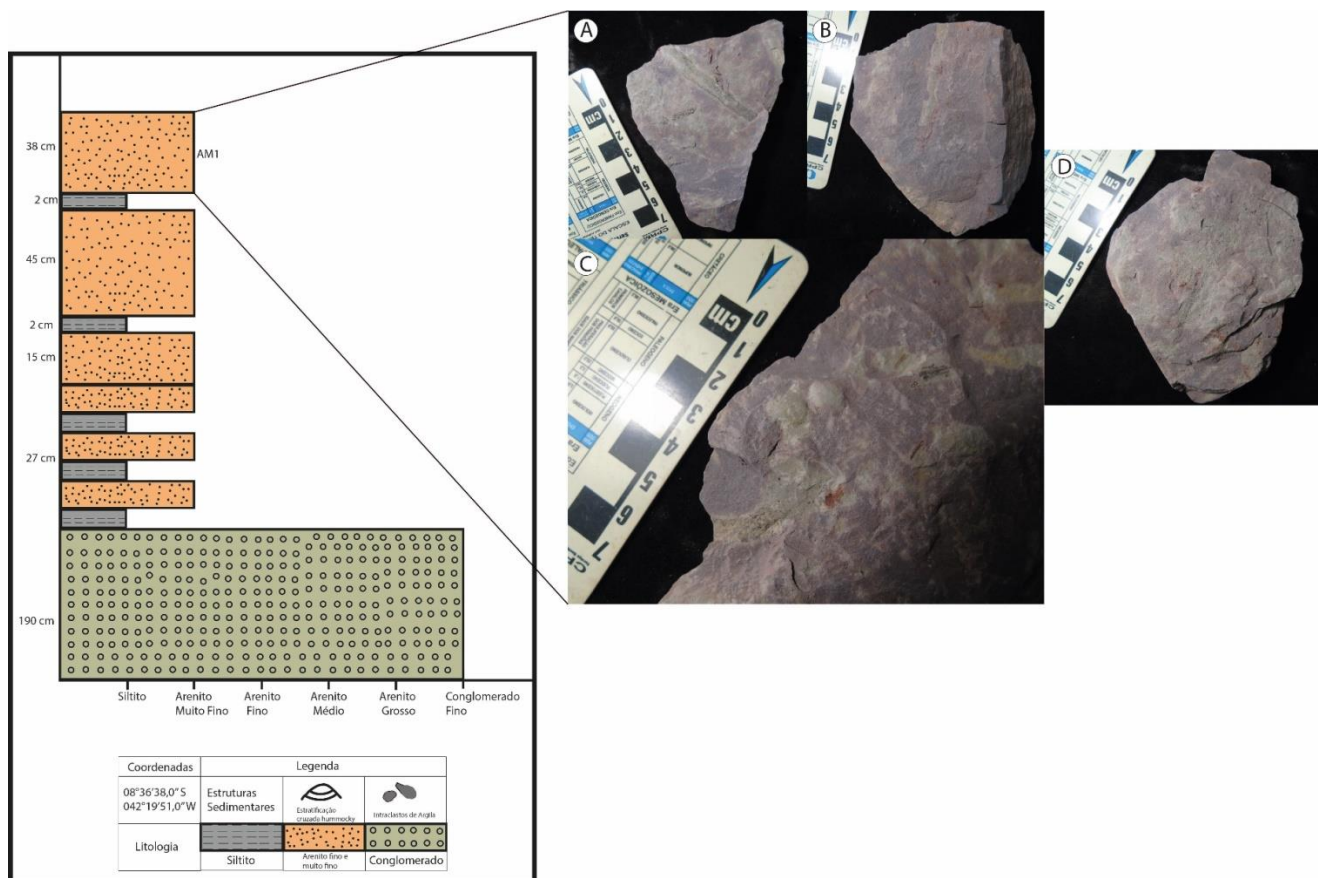
Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: Ponto de coleta (Figura 31) de estrutura interna simples, com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada, mal selecionada e politípica.

A totalidade dos bioclastos se apresenta desarticulada. Os braquiópodes *Derbyina* sp e *Linguliformea* indet foram identificados por meio de fragmentos de valvas achatados, com grau moderado a alto de fragmentação e bordas angulosas. Os conularídeos identificados nas amostras não puderam ser classificados, em função do alto grau de fragmentação. Com relação aos fragmentos vegetais, apenas um táxon pode ser reconhecido (*Hostinella* sp.). Em decorrência do alto grau de fragmentação, a identificação de muitos dos bioclastos analisados permaneceram como indeterminados. Em todos os bioclastos estão ausentes incrustações e

distribuição em seção predomina formas concordantes, com raras formas oblíquas (Conulariida indet.), com grande variação de classes de tamanho.

Na base do ponto de coleta está o contato entre as formações Pimenteira e Itaim, marcado pela presença de 1 metro e 90 cm de conglomerados com gradação normal, seguidos de 27 cm de intercalação entre arenitos muito finos e siltitos, 15 cm de arenitos muito finos arroxeados bioturbados, e de maneira intercalada estão 2 cm de siltitos, 45 cm de arenitos muito finos e 2 cm de siltitos. O nível acima (AM1), corresponde ao intervalo onde os macrofósseis (*Derbyina* sp., *Linguliformea* indet., *Conulariida* indet, *Hostinella* sp., fragmentos vegetais indeterminados) analisados foram coletados, associados a arenitos muito finos, micáceos, de coloração avermelhada.

Figura 31. Perfil estratigráfico de Capelinha 1.



Legenda: (A) e (B) – Haste vegetal indet.; (C) Linguliformea indet e *Derbyina* sp.; (D) *Haplostigma* sp.

Fonte: Fotos e perfil de João M.P. de Rezende.

Interpretação: No ponto Capelinha 1 os níveis fossilíferos estão representados por arenitos muito finos, micáceos e de coloração avermelhada. A gênese desta tafocenose foi interpretada como sendo relacionada a eventos de baixa energia em função da ausência de estratificação cruzada *hummocky*.

A totalidade dos braquiópodes (*Linguliformea* indet e *Derbyina* sp.) se encontram desarticulados, com alto grau de fragmentação e bordas angulosas. Essas assinaturas são sugestivas de prolongado tempo de transporte e exposição à interface sedimento-água.

De maneira similar, os fragmentos vegetais indeterminados e atribuídos a *Hostinella* sp., também estão muito fragmentados e com bordas angulosas. Igualmente sugestivo de transporte prolongado em ambientes de baixa energia.

Todos os grupos fósseis, com exceção dos fragmentos de conularídeos, estão dispostos de forma concordante ao plano, indicando redeposição após o transporte. Também foi percebida pouca variação de classes de tamanho, apontando para ambiente de baixa energia.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja alóctone.

Tabela 11 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Capelinha 1. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Derbyina</i> sp.	2	0	2	2	X	0	0	1	1
<i>Linguliformea</i> indet	2	0	1	2	X	0	0	1	1
<i>Hostinella</i> sp.	X	X	2	X	X	0	0	1	6
Fragmentos vegetais indet	X	X	2	X	X	0	0	1	1/2

7.1.11 Afloramento Capelinha 2

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados fósseis de invertebrados: conularídeos indeterminados; vegetais: *Spongiophyton* sp., e fragmentos indeterminados (PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenito muito fino, micáceo, de coloração branco a arroxado com estratificação cruzada *hummocky* intercalado a siltito cinza. A ocorrência de fragmentos vegetais se restringe à base do afloramento, associado à siltitos cinza, enquanto a ocorrência de conulários se restringe ao topo do afloramento, associado à arenitos finos, com alto grau de bioturbação (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de fósseis de invertebrados: fragmentos de conularídeos indeterminados fragmentos vegetais indeterminados, *Spongiophyton* sp. e de *Hostinella* sp.; icnofósseis (*Planolites* isp. e *Palaeophycus* isp.).

Litologia associada ao material preparado: Material estudado ocorre em siltitos cinza micáceos, associados a raros intraclastos argilosos. Comprimento vertical do afloramento igual a 608 cm.

