

# PALEONTOLOGIA DE INVERTEBRADOS

O LEGADO BRASILEIRO



RENATO PIRANI GHILARDI  
SANDRO MARCELO SCHEFFLER  
(EDITORES)

MONOGRAFIAS DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 3





# PALEONTOLOGIA DE INVERTEBRADOS O LEGADO BRASILEIRO

---

Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia 3

---

RENATO PIRANI GHILARDI  
SANDRO MARCELO SCHEFFLER  
(Editores)

Patrocínio:



SBP  
Porto Alegre, RS  
2014



Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, volume 3

Editores:

Renato Pirani Ghilardi

Sandro Marcelo Scheffler

Comitê Editorial:

Ana Maria Ribeiro

Antonio Carlos Sequeira Fernandes

Cástor Cartelle

Marcello Guimarães Simões

Maria Inês Feijó Ramos

Maria Judite Garcia

Roberto Iannuzzi

Sociedade Brasileira de Paleontologia

Homepage: <http://www.sbpbrasil.org>

Impressão: Gráfica Pallotti

Tiragem: 800 exemplares

Capa: invertebrados da Formação Ponta Grossa, PR, Brasil, por Elvio Pinto Bosetti

Referência sugerida:

GHILARDI, Renato Pirani; SCHEFFLER, Sandro Marcelo (Eds.). **Paleontologia de invertebrados: o legado brasileiro**. 1. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2014. 136 p. (Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, v. 3).

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA FONTE (CIP)

562(81)

P156 Paleontologia de invertebrados: o legado brasileiro / Organizadores Renato Pirani Ghilardi, Sandro Marcelo Scheffler. – 1. ed. - Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2014.  
136 p. – (Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia; v. 3)

1. Brasil - Paleontologia. 2. Paleontologia - Invertebrados. I. Ghilardi, Renato Pirani. II. Scheffler, Sandro Marcelo. III. Sociedade Brasileira de Paleontologia.

ISBN 978-85-63122-03-2

CDU 562(81)

Bibliotecária: Priscila Fernandes Medeiros - CRB-10/1366

Diretoria da SBP Gestão 2014/2015:

Presidente: Max Cardoso Langer (USP)

Vice-Presidente: Átila Augusto Stock da Rosa (UFMS)

1º Secretário: Renato Pirani Ghilardi

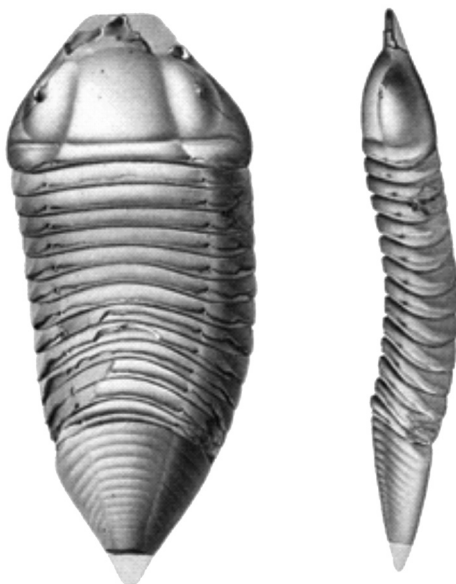
1ª Secretária: Mirian Liza Alves Forancelli Pacheco

1ª Tesoureira: Annie Schmaltz Hsiou

2ª Tesoureira: Rodrigo Miloni Santucci

Diretor de Publicações: Juan Carlos Cisneros Martínez





“O meu reconhecimento grato dos auxílios que diversas pessoas me prestaram para assim dar maior alcance a este trabalho é, detalhadamente, expresso em outro lugar, e a circunstancia de me ter sido permitido a assim reforçar e augmentar o valor da minha obra não sómente me deu uma satisfação natural, como também indica uma apreciação official do facto que os problemas geológicos apresentados, mesmo em regiões restrictas, são de alcance mundial.”

John Mason Clarke  
Fósseis Devonianos do Paraná, 1913. Monografia n. 1  
Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.

(As figuras que ilustram as páginas iniciais e a primeira página de cada capítulo deste livro foram retiradas desta memorável obra, que completou no ano passado seu primeiro centenário, como uma forma de homenagear este ilustríssimo paleontólogo, que ajudou a fundamentar o estudo da paleontologia de invertebrados no Brasil)









# SUMÁRIO

COLABORADORES	vii	<b>O registro paleontológico de macroinvertebrados da região Sul do Brasil</b>	75
PREFÁCIO	ix	<i>Hugo Schmidt-Neto &amp; João Henrique Dobler Lima</i>	
APRESENTAÇÃO	xi	<b>Macroinvertebrados fósseis do Estado de São Paulo</b>	87
		<i>Fábio Augusto Carbonaro, Renato Pirani Ghilardi &amp; Luiz de Simoni</i>	
PARTE I.			
UM POUCO DE HISTÓRIA		<b>Paleoinvertebrados da região Norte do Brasil</b>	99
		<i>Vladimir de Araújo Távora, Ignácio de Lóiola Alvares Nogueira Neto &amp; Cândido Simões Ferreira †</i>	
<b>Um breve panorama da formação de paleontólogos no Brasil</b>	15	<b>Microinvertebrados fósseis do Brasil</b>	113
<i>Sandro Marcelo Scheffler &amp; Renato Pirani Ghilardi</i>		<i>Sílvia Regina Gobbo Rodrigues, Cláudio Magalhães de Almeida &amp; Henrique Zimmermann Tomassi</i>	
<b>Personagens fundadores da pesquisa de paleoinvertebrados do Paleozoico marinho no Brasil</b>	23	POSFÁCIO	133
<i>Antonio Carlos Sequeira Fernandes &amp; Vera Maria Medina da Fonseca</i>		REVISORES	136
<b>Rio de Janeiro, história do tempo presente</b>	39		
<i>Maria Engênia de Carvalho Marchesini Santos &amp; Rita de Cassia Tardin Cassab</i>			
PARTE II.			
PALEOINVERTEBRADOS DO BRASIL			
<b>Bacias interiores do Nordeste brasileiro e seus fósseis de invertebrados</b>	55		
<i>Maria Helena Hessel</i>			







## COLABORADORES

Antonio Carlos Sequeira Fernandes  
Departamento de Geologia e Paleontologia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu  
Nacional (UFRJ/MN)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
fernande@acd.ufrj.br

Cândido Simões Ferreira (*in memoriam*)  
Departamento de Geologia e Paleontologia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu  
Nacional (UFRJ/MN)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Cláudio Magalhães de Almeida  
Departamento de Biologia  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)  
Anápolis, GO – Brasil  
claudio.magalhaes@ueg.br

Fábio Augusto Carbonaro  
Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP)  
Bauru, SP – Brasil  
fabiocarbonaro@yahoo.com.br