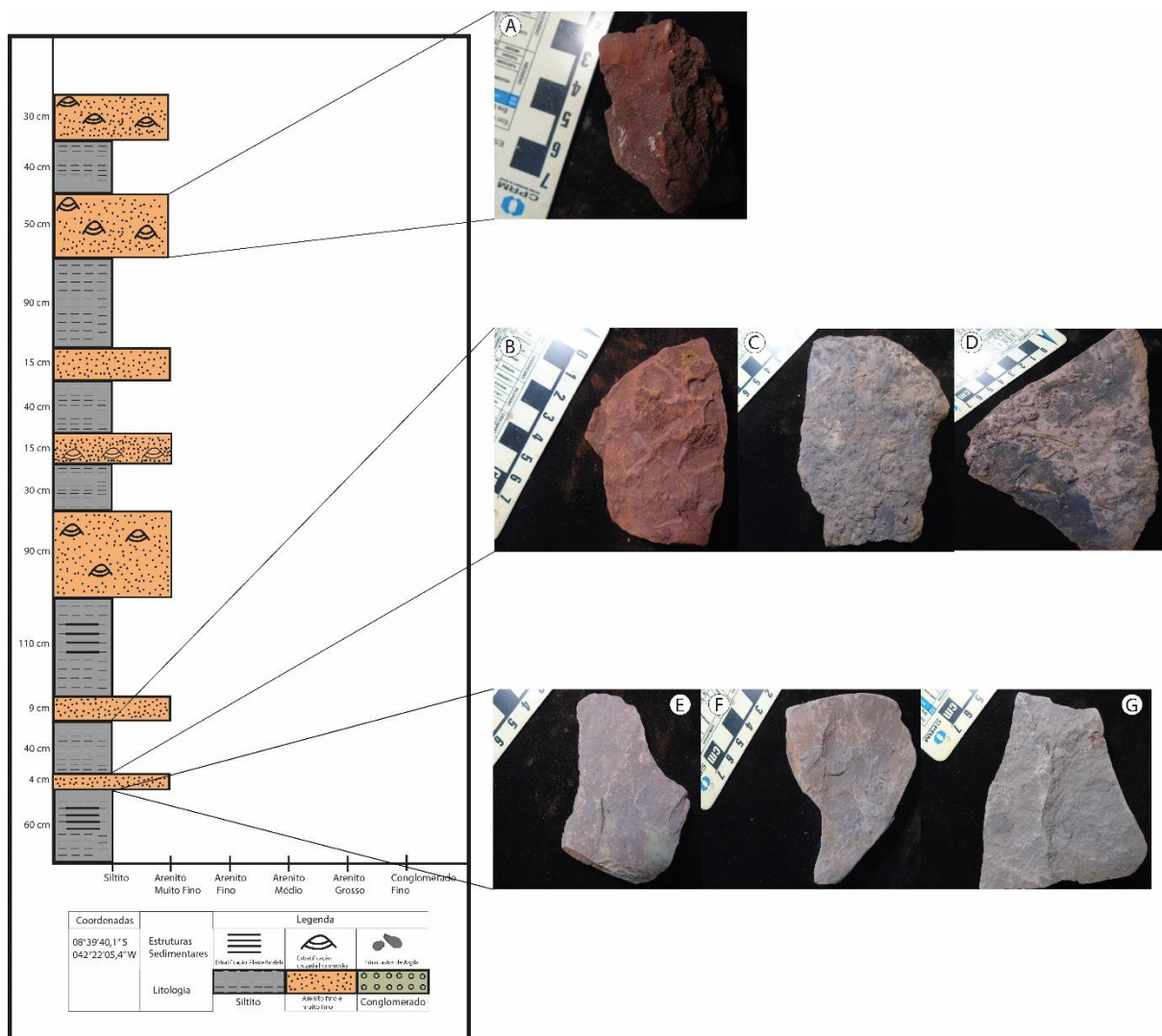
Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: Ponto de coleta (Figura 32) de estrutura interna simples com concentração fossilífera suportada por matriz, fracamente empacotada e mal selecionada e monotípica.

A totalidade dos bioclastos correspondem a fragmentos vegetais de *Spongiophyton* sp. e *Hostinella* sp. com baixo a moderado grau de fragmentação, bordas laceradas e pouca variação de classes de tamanho. Todos os bioclastos estão ausentes de incrustações e predominam formas concordantes.

Na base do ponto de coleta estão 60 cm de siltitos cinza avermelhado micáceos onde foram coletados os bioclastos de fragmentos vegetais de *Spongiophyton* e de *Hostinella* sp., seguidos de 4 cm de arenitos brancos muito finos e de 40 cm de siltitos arenosos micáceos onde foram coletados os icnofósseis identificados nas amostras (*Planolites* isp. e *Palaeophycus* isp.).

Em direção ao topo, demais níveis do ponto de coleta são afossilíferos, e com presença de conularídeos indeterminados, intercalados entre siltitos cinza e arenitos muito finos brancos e arroxeados, micáceos com estratificação cruzada *hummocky*.

Figura 32. Perfil estratigráfico de Capelinha 2



Legenda: (A) – Conulariida indet.; (B) *Planolites* isp.; (C) Icnofóssil indet.; (D) – *Palaeophycus* isp.; (E) e (F) – *Hostinella* sp.; (G) – *Spongiophyton* sp.

Fonte: Fotos e perfil de João M.P. de Rezende.

Interpretação: No ponto Capelinha 2, o nível fossilífero está representado por siltitos cinza-avermelhado micáceos.

Esta concentração fossilífera é composta exclusivamente por fragmentos vegetais classificados como *Spongiophyton* sp. e *Hostinella* sp.. O grau de fragmentação é moderado a

alto e as bordas são angulosas. Todos os bioclastos estão dispostos de forma concordante, o que sugere quem tenham sido transportados e por maiores distâncias, com maior exposição ao meio em um ambiente de menor energia.

Os conularídeos também consistem apenas em fragmentos e, em função disso, não puderam ser determinados taxonomicamente. Devido ao alto grau de fragmentação e a qualidade da preservação não foi possível estabelecer uma correspondência às classes tafonômicas de Rodrigues, Simões e Leme (2003).

Contudo, a ocorrência de icnofósseis *Palaeophycus* isp. e *Planolites* apontam para ocorrência de retrabalhamento por atividade biológica.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja parautóctone a alóctone (KIDWELL, FÜRSICH e AIGNER, 1986).

Tabela 12 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Capelinha 2. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
Conulariida indet	X	0	2	X	X	1	0	1	1
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	X	1	X	X	0	0	1	1
<i>Hostinella</i> sp.	X	X	1	X	X	0	0	1	3

7.1.12 Afloramento Capelinha 3

Fauna associada à literatura: Foram previamente identificados vegetais associados à *Spongiophyton* sp. e *Hostinella* sp; icnofósseis: *Neoskolithus* isp., *Palaeophycus* isp., *Arenicolites* isp., *Lockeia* isp. e *Rusophycus* isp. (SILVA, 2009; PONCIANO *et al.*, 2012a).

Litologia geral do afloramento: Afloramento composto por arenitos finos micáceos, com estratificação cruzada *hummocky*, intercalados a siltitos cinza, e argilitos de coloração avermelhada a acinzentada. A ocorrência de macrofósseis está restrita à base do afloramento, sendo os fragmentos vegetais associados à siltitos cinza, e os icnofósseis associados a siltitos e arenitos (SILVA, 2009; SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a).

Fauna associada ao material preparado: Presença de fragmentos vegetais indeterminados, *Spongiophyton* sp., *Hostinella* sp.; icnofósseis *Arenicolites* isp., *Lockeia* isp., *Planolites beverleyensis*.

Litologia associada ao material preparado: Material analisado predomina em siltitos argilosos, micáceo de coloração cinza avermelhado.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: Predomínio de amostras soltas e blocos rolados (Figura 33), não sendo viável a elaboração de um perfil estratigráfico. Os macrofósseis estão associados à siltitos cinza consistem em fragmentos vegetais *Spongiophyton* e *Hostinella* sp. com baixo a moderado grau de fragmentação, bordas angulosas e sem variação de classes de tamanho. Todos os bioclastos estão ausentes de incrustações, predominando formas concordantes.

Figura 33. Fósseis coletados em Capelinha 3.



Legenda: (A) – *Arenicolites* isp.; (B) – *Spongiophyton* sp.; (C) e (D) – *Hostinella* sp.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende.

Interpretação: No ponto Capelinha 3, o nível fossilífero está representado por siltitos cinza-avermelhado micáceos.

Esta concentração fossilífera é composta exclusivamente por fragmentos vegetais classificados como *Spongiophyton* sp. e *Hostinella* sp.. O grau de fragmentação é moderado a alto e as bordas são angulosas. Todos os bioclastos estão dispostos de forma concordante, o que sugere que tenham sido transportados por maiores distâncias, com maior exposição ao meio em um ambiente de menor energia.

A partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja alóctone.

Tabela 13 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Capelinha 3. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Spongiophyton</i> sp.	X	X	1	X	X	0	0	1	1
<i>Hostinella</i> sp.	X	X	1	X	X	0	0	1	1

7.2 Formação Longá

7.2.1 Afloramento Fazenda Barreiras

Fauna associada à literatura: Presença de invertebrados, braquiópodes (*Shellwienella justinianoi*, “*Lingula*” sp., “*Orbiculoidea*” sp.), Biválvios (*Spathella* sp.), Trilobitas (*Metacryphaeus* sp.) Tentaculites (*Tentaculites* sp.); presença de vertebrados (Chondrichthyes e Osteichthyes); presença de fragmentos vegetais indeterminados; icnofósseis: *Phycosiphon incertum* e *Bifungites* isp. (KEGEL, 1953; FERNANDES, FONSECA e PONCIANO, 2012; REZENDE, PONCIANO e BRETT, 2019; REZENDE *et al.*, 2021).

Litologia geral do afloramento: Apesar de não existirem descrições específicas acerca do afloramento Fazenda Barreiras na literatura, Lima e Leite (1978) propuseram uma divisão para margem leste da Bacia do Parnaíba, região onde a Fazenda Barreiras está localizada. Contudo, algumas informações puderam ser obtidas a partir de dados encontrados em cadernetas de campo que descrevem o afloramento Fazenda Barreiras como sendo composto por arenitos finos ferruginosos micáceos, sobrepostos a siltitos arenosos friáveis; por siltitos cinza escuro intercalado com arenito muito fino amarelado, com estratificação cruzada *hummocky* e siltitos com estratificação plano-paralela.

Fauna associada ao material preparado: Presença de invertebrados, braquiópodes (*Shellwienella justinianoi*, “*Lingula*” sp., “*Orbiculoidea*” sp.), Biválvios (*Spathella* sp.), Trilobitas (*Metacryphaeus* sp.) Tentaculites (*Tentaculites* sp.), Ofiuróides (Ophiuroidea indet); presença de vertebrados (Chondrichthyes e Osteichthyes); presença de fragmentos vegetais indeterminados.

Litologia associada ao material preparado: Arenitos finos amarelados, micáceos, com intraclastos argilosos e estratificação cruzada *hummocky*. Também ocorrem siltitos cinza, com estratificação plano-paralela, intercalados a arenitos muito finos com estratificação cruzada *hummocky*.

Descrição dos atributos tafonômicos dos fósseis oriundos dos pontos de coleta: As amostras analisadas (Figura 34) consistiram em pequenas amostras previamente depositadas

na coleção do DGM (atual Museu de Ciências da Terra/CPRM), e por blocos coletados rolados, sem orientação ou posição estratigráfica. Uma vez que o perfil estratigráfico do afloramento ainda era desconhecido, uma análise tafonômica mais detalhada das concentrações fossilíferas identificadas foi dificultada.

A partir dos blocos coletados foram coletados pela equipe da UNIRIO, foram identificados três níveis: Um primeiro nível de arenitos muito finos, com intraclastos de argila de tamanhos variados e maior grau de retrabalhamento, estando associados fragmentos de bivalvíos, trilobitas, colunas de crinoides e fragmentos vegetais de tamanhos reduzidos. Um segundo nível de arenitos finos, micáceos, com maiores intraclastos de argila. Associado a este nível estão as valvas de bivalvíos *Spathella* sp., desarticuladas, e algumas fragmentadas, com alguns braços de ofiuroides desarticulados. Um terceiro nível de arenitos finos com menor diversidade de fósseis, apenas bivalvíos *Spathella* sp., com valvas isoladas, desarticuladas, com baixo grau de fragmentação.

Nas amostras soltas, depositadas no MCTer/CPRM, associados a arenitos muito finos, e siltitos cinzas com intraclastos de argila foram identificados um predomínio de exemplares de *Spathella* sp. com pouca variação de classes de tamanho, grau baixo a moderado de fragmentação, com valvas articuladas e desarticuladas, e bordas angulosas e arredondadas. Os braquiópodes são mais diversos, ocorrendo os taxa *Schellwienella justinianoi*, “*Lingula*” sp. e “*Orbiculoidea*” sp.. Dentre esses, *Schellwienella* é o mais abundante e com maior variação de classe tamanho, com grau baixo a moderado de fragmentação e espécimes com bordas arredondadas, angulosas e sem aparente modificação. A ocorrência de “*Lingula*” se restringe a um único exemplar com baixo grau de fragmentação e sem modificação aparente nas bordas. Por último, a ocorrência de “*Orbiculoidea*” sp. consiste apenas em fragmentos. Todos os espécimes de braquiópodes estão, ao contrário dos bivalvíos, desarticulados.

Os demais taxa, menos representativos, consistem em trilobitas, tentaculítídeos e ofiuroides. Com relação ao primeiro, foi encontrado um único pigídio com somitos articulados, atribuídos a *Metacrypaheus* sp.. Este apresenta grau moderado de fragmentação e bordas arredondadas. Os tentaculítídeos consistem em raros fragmentos, atribuídos a *Tentaculites* sp. Por último, neste afloramento foi identificada a primeira ocorrência de exemplares de ofiuroides para o Devoniano da Bacia do Parnaíba. Estes organismos, ainda de classificação taxonômica indeterminada, foram encontrados com diferentes graus de articulação, com espécimes articulados (disco e braços), com apenas o disco, e apenas os

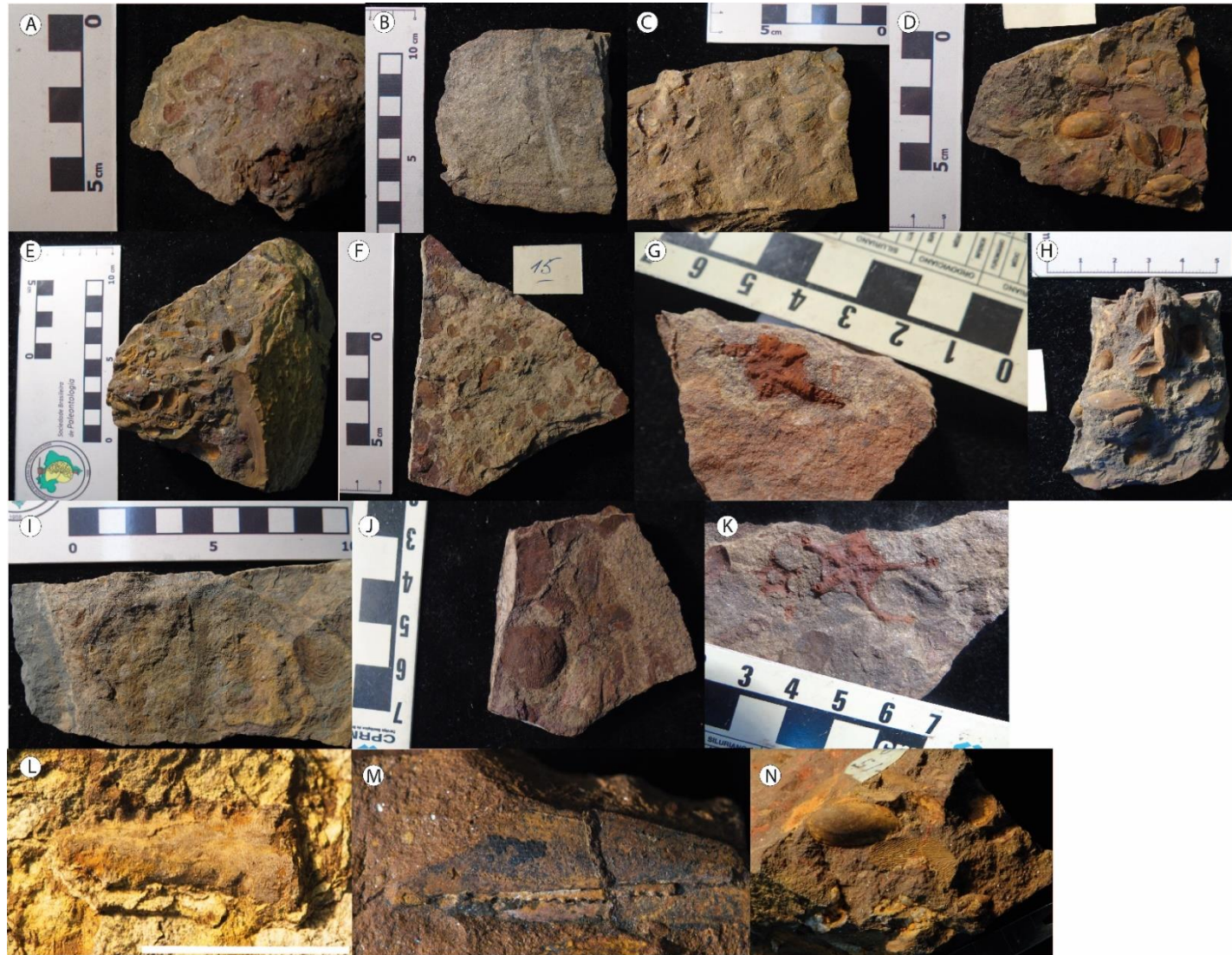
braços isolados. O grau de fragmentação desses organismos varia, sendo baixo no exemplar articulado, e moderado a alto nos exemplares de disco e braços isolados.

Os fragmentos de peixes fósseis correspondem a pedaços de espinhos, a um fragmento de dentário de Chondrichthyes, e a placas dermais de Osteichthyes com grau moderado a alto de fragmentação. Em ambos os grupos, os bioclastos apresentam bordas com diferentes estados, com duas placas dermais arredondadas e uma angulosa. Enquanto os espinhos, um possui bordas arredondadas e outra angulosa.

Em função do elevado grau de fragmentação e baixa qualidade de preservação, os fragmentos vegetais não puderam ser identificados.

Como as amostras não estavam orientadas, não foi possível determinar a orientação da concavidade e as distribuições em planta e sessão. Todos os bioclastos analisados neste afloramento estão ausentes de incrustações.

Figura 34 – Fósseis coletados no afloramento Fazenda Barreiras.



Legenda: (A) – *Metacrypaheus* sp.; (B) e (I) – Fragmento vegetal indet.; (C) “*Lingula*” sp.; (D), (E) e (H) – *Spathella* sp.; (F) e (J) – *Shellwienella justiniano*i; (G) e (K) – Ophiuroidea indet.; (L) – Dentário de Chondrichthyes indet.; (M) – Espinho de Chondrichthyes indet.; (O) – Placa dermal de Osteichthyes indet.

Fonte: Fotos de João M. P. de Rezende.

Interpretação: No ponto de coleta da Fazenda Barreiras, os níveis fossilíferos estão representados por arenitos finos amarelados com estratificação cruzada *hummocky*, e por siltitos cinza intercalados a arenitos muito finos com o mesmo tipo de estratificação. A gênese desta tafocenose foi interpretada como sendo relacionada a eventos de alta energia em função da presença de estratificação cruzada *hummocky*.

Os bivalvíos consistem nos organismos mais representativos deste ponto de coleta, representados por um único táxon *Spathella* sp. com baixo a moderado grau de fragmentação e valvas articuladas e desarticuladas, ocorrendo exemplares com bordas angulosas, arredondadas e sem modificações. Esse conjunto de características é sugestivo de baixa exposição à interface água-sedimento, de episódios de retrabalhamento e alta taxa de sedimentação.

Os braquiópodes são representados principalmente pela espécie *Schellwienella justinianoi*, que assim como os bivalvíos, têm baixo a moderado grau de fragmentação e valvas articuladas e desarticuladas, ocorrendo exemplares com bordas angulosas, arredondadas e sem modificações, sustentando a hipótese de baixa exposição à interface água-sedimento e de episódios de retrabalhamento e alta taxa de sedimentação. Além desta espécie, também ocorre um único espécime de “*Lingula*” sp. e “*Orbiculoidea*” sp., com maior grau de fragmentação.

Com relação aos trilobitas, foram identificados pigídios articulados de *Metacrypaheus* sp., com bordas arredondadas, resultado de um possível retrabalhamento em ambiente de alta energia. Contudo, Carvalho (1995) e Carvalho e Ponciano (2015) questionam a real ocorrência do táxon em alforamentos da Formação Longá, sugerindo uma provável mistura temporal com estratos mais antigos da Bacia.