Henrique Zimmermann Tomassi  
Terragraph Paleontologia  
Brasília, DF – Brasil  
hztomassi@gmail.com

Hugo Schmidt-Neto  
Centro de Ciências Exatas e da Terra  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
São Leopoldo, RS – Brasil  
paleonetto@gmail.com

Ignácio de Loiola Álvares Nogueira Neto  
Faculdade de Geologia  
Universidade Federal do Pará (UFPA)  
Belém, PA – Brasil  
ignacioneto@ufpa.br

João Henrique Dobler Lima  
Centro de Ciências Exatas e da Terra  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
São Leopoldo, RS – Brasil  
jhdl\_bio@hotmail.com

Luiz Ricardo de Simone  
Museu de Zoologia  
Universidade de São Paulo (USP)  
São Paulo, SP – Brasil  
lrsimone@usp.br

Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos  
Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
eugeniasantos@globo.com

Maria Helena Hessel  
Centro de Ciências  
Universidade Federal do Ceará (UFCE)  
Crato, CE – Brasil  
mhhessel@gmail.com

Renato Pirani Ghilardi  
Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Julio de Mesquita Filho (UNESP)  
Bauru, SP – Brasil  
ghilardi@fc.unesp.br

Rita de Cassia Tardin Cassab  
Museu de Ciências da Terra  
Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
rcassab@gmail.com

Sandro Marcelo Scheffler  
Departamento de Geologia e Paleontologia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu  
Nacional (UFRJ/MN)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
schefflersm@gmail.com

Silvia Regina Gobbo Rodrigues  
Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza (FACEN)  
Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Piracicaba, SP – Brasil  
silviagobbo@yahoo.com.br

Vera Maria Medina da Fonseca  
Departamento de Geologia e Paleontologia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu Nacional  
(UFRJ/MN)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
vmmedina@gmail.com

Vladimir de Araújo Távora  
Faculdade de Geologia  
Universidade Federal do Pará (UFPA)  
Belém, PA – Brasil  
vladimir@ufpa.br



## PREFÁCIO

Quando pensamos em paleontologia de invertebrados nos vêm logo à memória os grandes geólogos e paleontólogos do século XIX e início do século XX que trabalharam boa parte de sua vida no Brasil e aqui construíram quase toda sua carreira. Homens como Charles Frederick Hartt, Orville Adelbert Derby e John Mason Clarke são ícones da geologia e paleontologia brasileira e importantes personagens quando falamos da implantação e consolidação da paleontologia de invertebrados como ciência no país. No entanto, existem muitos outros pesquisadores, que atuaram durante o século XX, sendo responsáveis pelo constante desenvolvimento desta ciência em terras onde, midiaticamente, há predileção por outros ramos não menos importantes da paleontologia. A todos estes renomados cientistas, que têm seus nomes de uma forma ou de outra, citados neste livro, presta-se esta pequena homenagem. Em especial gostaríamos de celebrar o centenário da brilhante obra de John Mason Clarke, que até hoje é consultada, e que fundamenta a paleontologia de invertebrados do Devoniano da Bacia do Paraná.

Apesar desta área de estudo se consolidar no Brasil há pouco mais de um século e das pesquisas no país durante o século XX terem se ampliado, a impressão da maioria dos paleontólogos de invertebrados que estão em atividade é de que esta área vive um momento de estagnação ou mesmo de decréscimo no número de pesquisadores atuantes. Este é o

mote das conversas entre os profissionais dessa área durante os eventos acadêmicos paleontológicos mais importantes, principalmente entre os pesquisadores que trabalham com o Paleozoico, com os quais temos mais contato.

Vem da preocupação com a estagnação ou pequeno crescimento e da vontade de estimular esta área da ciência à iniciativa de se promover o I Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, realizado em Bauru/SP entre 11 e 14 de novembro de 2012. A ideia principal do simpósio foi relembrar o passado da paleontologia de invertebrados no país, conhecer a realidade atual nas diversas regiões brasileiras e nas várias áreas de atuação, tanto acadêmica quanto técnica, e discutir os rumos que queremos para a paleontologia de invertebrados.

Com este objetivo foram convidados renomados paleontólogos brasileiros que atuam em diversas regiões do país, e a quem temos enorme gratidão, para elaborar um conjunto de palestras que norteariam as discussões do simpósio. Para que o rico conteúdo destas palestras não se perdesse na Samsara da vida surgiu a ideia da publicação desta obra, que não tenta esgotar o assunto, mas pelo contrário, tem objetivo de fornecer subsídios e estimular as discussões sobre o passado, presente e futuro da paleontologia de invertebrados no Brasil. Portanto, este tentou reunir fatos históricos e atuais, relembrar grandes nomes da nossa história, agrupando em um único documento

uma listagem bibliográfica nacional sobre o tema, e discutir tendências atuais e futuras da nossa área de atuação.

Esperamos que todos os leitores apreciem esta iniciativa e tenham tanto prazer na leitura como tivemos na elaboração. O empenho demonstrado por todos os autores, assim como o abraço deles a essa causa foi de fundamental importância para que continuássemos esta empreitada e que tivéssemos a certeza de que

esse ramo da paleontologia é especial. É especial, pois, além de sermos um grupo de trabalho com objetivos definidos, somos também colegas e amigos almejando o desenvolvimento, em conjunto, de nossa área. Que venham outros simpósios e outros pesquisadores!

Renato Pirani Ghilardi  
Sandro Marcelo Scheffler



## APRESENTAÇÃO

Foi em uma noite fria numa fazenda do interior de Tibagi (PR), no intervalo de um dos vários trabalhos de campo realizados nessa região, que o Sandro me convidou para participar de um processo inédito no Brasil. Naquela noite, o Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados era ainda um projeto sobre a mesa desses dois jovens paleontólogos brasileiros e os mesmos já haviam materializado a ideia de um livro que deveria ser editado logo após o evento, do qual, até então, nada ainda havia sido escrito. Renato e Sandro concretizaram seu projeto, o simpósio foi coroado de êxito e o livro está sendo agora lançado; portanto, sinto-me honrado por ter sido convidado a apresentar esta obra.

O livro “PALEONTOLOGIA DE INVERTEBRADOS: o legado brasileiro” é um conjunto de textos inéditos que abordam a trajetória da paleontologia de invertebrados no Brasil em suas diversas fases da evolução do conhecimento.

Inicialmente Sandro Marcelo Scheffler e Renato Pirani Ghilardi apresentam uma análise da produção acadêmica de teses e dissertações disponibilizadas atualmente on-line, onde evidenciam um panorama da paleontologia brasileira, sobretudo da paleontologia de invertebrados. Além de comparar a produção por região do país, os autores analisam o crescimento das subáreas da paleontologia, arguindo sobre os possíveis fatores que influenciam no atual estágio dos estudos com paleoinvertebrados no Brasil.