A concentração de ofiúroides encontrados na Fazenda Barreiras consistem em espécimes isolados e monoespecíficos. Os exemplares não apresentam evidências de regeneração dos braços, marcas de mordida ou abrasão. Brett, Moffat e Taylor (1997) propõem que os equinodermos fossem divididos em três grupos tafonômicos, com base na facilidade de desarticulação do esqueleto. O tipo 1 inclui formas frágeis e fracamente articuladas, conectadas por ligamentos ou outras estruturas de tecido mole (Ophiuroidea e Asteroidea), que rapidamente se dissociam em pequenos ossículos, sendo mais comum a ocorrência de partes dissociadas em sedimentos marinhos (SAIN, SMITH e SUMRALL, 2019).

Contudo, os exemplares se apresentam parcialmente desarticulados, com alguns inteiramente articulados, e outros com apenas porções medianas preservadas. Esses espécimes

confirmam a preservação em estágio 2 de Kerr e Twitchett (2004), outra proposta para tafonomia de ofiuroides, com os braços iniciando a quebra, mantendo pelo menos um intacto. A condição fragmentária dos braços pode estar relacionada ao pequeno tamanho e a delicada construção do esqueleto, fragmentação essa possivelmente intensificada por eventos de tempestade e de alta energia (JASELLI, 2014; REID, BORDY e TAYLOR, 2015).

Esses animais somente podem ser preservados intactos se soterrados vivos, ou horas após a morte, como aparentam nos fósseis encontrados na Fazenda Barreiras. Sendo associado a eventos de sepultamento rápido ou processos de movimento em massa (BRETT, MOFFAT e TAYLOR, 1997; CHEN e MCNAMARA, 2006; REID, BORDY e TAYLOR, 2015; FRAGA e VEGA, 2020).

Os espécimes de peixes (espinhos, fragmento de dentário e placas dermais) se encontram isolados e com moderado a alto grau de fragmentação, com bordas angulosas e arredondadas sugerem exposição às correntes de maior energia e maior retrabalhamento do sedimento e dos bioclastos. Apesar desta localidade já possuir registros de vertebrados na literatura (KEGEL, 1953; Rezende *et al.*, 2021), pouco ainda é conhecido acerca de suas características tafonômicas.

Os tentaculítídeos atribuídos à *Tentaculites* sp. foram encontrados isolados e com alto grau de fragmentação, se aproximando da classe tafonômica 6 de Cominisky (2016). Os fragmentos vegetais por possuírem um alto grau de fragmentação e baixa qualidade de preservação não puderam ser identificados, nem ter suas assinaturas tafonômicas analisadas.

Por se tratar do único ponto de coleta conhecido para a Formação Longá, a ocorrência dos icnogêneros *Bifungites* isp. e *Phycosiphon* isp., documentadas por Fernandes, Fonseca e Ponciano (2012), apesar de não identificadas nas amostras analisadas, foram aqui incluídas, sendo discutidos por Sedorko *et al.* (2021) como de alta atividade biogênica que exhibe moderado a alto grau de retrabalhamento em depósitos *offshore*, como evidenciado por alguns grupos de invertebrados.

Todos os *taxa* identificados possuem moderada a alta variação de classes de tamanho, e a partir do conjunto de dados resultantes da análise tafonômica pode-se concluir que a tafocenose seja autóctone a parautóctone.

Tabela 14 - Dados tafonômicos predominante para totalidade de espécimes por *taxa* identificados no afloramento Fazenda Barreiras. Assinaturas tafonômicas codificadas de acordo com a Tabela 1.

Táxon	Tipo de valva/ Segmento corporal (Trilobitas)	Articulação	Fragmentação	Orientação da concavidade	Distribuição em planta	Distribuição em seção	Incrustação	Modificação das bordas	Classe de tamanho
<i>Shellwienella justinianoi</i>	0/1/2	0	0/1	X	X	X	0	0/1/2	0/1/2
“ <i>Lingula</i> ” sp.	1	0	0	X	X	X	0	2	1
“ <i>Orbiculoidea</i> ” sp.	2	0	2	X	X	X	0	1	1
<i>Spathella</i> sp.	0/1/2	0/1	0	X	X	X	0	0/1/2	0/1
<i>Metacryphaeus</i> sp.	7	1	1	X	X	X	0	2	1
<i>Tentaculites</i> sp.	2	0	2	X	X	X	0	1	0
Ophiuroidea indet	9/10/11	1	1	X	X	X	0	0	3
Chondrichthyes indet	13/15	0	1/2	X	X	X	0	1/2	1/2
Osteichthyes indet	16	0	1	X	X	X	0	1/2	1/2
Fragmentos vegetais indet	X	0	2	X	X	X	0	X	6

7.3 Contexto paleoambiental

Até a proposição dos sistemas fluvio-deltaicos, a interpretação paleoambiental para o Membro Picos é de que a sedimentação teria ocorrido em ambiente marinho plataformar dominado por tempestades (Vaz *et al.*, 2007; PONCIANO, 2013). Anteriormente, a Formação Pimenteira já foi considerada como de ambiente marinho raso (BERLEN e MABESOONE, 1969), marinho distal a costeiro com a presença de barras de costa-afora (Melo, 1988). Carvalho (1995) sugere um ambiente marinho raso com base na presença de macroinvertebrados. Della-Fávera (2001) sugere que os sedimentos da Formação Pimenteira sejam os prodeltas, que teriam frentes deltaicas sob inundação catastrófica fluvial a partir dos arenitos da Formação Cabeças.

O modelo de sistemas fluvio-deltaicos dominados por inundações episódicas proposta por Ponciano e Della-Fávera (2009) promoveu significativas mudanças nas considerações iniciais acerca do paleoambiente do Membro Picos (Ponciano *et al.*, 2012). As concentrações fossilíferas da Formação Pimenteira estão associadas, principalmente, a arenitos com estratificação cruzada *hummocky*, intraclastos argilosos e/ou seixos de quartzo (SANTOS, REZENDE e PONCIANO, 2021a). Seguindo o modelo proposto por Ponciano e Della-Fávera (2009), Ponciano, Fonseca e Machado (2012) atribuem a origem às correntes de turbidez de águas rasas, responsáveis por depositar lobos tabulares de frente deltaica em ambiente plataformar raso, constituindo concentrações parautoctones a alóctones, como reiterado nas análises tafonômicas aqui realizadas.

A grande influência fluvial e deltaica nos depósitos marinhos rasos do Membro Picos são corroboradas pela presença de fitoclastos continentais (como observado nos afloramentos Capelinha 2 e 3) e pela presença de intraclastos de argila, que de acordo com assinaturas tafonômicas como o grau de fragmentação e a orientação em seção, são sugestivos de um significativo grau de transporte até áreas mais distais, caracterizando-as como concentrações alóctones.

O paleoambiente inferido para o Membro Passagem por Ponciano e Della-Fávera seria fluvio-deltaico distal a plataformar raso, sobre influência de tempestades e inundações episódicas. A semelhança entre as assinaturas tafonômicas identificadas nos fósseis do Membro Picos e naqueles descritos para o Membro Passagem em Ponciano (2009) e em Ponciano, Fonseca e Machado (2012), que também constata que as concentrações fossilíferas seriam parautoctones a alóctones, reforçam a hipótese de vinculação genética

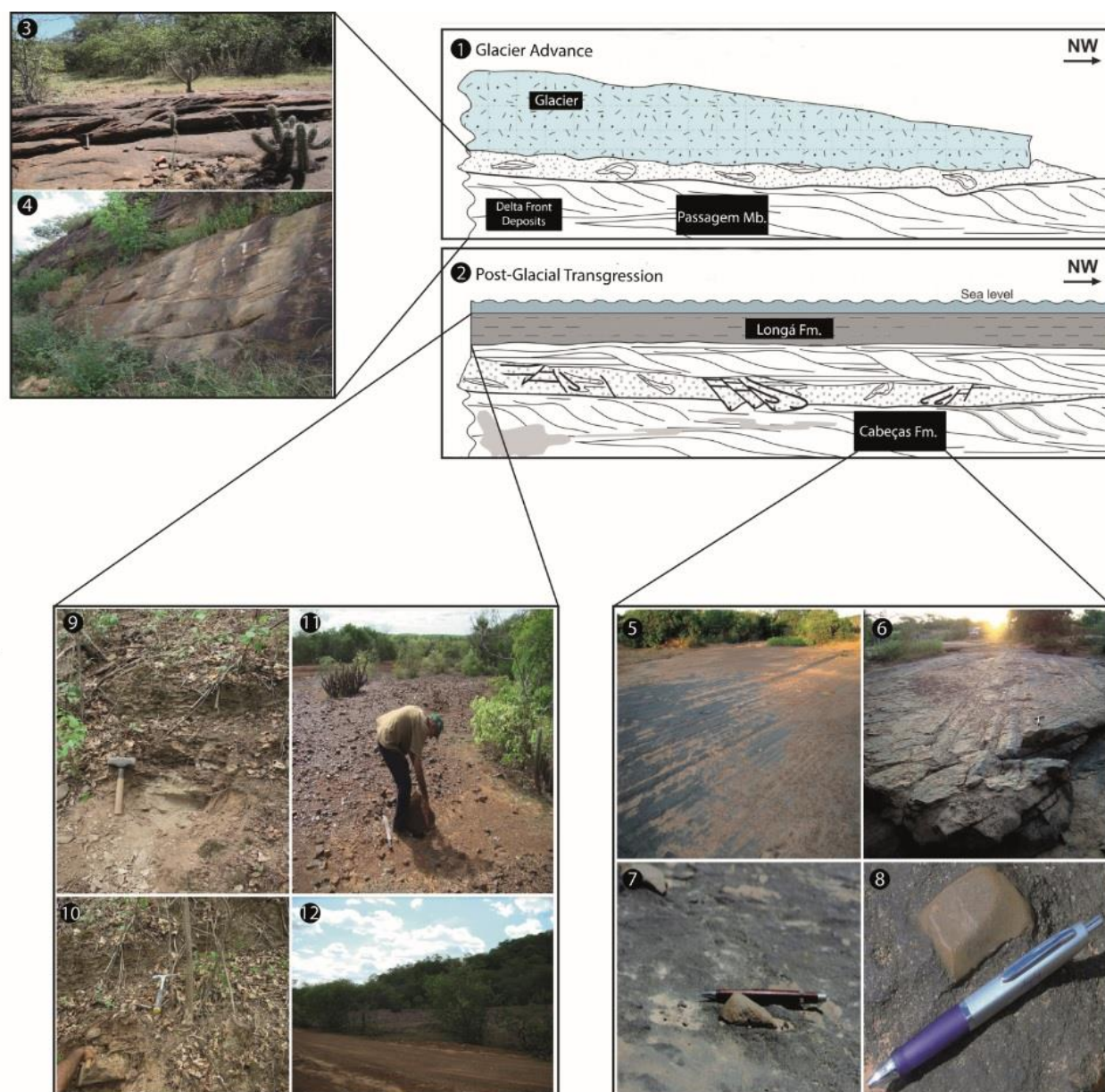
entre ambas as unidades litoestratigráficas conforme defendido em Grahn, Young e Borghi (2008) e por Ponciano *et al.* (2012a, 2012b). Além disso, é destacada na literatura uma redução na diversidade de táxons na passagem do Membro Picos para o Membro Passagem, e o surgimento de alguns novos (MELO, 1988; PONCIANO e FONSECA, 2011).