Antonio Carlos Sequeira Fernandes e Vera Maria Medina Fonseca, bem como Hugo Schmidt Neto e João Henrique Dobler Lima apresentam históricos das pesquisas com paleoinvertebrados no Brasil. Os primeiros autores abordam os trabalhos com paleoinvertebrados relacionados às expedições científicas pioneiras e a criação da Comissão Geológica do Império, enquanto os segundos autores relacionam os principais trabalhos do Sul do Brasil, enfatizando os grupos mais representativos, sobretudo os moluscos, braquiópodes e trilobitas.

Para o Sudeste brasileiro, Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos e Rita de Cassia Tardin Cassab listam as principais instituições relacionadas aos estudos paleontológicos situadas no Rio de Janeiro, RJ, e destacam seus principais pesquisadores.

Ao analisar as bacias interiores do Nordeste brasileiro Maria Helena Hessel destaca a abundância e diversidade de paleoinvertebrados para a Bacia do Araripe, e, a partir desta, analisa o conteúdo fossilífero das demais bacias interiores da região.

Fábio Augusto Carbonaro, Renato Pirani Ghilardi e Luiz Ricardo Simone apresentam os principais macroinvertebrados registrados no Estado de São Paulo, destacando a maior abundância de moluscos, principalmente para as unidades datadas do Permiano e do Cretáceo.

Vladimir de Araújo Távora, Ignácio de Loiola Alvares Nogueira Neto e Cândido Simões Ferreira



realçam a grande quantidade de paleoinvertebrados ocorrentes na região Norte do Brasil, evidenciando as formações Maecuru e Pirabas.

Considerando os microinvertebrados fósseis, Silvia Regina Gobbo Rodrigues, Cláudio Magalhães de Almeida e Henrique Zimmermann Tomassi apresentam a micropaleontologia de invertebrados, e estabelecem um panorama dos principais trabalhos e técnicas de pesquisas, principalmente para os ostrácodos do Brasil.

Este livro encerra trabalhos que objetivaram estabelecer o panorama das pesquisas com paleoinvertebrados no Brasil. A participação conjunta de diferentes gerações de pesquisadores de várias regiões do país concretiza o êxito do I Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados e inicia uma nova fase na evolução das pesquisas nessa área especial da paleontologia.

Elvio Pinto Bosetti



## PARTE I

---

### UM POUCO DE HISTÓRIA





# UM BREVE PANORAMA DA FORMAÇÃO DE PALEONTÓLOGOS NO BRASIL

Sandro Marcelo Scheffler  
Renato Pirani Ghilardi

*“O cenário está vivo, o palco está aberto, os atores cada vez melhores.  
A ciência paleontológica assume foros internacionais.  
O Brasil participa, cada vez mais ... Parabéns, paleontólogos brasileiros ...  
Nada mais pode deter a trajetória vitoriosa da paleontologia brasileira.”*

(José Raimundo de Andrade Ramos, 1986. Frase final do artigo “Os paleontólogos brasileiros”)

## ABSTRACT – A BRIEF OVERVIEW OF FORMATION OF PALEONTOLOGISTS IN BRAZIL

An overview of research on paleontology of macroinvertebrates in Brazil during the last decades is here presented trying to demystify the prejudice that this area is in decline. Signs that the national institutions of education and research, still develop and carry large amount of studies on invertebrate paleontology is showed. When compared to other areas of paleontology, such as vertebrate paleontology and paleobotany, this growth production is proportional with the smallest amount of studies due to the small number of researchers in this area in Brazil. The main geological periods encompassed by the research on fossil invertebrates in Brazil are established and the main lines of research in this group are displayed. Finally, a strengthening in the research on fossil invertebrates is proposed.

## INTRODUÇÃO

Não é raro escutar em conversas entre paleontólogos brasileiros de que a paleontologia de invertebrados no Brasil está estagnada ou mesmo que vem decrescendo nas últimas décadas. No entanto, poucos são os dados disponíveis para apoiar estas considerações que surgem a partir da percepção dos pesquisadores desta área.

O presente capítulo tem o intuito de apresentar algumas informações e tendências encontradas a respeito do número de teses e dissertações realizadas com paleontologia nos programas de pós-graduação do Brasil. Estas refletem as áreas nas quais estão se especializando os paleontólogos brasileiros e consequentemente deveriam refletir, também, as áreas em que têm um maior número de trabalhos publicados nos anos subsequentes. A partir dos dados apresentados se tentou realizar uma breve discussão, dando ênfase principalmente ao passado e presente da paleontologia de invertebrados. Espera-se com este breve texto fornecer subsídios de reflexão sobre os rumos que a paleontologia, principalmente de invertebrados, vem tomando no Brasil e quais ações podem ser tomadas para que as pesquisas desta área entrem em consonância com as pesquisas de ponta internacionais.

O levantamento de teses e dissertações em paleontologia foi realizado através da pesquisa *on-line* do banco de teses e dissertações das principais universidades e instituições de pesquisa do país. Esta busca se concentrou em teses e dissertações defendidas entre os anos de 1940 e 2012 (até setembro).

Digitando-se palavras-chave como, por exemplo, “paleontologia”, “paleobotânica”, “microfósseis”, no espaço destinado à pesquisa simples ou nos espaços específicos da busca avançada, foram selecionados trabalhos, teses e dissertações, que abordassem sobre o estudo, análise e/ou revisão dos seguintes

subtemas: (i) Vertebrados: paleovertebrados fósseis; (ii) Invertebrados: paleoinvertebrados fósseis; (iii) Microfósseis: fósseis de tamanhos milimétricos e micrométricos e que não fossem relacionados à área de paleopalínologia; (iv) Palinologia: aqueles que abordassem sobre o estudo, análise e/ou revisão de pólenes, esporos e outros palinóforos fossilizados; (v) Botânica: macroestruturas vegetais fossilizadas; (vi) Icnofósseis de vertebrados: atividade biológica fossilizada proveniente de paleovertebrados; (vii) Icnofósseis de invertebrados: similar ao item anterior, porém proveniente de paleoinvertebrados; (viii) Educação: pesquisas paleontológicas que possuam envolvimento direto com a promoção, conscientização e/ou aprendizagem da paleontologia e; (ix) Outros: qualquer estudo que não se encaixe em nenhum “subtema” anteriormente citado (*e.g.* tafonomia, tecnologias).

Estes dados foram organizados em planilhas do programa Excel, sendo gerados gráficos para facilitar a visualização de fatos e tendências, possibilitando a formulação de questionamentos e possíveis explicações com relação às regiões, instituições, períodos e assuntos em que têm sido executados os trabalhos de pós-graduação em paleontologia no Brasil.