De acordo com essa interpretação, os arenitos de idade givetiana do Membro Passagem passam a constituir uma fácies proximal da Formação Pimenteira (topo da formação, na borda leste da bacia) permanecendo, assim, separada dos arenitos famenianos da Formação Cabeças cuja origem é tida como glaciogênia, de acordo com Caputo (1984a, 1984b, 1985) e Melo (1988).

A ocorrência de glaciações no Devoniano Superior vem sendo discutida para América do Sul, em especial para Bacia do Parnaíba (CAPUTO, 1985). Glaciações são atribuídas à redução do CO₂ atmosférico responsável por ocasionar um resfriamento em escala global. A interpretação de depósitos glaciais na Bacia do Parnaíba é representada, principalmente, pela Formação Cabeças, deixando evidências como pavimentos estriados, tilitos, seixos biselados, pingados e clastos facetados. Ao final do Devoniano, a intensificação de processos erosivos resultou na ciclagem de carbono, e consequentemente no gradual aumento de temperatura seguido de um evento transgressivo representado na sobreposta Formação Longá (CAPUTO, 1985; CAPUTO e PONCIANO, 2013; BARBOSA, NOGUEIRA e DOMINGOS, 2015; CAPUTO e SANTOS, 2019).

Mesmo levando em consideração a posição latitudinal intermediária da Bacia do Parnaíba durante o Devoniano Superior, a posição estratigráfica da Formação Longá, sobreposta aos depósitos do Membro Passagem gerados a partir da deposição e transporte de sedimentos carregados a partir do derretimento das geleiras; é bastante sugestiva de um intervalo de aquecimento. Durante esse intervalo, um expressivo aumento do nível do mar ocorreu durante o momento pós-glacial, formando plataformas dominadas por tempestades, que seriam seguidas de um novo episódio glacial durante o final do Tournasiano, culminando na terceira glaciação da Bacia do Parnaíba no início do Mississipiano (BARBOSA, NOGUEIRA e DOMINGOS, 2015; CAPUTO e SANTOS, 2019) (Figura 35).

Figura 35. Modificação do sistema deposicional ao longo de duas fases. Membro Passagem (Formação Pimenteira), formações Cabeças e Longá.



Legenda: (1) - Formação glacial com redução do nível do mar e exposição parcial de depósitos de frente deltaica; (2) - Derretimento, pós-glaciação e aumento do nível do mar, com deposição dos sedimentos da Formação Longá; (3) - Arenitos com lobos sigmoidais, afloramento Oiti (Município de Pimenteiras, PI); (4) - Lobos sigmoidais de maior porte no Membro Passagem, próximo ao afloramento Km 305 (Município de Picos, PI); (5) e (6) - Pavimento estriado no topo da Formação Cabeças, povoado de Vila Calembre, PI; (7) - Seixo biselado pela ação glacial encravado no pavimento, indicando o sentido do transporte do gelo, da direita para a esquerda; (8) - Seixo facetado encravado no arenito do pavimento da Formação Cabeças; (9) e (10) - Ponto de coleta Cajazeira 3; (11) - Afloramento Fazenda Barreiras, Sr. Justiniano de Souza Martins, antigo proprietário; (12) - Afloramento Fazenda Barreiras.

Fonte: Modificado de Ponciano (2009); Caputo e Ponciano (2013); Barbosa e colaboradores (2015); Caputo e Santos (2019).

A litologia descrita por Lima e Leite (1978) para o topo da Formação Longá (Tournasiano) consiste em folhelhos micáceos e bioturbados, de coloração negra a cinza, decorrente do pico transgressivo ocorrido no momento pós-glacial durante o início do Carbonífero (Alencar, 1984). Becker, Kaiser e Aretz (2016) apontam para esse pico transgressivo, e consequente baixa oxigenação do ambiente, como a principal causa para a demorada recuperação faunística após a extinção provocada pelas glaciações, conforme mostra a baixa diversidade biótica da Formação Longá durante o Devoniano Superior (KEGEL, 1953; REZENDE, PONCIANO e BRETT, 2019; Rezende *et al.*, 2021).

CONCLUSÃO

Os trabalhos de Souza (2006), Ponciano *et al.* (2012a) e Santos, Rezende e Ponciano (2021a, 2021b) que promovem o levantamento e dados acerca dos afloramentos da Formação Pimenteira, concluem que todos os afloramentos são diferentes quando se leva em consideração apenas a composição faunística, ressaltando a necessidade de coletas orientadas de blocos *in situ* para uma melhor correlação entre os sítios fossilíferos a partir de uma análise tafonômica.

Em função da pouca quantidade de material disponível, o estudo tafonômico das concentrações fossilíferas do Membro Picos ainda permaneciam incipientes, conforme discutido em Ponciano *et al.* (2012a). Após extenso trabalho de campo desenvolvido em 2009 pelas equipes da UNIRIO e do Museu Nacional/UFRJ, novo material pode ser coletado, e as assinaturas tafonômicas dos diferentes sítios fossilíferos puderam ser identificadas e, então, analisadas de modo mais detalhado no presente trabalho, após considerações iniciais realizadas durante este trabalho de campo e publicadas em Ponciano *et al.* (2012a).

O resultado obtido reforça a proposta anterior de correlação da origem dos depósitos devonianos da Bacia do Parnaíba com um modelo de sistemas flúvio-deltaicos dominados por inundações episódicas (PONCIANO e DELLA-FÁVERA, 2009; PONCIANO, FONSECA E MACHADO, 2012), com o predomínio de concentrações fossilíferas parautóctones a alóctones. A ocorrência de macrofósseis em arenitos, muitas vezes associados a estratificações cruzadas do tipo *hummocky*, com seixos de quartzo e intraclastos de argila sugerem ambientes de maior energia e elevada taxa de sedimentação, atribuídas a correntes de turbidez de águas rasas, que depositaram lobos tabulares de frente deltaica em ambiente plataformal raso dominado por tempestades.

A presença de macrofósseis frágeis associados a intervalos conglomeráticos, assim como a distribuição desses em diferentes afloramentos do Membro Picos, é concordante com o modelo de inundações episódicas. A melhor qualidade de preservação identificada nesses macrofósseis é justificada por um menor grau de transporte, em função da maior proximalidade, como observado no afloramento Riachão.

São considerados pontos de coletas mais importantes os de Riachão, em função de sua preservação excepcional de macrofósseis, além da sua diversidade taxonômica, a maior dentre os afloramentos estudados. Itainópolis e Morro Branco de Kegel são relevantes em função de sua diversidade faunística e função histórica para paleontologia e estratigrafia, além

de serem importantes localidades para compreensão do ambiente deposicional do Membro Picos. Com relação à Formação Longá, a Fazenda Barreiras merece destaque por representar ocorrências inéditas para Bacia do Parnaíba, por seu valor histórico, e por ser o único ponto que evidencia um momento interglacial descrito para o final do Devoniano no nordeste do Brasil.

Apesar de o material da Formação Longá não ter sido coletado de forma orientada pela escassez de material na localidade, as assinaturas tafonômicas e a litologia associada aos macrofósseis apontam para um ambiente de maior energia, ocasionando maior retrabalhamento do sedimento e provável elevada taxa de sedimentação. A presença de organismos articulados e com baixo grau de fragmentação sugerem um ambiente de baixa oxigenação, ocasionado por um acúmulo de matéria orgânica proveniente do pico transgressivo ocorrido ao final do Fameniano. A baixa diversidade corrobora a hipótese de Becker, Kaiser e Aretz (2016), a respeito da baixa diversidade faunística, no contexto pós-glacial ao final do Devoniano e início do Carbonífero.

Em função da pandemia de COVID-19, não foi possível a elaboração e caracterização das tafofácies para o Membro Picos. A partir dos resultados obtidos com a análise das assinaturas tafonômicas, a próxima etapa desta pesquisa consiste no estabelecimento da tafocorrelação entre os afloramentos do Membro Picos, para que assim seja possível refinar as interpretações paleoambientais, levando a uma melhor compreensão da origem deste depósito.