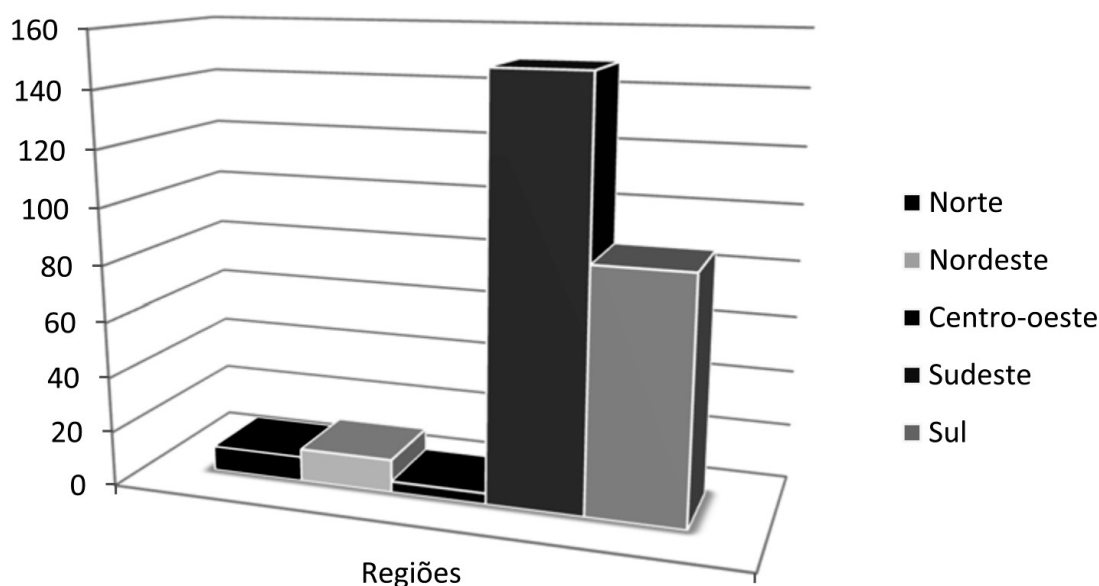
#### COMO ANDA A PESQUISA PALEONTOLÓGICA NO BRASIL

Inicialmente, vale lembrar que as discussões decorridas desses dados são apenas indicadores, não refletindo a totalidade da real situação, uma vez que algumas universidades ainda não disponibilizaram seu

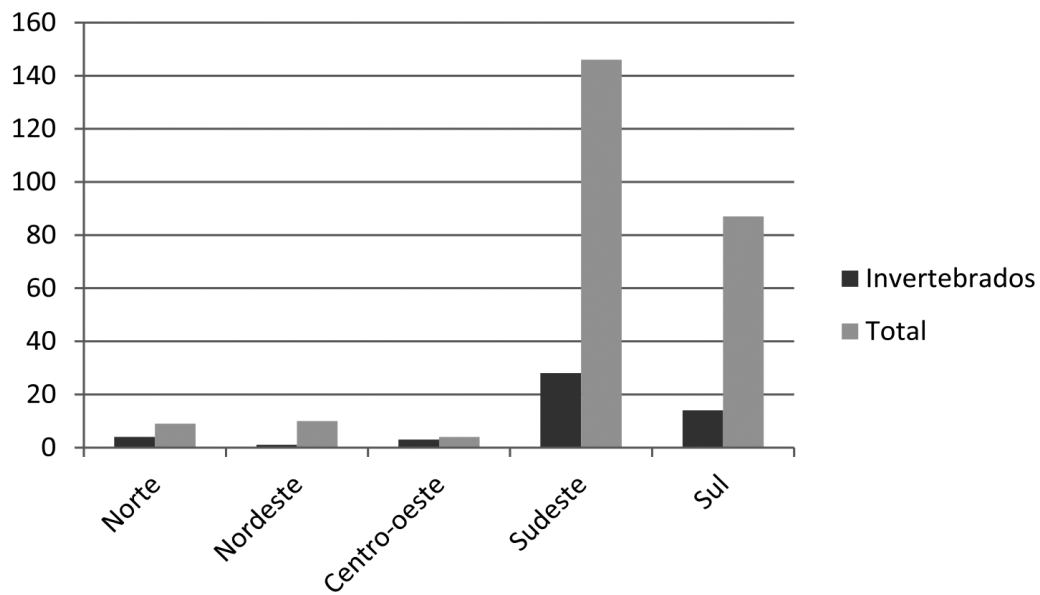
acervo de dissertações e doutorados na forma *on-line*, seja de forma parcial ou mesmo totalmente. Mesmo em uma ou outra daquelas que supostamente apresentam todo o acervo digitalizado, algumas dissertações e teses conhecidas dos autores não foram encontradas. Além disso, também não foram considerados trabalhos desenvolvidos e defendidos por brasileiros em instituições estrangeiras, o que provavelmente não deve influenciar nos resultados gerais. Contudo, deixa-se claro que o raciocínio exposto não recai sobre uma falácia “*argumentum ad numerum*”, uma vez que a amostra analisada reflete os principais centros brasileiros de pesquisa paleontológica.

Foram encontrados 256 trabalhos em 26 instituições de pesquisa no país. Dentre 39 bancos de dados pesquisados, 91% do total de trabalhos foram realizados nas regiões Sul e Sudeste, onde a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (75) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (80) respondem juntas por mais de 60% de todas as dissertações e teses já defendidas no Brasil e disponibilizadas em catálogos *on-line* (Figura 1). Para se ter uma ideia mais clara da importância destas duas instituições para a paleontologia brasileira basta citar que as instituições posicionadas em terceiro e quarto lugar em número de trabalhos de pós-graduação são a Universidade de São Paulo - USP (17) e a Universidade do Estado de São Paulo - UNESP (15) com menos de 1/4 dos trabalhos por elas realizados. É, portanto, o conjunto da UFRJ, USP e UNESP que colocam a região Sudeste como aquela onde o maior número de trabalhos foi realizado.

Os dados da paleontologia de invertebrados seguem, em linhas gerais, esta mesma tendência dos



**Figura 1.** Gráfico comparando o número de dissertações e teses em paleontologia por região do Brasil.



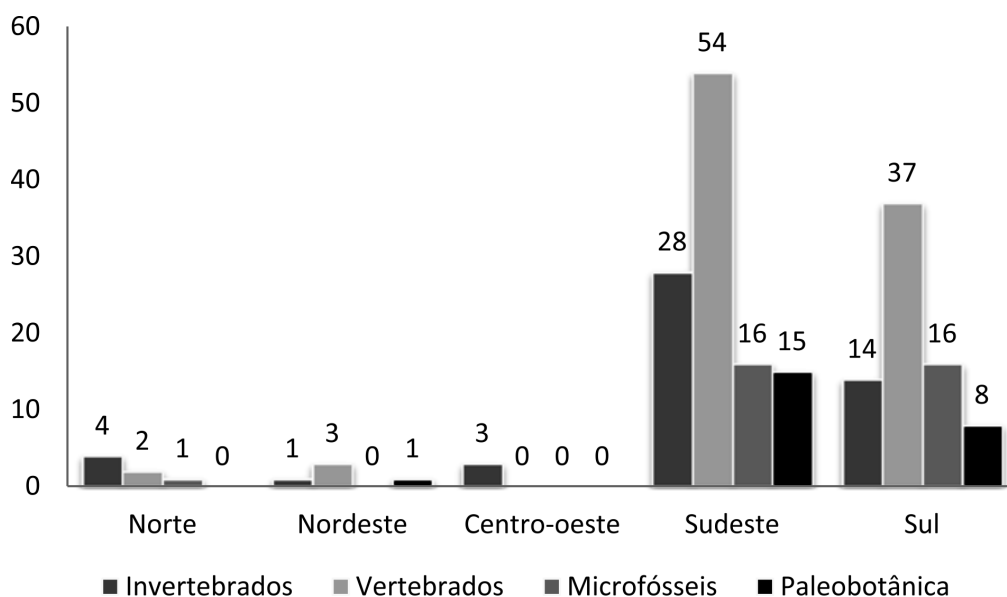
**Figura 2.** Trabalhos defendidos por região, comparando dados de paleontologia em geral e apenas com paleoinvertebrados.

dados totais dos trabalhos em paleontologia (Figura 2). Chama a atenção o Nordeste que não apresenta ao menos um trabalho realizado em paleoinvertebrados, apesar de possuir rico registro fossilífero do grupo, tanto na Bacia do Parnaíba e demais bacias interiores, quanto nas bacias marginais.

Com relação aos principais grupos abordados, observa-se o predomínio absoluto dos trabalhos em paleontologia de vertebrados (Figura 3). Os invertebrados ocupam a segunda posição em números totais de teses e dissertações defendidas; contudo, é

preciso esclarecer que para esta análise foram incluídos os microfósseis de invertebrados (*e.g.* ostracodes e espículas de esponjas) e os icnofósseis de invertebrados. Mesmo com a inclusão destes grupos, a última década mostra que os trabalhos em macroinvertebrados têm perdido espaço para os microfósseis e a paleobotânica/paleopalínologia, sendo um provável reflexo do incentivo em pesquisas nessas áreas relacionadas ao petróleo e às mudanças climáticas.

O fator mais evidente e interessante que essa pesquisa traz é o enorme crescimento que a



**Figura 3.** Trabalhos defendidos por região e por alguns subtemas mais trabalhados dentro da paleontologia.

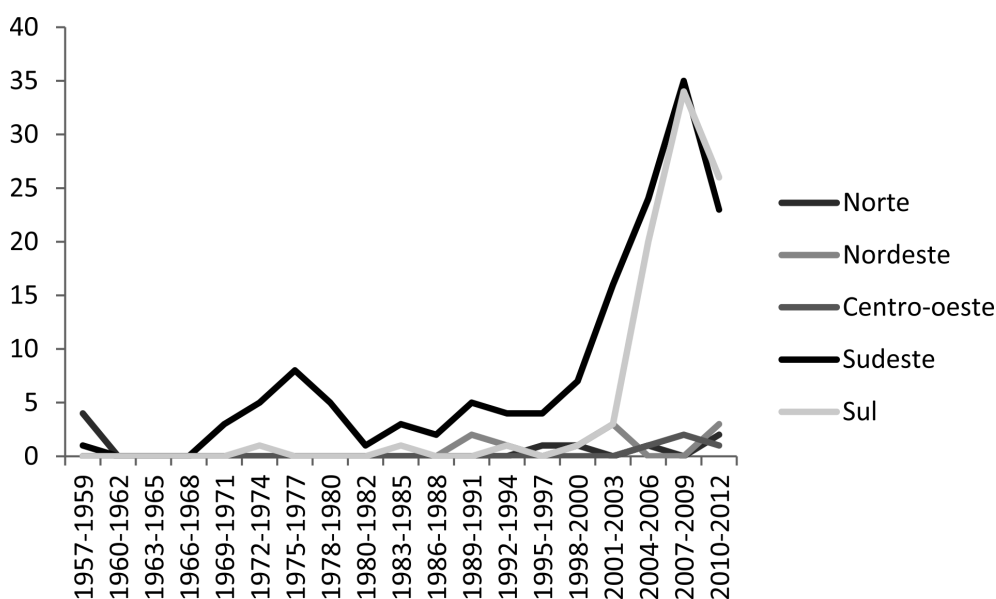


paleontologia em geral obteve nos últimos 12 anos, ou seja, durante este início de milênio. As teses e dissertações defendidas durante este período experimentaram um aumento de mais de cinco vezes no seu número em relação àquelas defendidas nos períodos anteriores (Figuras 4 e 5), principalmente na região Sudeste e mais ainda na região Sul.

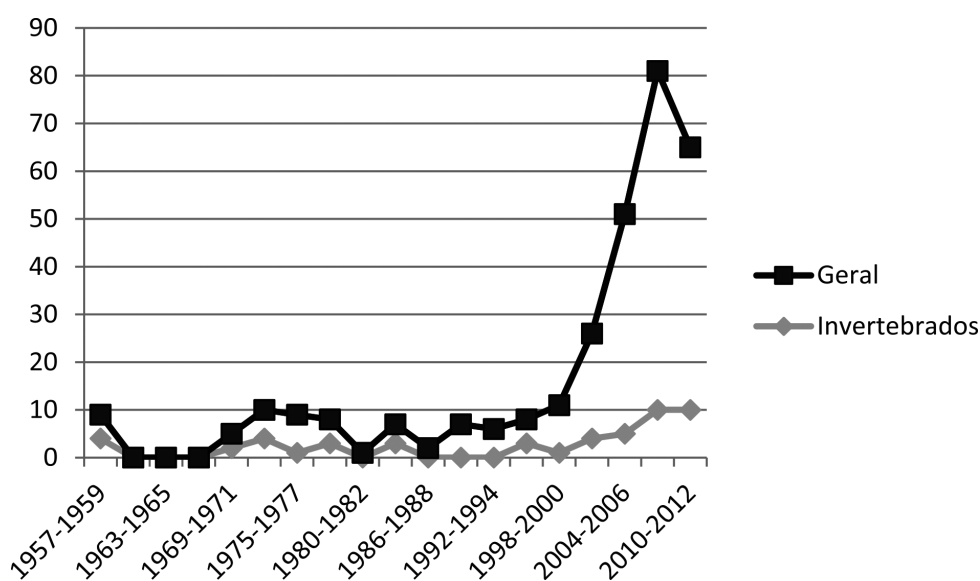
Os trabalhos com paleontologia de invertebrados também cresceram neste período. No entanto, este crescimento não foi constante para a paleontologia como um todo, ficando mais evidente somente a

partir de 2008 (Figura 5). Durante os últimos 12 anos os trabalhos em paleontologia de invertebrados representam um pouco menos de 15% do total de trabalhos realizados. Isto mostra como a paleontologia de invertebrados não tem acompanhado o crescimento da paleontologia em geral, uma vez que em diversos períodos, principalmente na década de 1970 e início da década de 1980, representou mais da metade dos trabalhos defendidos no Brasil.