Outra etapa a ser desenvolvida, buscando uma melhor compreensão da gênese das tafocenoses do Membro Picos e das demais unidades devonianas brasileiras, consiste em dar continuidade à comparação entre as diferentes metodologias de trabalhos em tafonomia e seus resultados obtidos, e como essas comparações podem auxiliar tanto no aprofundamento do estudo do material da Bacia do Parnaíba, quanto das demais bacias brasileiras de forma integrada.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, S. *Revisão sistemática de icnofósseis da Formação Pimenteira, Devoniano da bacia do Parnaíba, no Estado do Piauí*. Rio de Janeiro, 2005. 123 f. Tese (Doutorado em Geologia). Programa de Pós-graduação em Geologia, do Instituto de Geociências/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- _____; VIANA, M. S. S.; 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.
- ALENCAR, B. V. D., *Aspectos fundamentais das medidas e interpretação de registros paleomagnéticos em rochas sedimentares da Formação Longá-Bacia do Parnaíba*. Pará, 1984. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-graduação em Ciências Geofísicas e Geológicas, Universidade Federal do Pará, 1984.
- BARBOSA, R.C.M.; NOGUEIRA, A.C.R.; DOMINGOS, F. Famennian glaciation in the eastern side of Parnaíba Basin, Brazil: evidence of advance and retreat of glacier in Cabeças Formation. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, p. 13–27, 2015.
- BARRETT, S. F.; ISAACSON, P. E. Devonian paleogeography of South America. In: N. J. MCMILLAN; A. F. EMBRY; D. J. GLASS (eds). *Devonian of the World: proceedings of the second international symposium on the Devonian system*, Proceedings of Calgary, Alberta: Canadian Society of Geologists, 1988. p. 655–667.
- BEURLIN, K.; MABESOONE, J. M. Novas observações sobre o Devoniano no Piauí. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V. 41, P. 199-210, 1969.
- BECKER, R. T.; KAISER, S. I.; ARETZ, M. Review of chrono-, litho-and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary. *Geological Society, London, Special Publications*, v. 423, p. 355-386. 2016.
- BOUCOT, A. J. *Evolution and Extinction rate controls*. Elsevier. 1975. 427 f.
- _____; JOHNSON J.G.; TALENT, J.A. Early Devonian brachiopod zoogeography. *Geological Society of America Special Papers*. v. 119, p. 1–60. 1969.
- BRETT, C.E.; BAIRD, G.C. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaos*. v. 1, p. 207-227. 1986.
- _____; MOFFAT, H. A.; TAYLOR, W. L. Echinoderm taphonomy, taphofacies, and Lagerstätten. In: J. A. WATERS; C. G. MAPLES (eds.), *Geobiology of Echinoderms: The Paleontological Society Papers* 3, 1997. p. 147–190.
- CALDAS, E. B.; FLORÊNCIO, C. P.; LIMA FILHO, F. P. Nova ocorrência de *Metacryphaeus* cf. *australis* no Devoniano médio da Bacia do Parnaíba. In: *Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, SBP*. 1987. p. 539-544.

CALLENDER, W. R.; POWELL, E. N.; STAFF, G. M.; DAVIES, D. J. Distinguishing autochthony, parautochthony and allochthony using taphofacies analysis: can cold seep assemblages be discriminated from assemblages of the nearshore and continental shelf? *Palaios*, v. 7, p. 409-421, 1992.

CAPUTO, M. V. *Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil*. Santa Barbara, 1984. 586f. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, University of California, 1984a.

_____; Glaciação neodevoniana no continente Gondwana Ocidental. In: *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, SBG*. 1984b. p. 752-739.

_____; Late Devonian glaciation in South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V. 51, p. 291–317. 1985.

_____; PONCIANO, L. C. M. O. Pavimento Estriado de Calembre, Brejo do Piauí - Registro de geleiras continentais há 360 milhões de anos no Nordeste do Brasil. In: W. MANFREDO; C. SCHOBENHAUS; C. R. G. SOUZA; A. C. S. FERNANDES; M. BERBERT-BORN; W. SALLUN-FILHO; E. T. QUEIROZ (eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, 2013. p. 163-174.

_____; SANTOS R.O.B. Stratigraphy and ages of four Early Silurian through Late Devonian, Early and Middle Mississippian glaciation events in the Parnaíba Basin and adjacent areas, NE Brazil. *Earth-Science reviews*, v. 207, 103002.

_____; STREEL, M.; MELO, J. H. G.; VAZ, L. F. Glaciações neodevonianas e eocarboníferas na América do Sul. In: *Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracajú, SBG*, 2006. P. 640-645.

CARBONARO, F. A.; LANGER, M.C.; NIHEI, S.S.; SOUZA, G.F.; GHILARDI, R.P. Inferring ancestral range reconstruction based on trilobite records: a study-case on *Metacryphaeus* (Phacopida, Calmoniidae). *Scientific Reports*, v. 8, n. 1, p. 1–12, 2018.

CARVALHO, M. G. P. *Trilobitas do Devoniano da Bacia do Parnaíba*. Rio de Janeiro, 1995. 132 f. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.

_____; EDGECOMBE, G. D.; LIEBERMAN, B. S. Devonian calmonioid trilobites from the Parnaíba Basin, Piauí State, Brazil. *American Museum Novitates*, v. 3192, p.1-11. 1997.

_____; PONCIANO, L. C. M. O. The devonian trilobites of Brazil: A summary. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 64, p. 217-228. 2015.

CASTER, K. E. Excursão Geológica ao Estado do Piauí. *Mineração e Metalurgia*, v. 12, n. 72, p. 271-274, 1948.

CASTRO, J. S. Trilobitas da Formação Pimenteiras, Devoniano do Estado do Piauí. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 40, n. 4, p. 481-489. 1968.

CHEN, Z. Q.; MCNAMARA, K. J. End-Permian extinction and subsequent recovery of the Ophiuroidea (Echinodermata). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 236, p. 321-344. 2006.

CLARKE, J. M. Fósseis devonianos do Paraná. *Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, v. 1, p. 1-353, 1913.

COMNISKEY, J. C.; GHILARD, R. P.; BOSETTI, E. P. Conhecimento atual sobre os tentaculitoideos devonianos das bacias do Amazonas e Parnaíba, Brasil, depositados em instituições brasileiras. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 10, n. 1, p. 49-61. 2015.

_____; *Revisão sistemática, tafonomia, distribuição geográfica e estratigráfica da classe Tentaculitoidea no Devoniano brasileiro*. Ribeirão Preto, 2016. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências), Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada, Universidade de São Paulo, 2016.

COPPER, P. Palealtitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian—Famennian mass extinction. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, v. 21, n. 3, p. 165–207, 1977.

DELLA-FÁVERA, J. C. *Fundamentos de Estratigrafia Moderna*. Ed. UERJ. 2001. 264 f.

DOWDING, E. M.; EBACH, M. C. An interim global bioregionalisation of Devonian areas. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, v. 98, n. 4, p. 1-21. 2018.

_____; EBACH, M. C. Evaluating Devonian bioregionalization: quantifying biogeographic areas. *Paleobiology*, v. 45, n. 4, p. 1-16. 2019.

DUARTE, A. Fósseis da sondagem de Therezina, Estado do Piauí. *Serviço Geológico e Mineralógico, Notas Preliminares e Estudos*, v. 2, p. 1–3. 1936.

FERNANDES, A. C. S. Cnidários fósseis brasileiros: histórico das pesquisas e considerações sobre o seu desenvolvimento. *Série Geologia DNPM*, v. 27, p. 201-204. 1985.

_____; BORGHI, L.; CARVALHO, I. S.; ABREU, C. J. *Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil*. Interciência. 2002. 260 f.

_____; FONSECA, V. M. M.; 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, R. T.; 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.

_____; MACHADO, D. M. C. The Paleozoic ichthyofauna of the Amazonas and Parnaíba basins, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 82, p. 122–132. 2018.

FONSECA, V. M. M.; MELO, J. H. G. Ocorrência de *Tropidoleptus carinatus* (Conrad) (Brachiopoda, Orthida) na Formação Pimenteira, e sua importância paleobiogeográfica. In: *Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, SBP, 1987*. p. 505-537.

_____; *Brachiopoda (Stropheodontoidea, Chonetoidea e Delthyridoidea) do Devoniano Médio das Bacias do Amazonas e Parnaíba*. Rio de Janeiro, 2001. 167 f. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

_____; Chonetoidea (Brachiopoda) do Devoniano Médio das Bacias do Amazonas e Parnaíba, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 62, n. 2, p. 193-215, 2004.

_____; PONCIANO, L. C. M. O. Braquiópodes do Devoniano Médio das bacias do Amazonas e Parnaíba. In: I. S. CARVALHO; N. K. SRIVASTAVA; O. STROHSCHOEN JR.; C. C. LANA (eds.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2011. p. 169-190.

FORD, D. *Devonian fauna in the concretionary Picos Member, Pimenteira Formation (Lower Devonian) Piauí, Brazil*. Cincinnati, 1965. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), The Graduate School of the University of Cincinnati/University of Cincinnati, 1965.

FRAGA, M. C.; VEGA, C. S. Asterozoans from the Devonian of the Paraná Basin, south Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 97, p. 1-21. 2020.

GAMA Jr., J. M. *Braquiópodes da Formação Pimenteiras (Devoniano médio/superior), na região sudoeste da bacia do Parnaíba, Município de Palmas, Estado do Tocantins, Brasil*, Brasília, 2008, 78f. Dissertação Mestrado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GHILARDI, R. P. *Tafonomia comparada e paleoecologia dos macroinvertebrados (ênfase em trilobites), da Formação Ponta Grossa (Devoniano, sub-bacia Apucarana), estado do Paraná, Brasil*. São Paulo, 2004. 113 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar), Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências/Universidade de São Paulo, 2004.

GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba, *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 8, p. 57-67, 1994.

GRAHN, Y.; MELO, J. H. G.; LOBOZIAK, S. Integrated Middle and Late Devonian miospore and chitinozoan zonation of the Parnaíba Basin: an update. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 9, p. 283-294. 2006.

_____; YOUNG, C.; BORGHI, L. Middle Devonian chitinozoan biostratigraphy and sedimentology in the eastern outcrop belt of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 11, p. 137-146, 2008.

_____; HORODYSKI, R. S.; MAULLER, P. M.; BOSETTI, E. P.; GHILARDI, R. P.; CARBONARO, F. A. A Marine connection between Parnaíba and Paraná Basins during the

Eifelian/Givetian transition: Review and new data. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 19, n. 3, p. 357–366, 2016.

HOLZ, M.; SIMÕES, M. G. *Elementos fundamentais de Tafonomia*. Editora Universidade/UFRGS. 2002. 231 f.

HORODYSKI, R. S.; ERTHAL, F. *Tafonomia: Métodos, Processos e Aplicações*. Editora CRV. 2017. 371 f.

_____; *Tafonomia dos invertebrados fósseis na sequência Eifeliana-Frasniana da sucessão devoniana da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Tibagi-PR, Brasil*. Porto Alegre, 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Programa de Pós graduação em Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

_____; *Análise tafonômica, bioestratigráfica e paleoambiental dos invertebrados marinhos da região de Tibagi-PR (Devoniano inferior e médio da bacia do Paraná)*. Porto Alegre, 2014. 204 f. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós graduação em Geociências, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

ISAACSON, P. E. Mid-Paleozoic biogeography of the Central Andes: endemic faunas, immigrants, and paleogeography. In: E. DÍAZ-MARTÍNEZ.; I. RÁBANO (Eds.), *Cuadernos del Museo Geominero*, Instituto Geológico y Minero de España, 2007 p. 213–218.

_____; DIAZ-MARTINEZ, E.; GRADER, G. W.; KALVODA, J.; BABEK, O.; DEVUYST, F. X. Late Devonian–earliest Mississippian glaciation in Gondwanaland and its biogeographic consequences. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 268, n. 3-4, p. 126-142, 2008.

JANVIER, P.; MELO, J. H. G. New acanthodian and chondrichthyan remains from the Lower and Middle Devonian of Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, v. 4, p. 193–206. 1992.

_____; RACHEBOEUF, P. The Paleozoic vertebrates of Bolivia, with comments on the faunal and environmental context of the ‘Malvinokaffric Realm’. In: M. SUÁREZ-RIGLOS; A. D. FARJAT; M. A. P. LEYTON (eds.). *Fósiles y Facies de Bolivia*. Santa Cruz de la Sierra, Sincronía Diseño & Publicidade. 2018. p. 22–35.

JASELLI, L. The first occurrence of ophiuroids (Ophiuroidea, Echinodermata) in the Early Triassic of Lombardy (Northern Italy): *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A*, v. 121, p. 47-54, 2014.

KEGEL, W. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral*, v. 141, p. 1-48, 1953.

_____. Carvão no Piauí. *Notas Preliminares e Estudos DNPM-DGM*, v. 92, p. 1-6, 1955

_____; As inconformidades na Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. *Notas Preliminares e Estudos DNPM-DGM*, v. 160, p. 1-60, 1956

_____; Sobre vermes recentes e fósseis. *Notas Preliminares e Estudos DNPM-DGM*, v. 100, p. 1-11, 1957

_____; A Formação Jaicós no Piauí, *Notas Preliminares e Estudos DNPM-DGM*, v. 105, p. 1-9, 1958.

_____; Rasto de um trilobita (?*Homalonotus*) do Devoniano Inferior do Piauí. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 33, n. 2, p. 163-167. 1961.

_____; Rastos de Bilobites no Devoniano Médio do Piauí. *Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Avulso*, v. 40, p. 55-56, 1965a.

_____; Rastos de Bilobites no Devoniano Médio do Piauí. *Notas Preliminares e Estudos DNPM-DGM*, v. 122, p. 1-11, 1965b.

_____; Rastos do Devoniano da Bacia do Parnaíba. *Boletim DNPM-DGM*, v. 233, p. 1-32, 1966.

KERR, T. J. V.; TWITCHETT, R. J. Experimental decay and disarticulation of *Ophiura texturata*: implications for the fossil record of ophiuroids. In: T. HEINZELLER; J. H. NEBELSICK, (eds.). *Echinoderms: München*. Balkema, Leiden, 2004. p. 439–446.

KIDWELL, S.M.; FURSICH F.T.; AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis of fossil concentrations. *Palaios*, v. 1, p. 228-238. 1986.

_____; ROTHFUS, T.A.; BEST, M.M.R. Sensitivity of taphonomic signatures to sample size, sieve size, damage scoring system, and target taxa. *Palaios*, v. 16, n. 1, p. 26-52. 2001.

LEBEDEV O. A.; ZAKHARENKO, G. V. Global vertebrate-based palaeozoogeographical subdivision for the Givetian–Famennian (Middle–Late Devonian): endemism cosmopolitanism spectrum as an indicator of interprovincial faunal exchanges. *Palaeoworld*, v. 19, p. 186–205, 2010

LI, R. U. Middle Devonian brachiopods from Arctic Canada and some preliminary results of North American biogeography based on quantitative assessment. *Journal of Earth Sciences*, v. 21, p. 36–39. 2010.

LIMA, E. A. M.; 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*. 1978. p. 1-212.

LIMA, J. C.; PONCIANO, L. C. M. O. KENNETH EDWARD CASTER (1908-1992) VISITA O BRASIL: a correspondência de um paleontólogo como subsídio para proteção do patrimônio paleontológico brasileiro. In: *Anais do IV Seminário Internacional Cultural Material e Patrimônio de C&T*. 2016. p. 688-714.

_____; PONCIANO, L. C. M. O. Importance of Kenneth Edward Caster (1908–1992) Personal Correspondence and Field Notebooks to the Brazilian Paleontological Heritage. *Geoheritage*, v. 10, n. 2, 2017

LOBATO, G. *Estratigrafia de alta resolução do intervalo Neodevoniano-Mississippiano da bacia do Parnaíba em testemunhos de sondagem*. Rio de Janeiro, 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

LOBOZIAK, S.; CAPUTO, M. V.; MELO, J. H. G. Middle Devonian-Tournaisian miospore biostratigraphy in the southwestern outcrop belt of the Parnaíba Basin, north-central Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, v. 43, p. 301–318, 2000.

MABESOONE, J. M. *Sedimentary basins of northeast Brazil*. Universidade Federal de Pernambuco, Publicações especiais do Departamento de Geologia. 1994. 310 f.

MACHADO, D. M. C. *Biválvios devonianos da Bacia do Amazonas (formações Maecuru e Ererê): considerações sistemáticas e paleoautoecológicas*. Rio de Janeiro, 228 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.

_____; Bivalvia (Mollusca) da Formação Cabeças, Devoniano Médio da Bacia do Parnaíba. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia, Uberaba, SBP*. 1995, p. 85-86.

_____; *Nuculites Conrad, 1841 (Mollusca, Bivalvia): sistemática e implicações paleobiogeográficas*. Porto Alegre, 298 f. Tese (Doutorado em Geociências) Programa de Pós-graduação em Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

_____; Paleogeography and stratigraphic distribution of the genus *Nuculites* Conrad, 1841 (Bivalvia-Mollusca) In: In: I. S. CARVALHO; N. K. SRIVASTAVA; O. STROHSCHOEN JR.; C. C. LANA (eds.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2011. p. 273-287.

_____; PONCIANO, L. C. M. O.; SCHEFFLER, S. M. Ophiuroidea (Echinodermata) da Formação Longá (Devoniano Superior), Bacia do Parnaíba, Piauí, Brasil. In: *Boletim do 1º Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, Bauru, SBP*. 2012. p. 50-51.

MAGALHÃES PINTO, F. N. *Coleção de paleontologia do Museu de Ciências da Terra / DNPM-RJ: patrimônio da paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro, 130 f. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio), Programa de Pós-graduação em Museologia e Patrimônio/ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2009.

MAISEY, J. G.; 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*, v. 63, p. 495–505. 2005.

MANSUR, K. L.; PONCIANO, L. C. M. O.; CASTRO, A. R. S. F.; CARVALHO, I. S. Conservação e restauro do Patrimônio Geológico e sua relevância para a geoconservação. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 70, p. 137-155, 2013.

MATSUMURA, W. M. K.; LANNUZZI, R.; BOSETTI, E. P. Historia y evolución del conocimiento sobre la Paleoflora del Devónico de la cuenca Paraná. *Terr@Plural*, v. 7, p.25-42, 2013.

MELO, J. H. G. The Malvinokaffric Realm in the Devonian of Brazil. In: N. J. MCMILLAN; A. F. EMBRY; D. J. GLASS (eds). *Devonian of the World: proceedings of the second international symposium on the Devonian system*, Proceedings of Calgary, Alberta: Canadian Society of Geologists, 1988. p. 669-703.

OLIVE, S.; PRADEL, A.; MARTÍNEZ-PÉREZ, C.; JANVIER, P.; LAMSDELL, J.; GUERIAU, P.; RABET, N.; DURANLEAU-GAGNON, P., CARDENAS-ROZO, A. L.; ZAPATA-RAMÍREZ, P. A. New insights into late devonian vertebrates and associated fauna from the cuiche formation (Floresta Massif, Colombia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 39, p. 1–18. 2019.

PENN-CLARKE, C. R. The Malvinokaffric Realm in the Early-Middle Devonian of South Africa. *Journal of African Earth Sciences*, v. 158, p. 1-19. 2019.