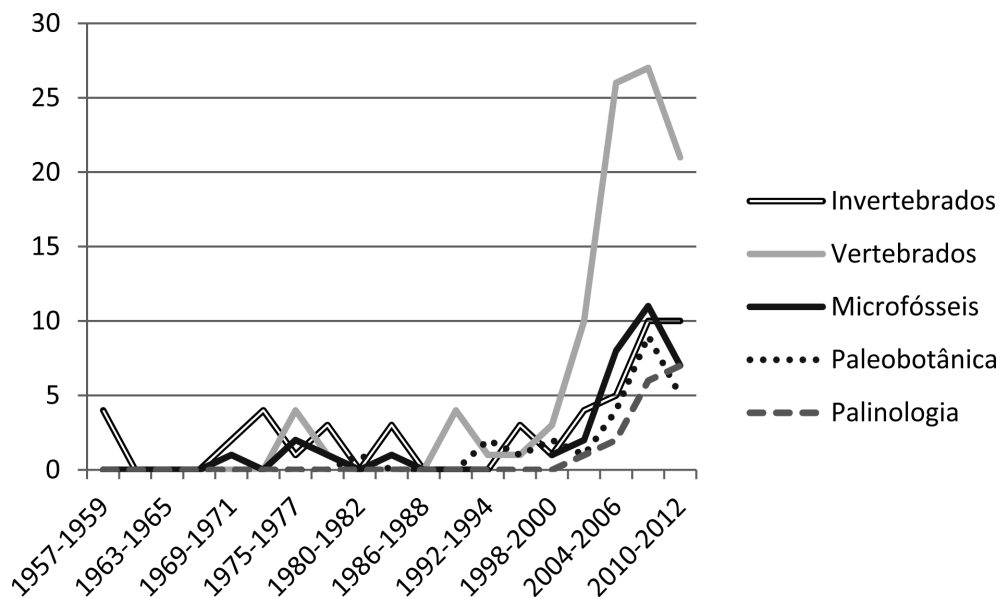
Fica evidente que esse crescimento é acompanhado pelos vários subtemas paleontológicos (Figura 6), mas



**Figura 4.** Trabalhos defendidos por região dispostos cronologicamente.



**Figura 5.** Trabalhos de paleontologia em geral e de paleoinvertebrados dispostos cronologicamente.



**Figura 6.** Trabalhos com os subtemas mais recorrentes, dispostos cronologicamente.

é alavancado principalmente pelo crescimento na paleontologia de vertebrados. Quando se compara o crescimento da paleontologia de invertebrados (incluindo microfósseis e icnofósseis de invertebrados) com a de paleovertebrados, a diferença se torna evidente. A paleontologia de vertebrados durante este início de milênio representou quase metade dos trabalhos realizados (84 dos 194). Disso acarreta que a paleontologia de vertebrados, que até o ano 2000 apresentava menos trabalhos que a paleontologia de invertebrados (14 e 21, respectivamente), atualmente apresenta quase o dobro (50 e 98). Durante todo o período pesquisado os trabalhos com paleontologia de vertebrados (98) hoje quase se equivalem a soma dos trabalhos feitos com invertebrados, microfósseis e paleobotânica (109).

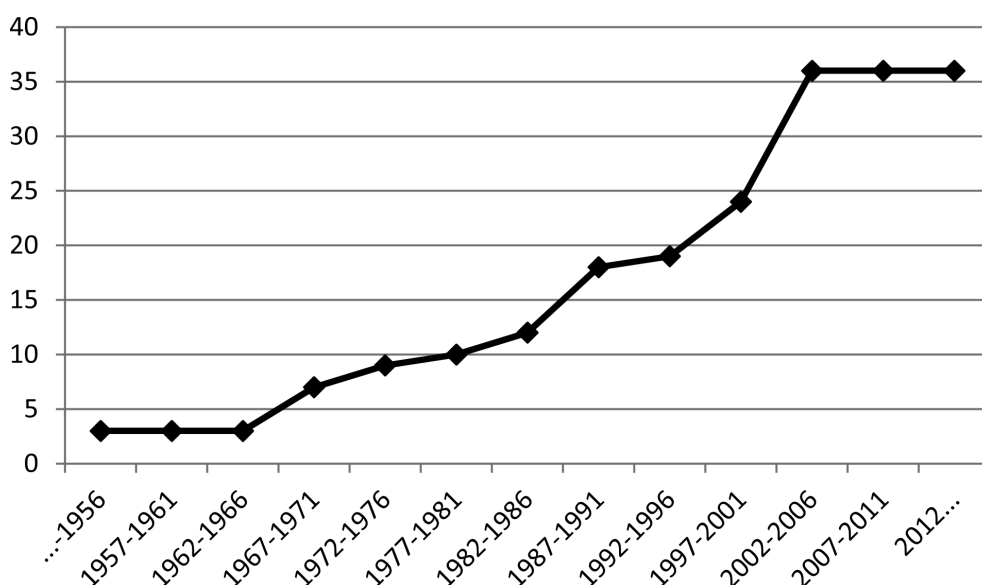
Provavelmente este número extrapolado de dissertações e teses defendidas com paleovertebrados pode refletir o maior número de profissionais vinculados a instituições com prestígio e tradição na paleontologia, além da maior exposição que este subtema teve e tem na mídia, principalmente nas últimas duas décadas, atraindo um maior número de jovens pesquisadores.

Dessa maneira, constata-se um crescimento muito grande de teses e dissertações em paleontologia defendidas neste início de milênio em relação aos períodos anteriores. Parte deste aumento é um tendenciamento, devido ao fato de que quase 40% das bases digitais passaram a disponibilizar os seus dados somente a partir de 2000 (Figuras 7 e 8). Apesar disso, este tendenciamento parece não ser muito significativo, uma vez que as instituições que tradicionalmente têm

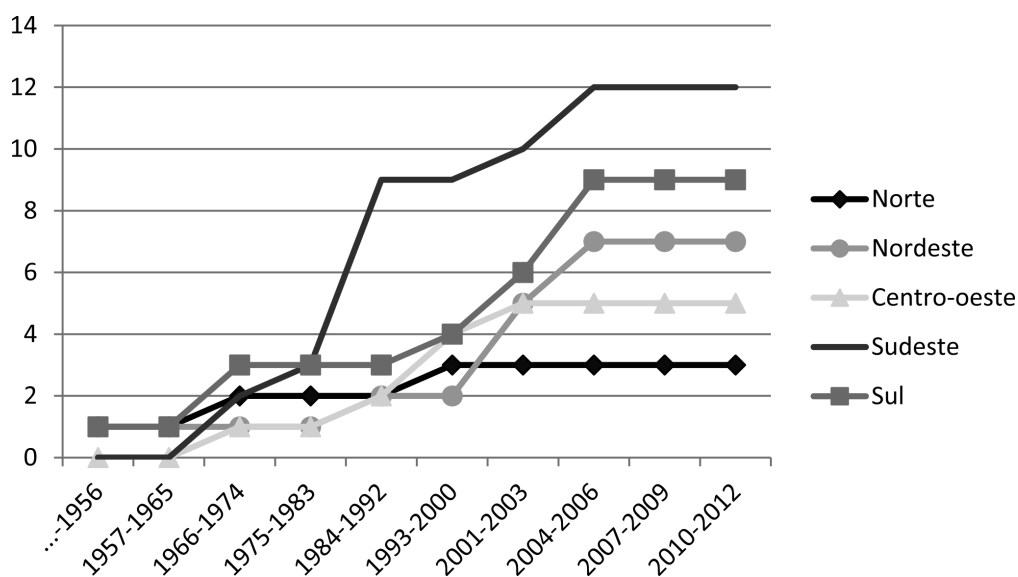
mais teses e dissertações defendidas em paleontologia estão disponibilizando seus dados *on-line* do final da década de 1960 e início da década de 1970 em diante, como a USP e a UFRGS, ou de meados da década de 1980, como a UNESP e a UFRJ. Um agravante é que, mesmo nas bases que disponibilizam dados de décadas anteriores, parece que nem todas têm seu acervo de tese e dissertações completo no banco de dados *on-line*, uma vez que algumas teses conhecidas pelos autores não foram encontradas nas buscas.

Apesar deste crescimento vertiginoso da paleontologia como um todo neste início de milênio, o período de 2010 a 2012 tem apresentado um declínio no número de trabalhos quando comparado com o período de 2007 a 2009 (71 e 55); mesmo o período atual não estando finalizado, o que sem sombra de dúvida influencia a análise realizada (esta busca foi realizada até setembro de 2012). Entretanto, este declínio pode não representar um artefato de tendenciamento e sim uma queda real, pois representa uma baixa de aproximadamente 1/3 no número de trabalhos em relação ao intervalo anterior, restando em torno de 1/12 do tempo para o período ser finalizado (Figura 6). Apesar da paleontologia de invertebrados permanecer sem queda, neste último intervalo somente 10 teses e dissertações foram defendidas no país. A única área que cresceu neste período foi a palinologia, que não tinha teses e dissertações encontradas antes de 2000 e vem crescendo constantemente desde então (Figura 6).

Com relação aos temas abordados nos trabalhos com invertebrados, 47% enfocaram a era Paleozoica, 37% a Cenozoica e apenas 16% trabalharam com invertebrados de unidades geológicas do Mesozoico



**Figura 7.** Disponibilidade de informação das bases de dados digitais das bibliotecas das instituições pesquisadas.



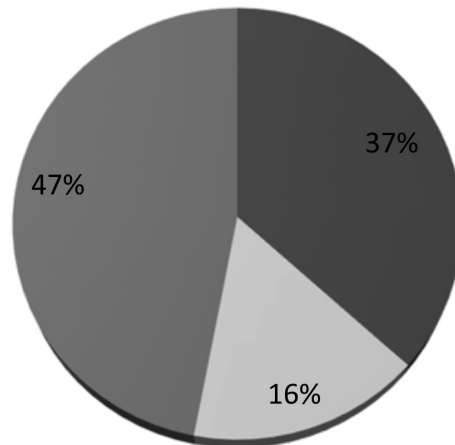
**Figura 8.** Disponibilidade de informação das bases de dados digitais das bibliotecas das instituições pesquisadas, divididas por regiões.

(Figura 9). Dentre os trabalhos do Paleozoico, a maioria trabalha com fósseis das unidades geológicas devonianas do Brasil, onde a Formação Ponta Grossa concentra quase 50% de toda força de trabalho. Dos trabalhos relacionados aos invertebrados do Mesozoico, a grande maioria trata de fósseis cretáceos espalhados pelo país. Já os trabalhos com a era Cenozoica estão concentrados no Oligoceno/Mioceno e no Quaternário. Os trabalhos com fósseis do Quaternário estão espalhados pelo Brasil, enquanto que os trabalhos com o Oligoceno/Mioceno foram

realizados quase que exclusivamente com a Formação Pirabas e representam quase a metade das teses e dissertações defendidas nesta era.

Provavelmente essa concentração de teses e dissertações defendidas com algumas unidades geológicas pode refletir a tradição histórica de trabalhos com estas unidades, principalmente no caso da Formação Ponta Grossa. Isto acarreta uma concentração um pouco maior de pesquisadores trabalhando e consequentemente um número maior de orientandos de pós-graduação.

■ Cenozoico    ■ Mesozoico    ■ Paleozoico



**Figura 9.** Trabalhos de paleoinvertebrados divididos por eras geológicas com o qual se ocuparam.

É interessante tecer alguns comentários com relação ao levantamento do número de trabalhos publicados em vários subtemas na Revista Brasileira de Paleontologia (RBP) entre os anos de 2001 e 2009 (Simões, 2010). Conforme este autor, dos trabalhos publicados na RBP até 2009, 70 versavam sobre vertebrados, 50 sobre palinologia e apenas 20 sobre invertebrados (tafonomia não incluída). Estes dados podem parecer estranhos quando comparados com a Figura 6. Não com relação ao número de trabalhos com paleovertebrados, pois este apenas reflete o enorme crescimento e a hegemonia do número de teses e dissertações com este subtema. Mas, quando comparado os dados de teses e dissertações com paleoinvertebrados e palinologia com os trabalhos publicados na RBP, nota-se uma grande divergência de informação. As teses e dissertações em paleoinvertebrados representam mais que o dobro das teses e dissertações em palinologia encontradas no mesmo período (19 e 9), no entanto, o número de trabalhos com palinologia na RBP totaliza bem mais que o dobro do que com paleoinvertebrados.