_____; HARPER, D. A. Early- middle devonian brachiopod provincialism and bioregionalization at high latitudes: A case study from southwestern Gondwana. *Geological Society of America Bulletin*, v. 133, n. 3-4, p. 819-836. 2020.

PLUMMER, F. B. Estados do Maranhão e Piauí. *Relatório do Conselho Nacional do Petróleo*. p. 87-134, 1948.

PONCIANO, L. C. M. O.; MACHADO, D. M. C.; FARIA, A. C. G.; VIEIRA, A. C. M. Hábitos de vida dos Gastropoda e Bellerophonitida da Formação Maecuru, Devoniano Médio, Bacia do Amazonas, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 30, p. 191-197, 2007.

_____; *Tafofácies da Formação Cabeças, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Piauí*. Rio de Janeiro, 100 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

_____; *Fósseis devonianos da Bacia do Parnaíba*. Bookess Editora. 2012. 127 f.

_____; *Tafocenoses mesodevonianas da Bacia do Parnaíba no estado do Piauí: análise tafonômica, paleoambiental e patrimonial*, Rio de Janeiro, 110 f. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

_____; DELLA-FÁVERA, J. C. Flood-dominated fluviodeltaic system: a new depositional model for the Devonian Cabeças Formation, Parnaíba Basin, Piauí, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 81, p. 769-780, 2009.

_____; CASTRO, A. R. S. F.; FONSECA, V. M. M.; MACHADO, D. M. C. Tafocenoses da Formação Pimenteira, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Piauí: Mapeamento, Inventário e Relevância Patrimonial. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 35, n. 1, p. 5-27. 2012a.

_____; FONSECA, V. M. M.; MACHADO, D. M. C. Taphofacies analysis of late early Givetian fossil assemblages of the Parnaíba Basin (State of Piauí, northeast Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 326-328, p. 95-108, 2012b.

_____; Tafonomia de Invertebrados: O Enigma das conchas. In: M. B. SOARES (ed.). *Paleontologia em sala de aula, Porto Alegre, Editora Imprensa Livre*, 2015. p. 273-295.

QUEIROZ, J. P.; GAMA JR. J. M.; PIRES, E. F. Ocorrência de braquiópodes fósseis no entorno do Rio Balsas, Município de Santa Teresa, Estado do Tocantins, em estratos da Formação Pimenteira, Devoniano da bacia do Parnaíba. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v. 4, n. 1, p. 191-212, 2013.

REID, M.; BORDY, E. M.; TAYLOR, W. 2015, Taphonomy and sedimentology of an echinoderm obrution bed in the Lower Devonian Voorstehoek formation (Bokkeveld Group, Cape Supergroup) of South Africa. *Journal of African Earth Sciences*, v. 110, p. 135–149, 2015.

REZENDE, J. M. P.; MACHADO, D. M. C.; PONCIANO, L. C. M. O. A taxonomic review of the brachiopod genus *Australocoelia* (Boucot & Gill, 1956) in the Devonian of Brazil. *Zootaxa*, v. 4683, p. 515-530, 2019a.

_____; PONCIANO, L. C. M. O, BRETT, C. E. Brachiopod fauna from Longá Formation (Upper Devonian), State of Piauí, NE Brazil. *Historical Biology*, v. 33, v. 8, p. 1297-1307, 2019b.

_____; FIGUEROA, R. T.; PONCIANO, L. C. M. O.; GALLO, V. A new Late Devonian fish fauna from Northeastern Brazil. *Historical Biology*, v. 33, n.12, p. 3444-3453, 2021.

RICHTER, M.; BOSETTI, E.P.; HORODYSKI, R. S. Early Devonian (Late Emsian) shark fin remains (Chondrichthyes) from the Paraná Basin, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 89, n. 1, p. 103-118, 2017.

RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G.; LEME, J. M. Tafonomia Comparada dos Conulatae (Cnidaria), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33, p. 1–10, 2003.

SANTOS R. S.; MACHADO D. M. C.; PONCIANO L. C. M. O. Gastropodes e belerofontídes da Formação Pimenteira (Devoniano Médio) – Bacia do Parnaíba Piauí Brasil. In: *Livro de resumos da XIII Jornada de Iniciação Científica da UNIRIO, Rio de Janeiro*, 2014. p. 1-2.

SANTOS, C. M. S.; REZENDE, J. M. P.; PONCIANO, L. C. M. O. *Catálogo de Afloramentos da Formação Pimenteira*. 2021a. 170 f.

_____; REZENDE, J. M. P.; PONCIANO, L. C. M. O. *Catálogo de Macrofósseis da Formação Pimenteira*. 2021b. 284 f.

_____; REZENDE, J.M.P., PONCIANO, LCMO. Diversidade taxonômica dos macrofósseis da Formação Pimenteira (Devoniano, Bacia do Parnaíba) em coleções paleontológicas como estratégia de geoconservação. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais*, v.17, p. 475-490, 2022.

_____; REZENDE, J. M. P.; PONCIANO, L. C. M. O. Geoconservação da Formação Pimenteira (Devoniano, NE do Brasil) por meio de coleções paleontológicas: a relevância do patrimônio geológico *ex situ*. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 79, p. 60-80, 2021c.

SANTOS, M. E. C. M.; CARVALHO, M. S. S. *Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís –Reconstituições Paleobiológicas*. CPRM – Serviço Geológico do Brasil.2009. 193 f.

SAIN, E. C.; SMITH, N. S.; SUMRALL, C. D. Comparing morphological differences in mississippian ophiuroid arm ossicles, In: *GSA Annual Meeting in Phoenix, Arizona*, 2019. p. 1.

SCHEFFLER, S. M. *Crinoides e blastóides do Devoniano brasileiro*. Rio de Janeiro, 2010. 343 f. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

_____; SILVA, C.F.; FERNANDES, A.C.S. & FONSECA, V.M.M. (2010). Crinoides da borda leste da Bacia do Parnaíba (Formação Cabeças, Devoniano Médio). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Ciências Naturais*, v. 5, p. 165-173, 2010.

_____; DIAS-DA-SILVA, S.; GAMA-JÚNIOR, J. M.; FONSECA, V. M. M.; FERNANDES, A. C. S. Middle Devonian Crinoids from the Parnaiba Basin (Pimenteira Formation, Tocantins State, Brazil). *Journal of Paleontology*, v. 85, n. 6, p. 1188–1198, 2011.

Sedorko, D., Erthal, F., Lima, JHD, Netto RG., Horodyski, RS., Icnofácies e barreiras preservacionais: das estruturas biogênicas à zona tafonomicamente ativa. In: R. S. HORODYSKI; F. ERTHAL, (eds.). *Tafonomia – Métodos e Aplicações*. Curitiba, Editora CRV, 2017. p. 115-141.

_____; NETTO, R. G.; HORODYSKI, R. S. A Zoophycos carnival in Devonian beds: paleoecological, paleobiological, sedimentological, and paleobiogeographic insights. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 507, p. 188–200, 2018.

_____; NETTO, R. G.; SCHEFFLER, S. M.; HORODYSKI, R.S.; BOSETTI, E. P.; GHILARDI, R. P.; MAULLER, P. M.; VARGAS, M. R.; VIDEIRA-SANTOS, R., SILVA, R. C.; MYZYNSKI-JUNIOR, L. Paleoeologic trends of Devonian Malvinokaffric fauna

from the Paraná Basin as evidenced by trace fossils. *Journal of South America Earth Sciences*, v. 109, 103200, 2021.

SILVA-SANTOS R. Peixes fósseis do Devoniano Inferior de Picos, Estado do Piauí. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 33, p. 32, 1961.

SILVA, R.C. Viagem de campo ao Piauí (21 de agosto a 04 de setembro de 2009) em colaboração com pesquisadores do Museu Nacional e Instituto de Geociências (UFRJ), visando à obtenção de dados para inclusão na Base Paleo e Geobank. In: Relatório Interno da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro, 2009. p. 1-13.

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

SIMÕES, M. G.; RODRIGUES, S. C.; BERTONI-MACHADO, C.; HOLZ, M. Tafonomia: Processos e Ambientes de Fossilização. In: I. S. CARVALHO (ed.). *Paleontologia*. Rio de Janeiro, Editora Interciências, 2004, p. 19-52.

SIVIERO, F. N. *Revisão sistemática das conulárias brasileiras*. Rio de Janeiro, 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

SMALL, H. L. Geologia e supprimento d'agua subterranea no Piauhy e parte do Ceará. *Inspectoria de Obras Contra as Seccas*, p. 1-168. 1914.

SOUZA, A. R. *O conteúdo fossilífero da Formação Pimenteira como parte do Patrimônio Geológico brasileiro*. Rio de Janeiro, 2006. 141 f. Monografia (Graduação em Museologia), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

SUÁREZ-RIGLOS, M. *Some Devonian fossils from Piauí State, Brazil*. Cincinnati, 1967. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), The Graduate School of the University of Cincinnati/University of Cincinnati, 1967.

VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.

YOUNG, G. C. Paleobiogeography of Devonian vertebrates. *The Paleontological Society Special Publications*, v. 6, p. 322–323, 1992.

_____; Placoderm (armoured fish): dominant vertebrates of the Devonian period. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. v. 38, n. 1, p. 523–550, 2010.

_____; MOODY, J. M.; CASAS, J. E. New discoveries of Devonian vertebrates from South America, and implications for Gondwana–Euramerica contact. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, v. 331, p. 755–761, 2000.

ZHANG, Y.; LEE, S.; WU, H. T.; HE, W. H. Palaeobiogeographical distribution of Orbiculoidea (Brachiopoda, Discinoidea) responding to global climatic and geographical changes during the Palaeozoic. *Palaeontology*, v. 61, n. 2, p. 221-234, 2017.