O que poderia estar causando esta inversão entre a formação do profissional e o número de trabalhos publicados nos distintos subtemas? Obviamente que a análise de uma única revista com finalidade de entender como anda a saúde de uma determinada área científica é limitada, no entanto esclarecedora, pois reflete, de forma geral, a produtividade da comunidade paleontológica brasileira, uma vez que é a revista vinculada diretamente à Sociedade Brasileira de Paleontologia. Estes dados sugerem que apesar do aumento do número de teses e dissertações com paleoinvertebrados na última década, acompanhando

outras áreas, nesta vem publicando menos. Quais seriam as principais causas para essa menor produtividade? A primeira resposta que se pode inferir é que as teses e dissertações defendidas com paleoinvertebrados não vêm sendo publicadas, o que acontece inúmeras vezes. Um segundo ponto poderia ser que a palinologia teria o caráter mais prático e aplicado, gerando dados mais facilmente do que o estudo de paleoinvertebrados, onde existe a necessidade de analisar dezenas ou centenas de amostras, mais difíceis de coletar.

Não se pode deixar de apontar as considerações feitas por Simões (2010, p. 34) para explicar o pequeno número de trabalhos com paleoinvertebrados: “Infelizmente, a pesquisa em Paleontologia de Invertebrados no Brasil permanece, em grande parte, descritiva e pouco explicativa. Por exemplo, exceto para alguns grupos de pesquisadores (abordando não mais do que meia dúzia de grupos, se muito), a metodologia cladística ainda não é uma abordagem amplamente praticada na Paleontologia de Invertebrados brasileira. Do mesmo modo, pesquisas utilizando macroinvertebrados fósseis em bioestratigrafia são raras e hoje quase inexistentes. Talvez a adoção de programas de estudos e pesquisas tratando de questões evolutivas mais amplas, com forte viés paleoecológico e tafonômico, apoiadas em análises sistemáticas robustas, possa despertar o interesse dos alunos de IC e pós-graduação, sem a participação dos quais a Paleontologia de Invertebrados corre o sério risco de desaparecer”.

No entanto, além dessas características particulares de cada área e da ausência de abordagens mais modernas na paleontologia de invertebrados, se pode indicar prováveis contingências que vêm influenciando



estes números. Paleontólogos de invertebrados, como os dados apresentados acima supõem, não são muito numerosos no Brasil. Porém, esta é uma área que abarca uma quantidade enorme de filos e classes diferentes e geralmente se tem apenas um especialista no país para determinado grupo e idade, quando se tem. Como a RBP na última década tem assumido uma política editorial extremamente específica com relação à escolha de seus revisores para melhoria em seus índices de impacto, isso tem dificultado o encontro de revisores brasileiros e consequentemente, obrigando os autores a traduzir seus artigos para a língua inglesa. Em decorrência disso, a maioria dos pesquisadores tem optado em publicar no exterior, visando também publicações com maior inserção e impacto na comunidade científica.

O presente estudo não compartilha com o pessimismo de Simões (2010) sobre o risco de desaparecimento da paleontologia de invertebrados no Brasil, porém, a estagnação ou pequeno crescimento na formação de pesquisadores é uma realidade nesta

área. Mais sério ainda é a pequena produtividade refletida no número de trabalhos científicos publicados, o que demonstra que os dados gerados em teses e dissertações ou nos projetos de pesquisa em geral não vêm sendo disponibilizados à comunidade científica, além de questões editoriais internas à RBP. Esta é uma realidade que precisa ser mudada, principalmente atraindo mais alunos de iniciação científica, e também estimulando constantemente os alunos de pós-graduação, mostrando a importância para a paleontologia de invertebrados nacional da publicação dos resultados desenvolvidos em suas dissertações e teses.

#### REFERÊNCIAS

- Andrade Ramos, J.R. 1986. Os paleontólogos brasileiros. *Anuário do Instituto de Geociências*, **10**:126-140.
- Simões, M.G. 2010. 20 anos como paleontólogo: a cara da paleontologia de invertebrados tem mudado no Brasil? *Boletim Paleontologia em Destaque*, **63**:33-34.

# PERSONAGENS FUNDADORES DA PESQUISA DE PALEOINVERTEBRADOS DO PALEOZOICO MARINHO NO BRASIL

Antonio Carlos Sequeira Fernandes  
Vera Maria Medina da Fonseca

*“O Professor Hartt descobriu na expedição Morgan, em 1870, a interessante localidade devoniana de Ereré nas proximidades de Monte-Alegre, nas margens do Amazonas, onde obteve os primeiros fósseis devonianos, achados a leste dos Andes na América do Sul. No ano seguinte visitou de novo Ereré e fez grandes adições às suas primeiras coleções dessa localidade”.*

(John Mason Clarke, 1896, p. 2-3, ao comentar o primeiro achado dos fósseis devonianos em Monte Alegre, Pará).

## ABSTRACT – FOUNDERS OF THE MARINE PALEOZOIC INVERTEBRATE RESEARCH IN BRAZIL

The discovery of Brazilian Marine Paleozoic strata and the beginning of researches about their fossils initiated with the first natural history expeditions during the 19th century. By the end of the 19th century, the descriptions of Paleozoic beds plus their fossils contents were well known, especially because of the explorations of the Amazon and Paraná basins. Naturalists such as Charles F. Hartt and Orville A. Derby, among others, had an important performance in the knowledge of the Paleozoic strata and their fossils. The 19th and the 20th centuries were also periods of consolidation for Brazilian research institutions, as Museu Nacional of Rio de Janeiro and Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Their geologists and paleontologists were responsible for the technical foundations and the knowledge diffusion of the geology and paleontology research in Brazil.

## INTRODUÇÃO

A história da descoberta dos jazigos fossilíferos do Paleozoico marinho e da implantação da pesquisa dos paleoinvertebrados no Brasil iniciou-se com os relatos de viagens de reconhecimento, idealizadas por motivações

políticas, comerciais e científicas, empreendidas através do território nacional a partir de meados do século XVIII e principalmente no século XIX.

Da maior parte do período colonial muito pouco nos chegou dos relatos das viagens realizadas para conhecimento da natureza brasileira, devido principalmente à postura política de Portugal que tentava manter o Brasil isolado de suas potências rivais. Somente a partir da segunda metade do século XVIII, com o movimento da Ilustração em Portugal, iniciou-se um processo de valorização dos produtos naturais de suas colônias e embora ainda fosse utilizado para marcar a presença lusa no território brasileiro, o aspecto científico dessas viagens passou a ser mais valorizado. Datam desse período expedições científicas organizadas pela administração régia e normalmente empreendidas por luso-brasileiros que tinham declaradamente entre seus objetivos conhecer os produtos da natureza brasileira e descobrir seus usos e propriedades. Entretanto, o período áureo das viagens científicas ao Brasil foi o século XIX. Após a chegada da corte ao Brasil, o acesso de naturalistas estrangeiros ao país antes restrito foi liberado. Os mais conhecidos naturalistas-viajantes desse período foram estrangeiros mais especializados do que os do século anterior e, em geral, com objetivos científicos bem definidos para suas explorações que passaram a ser, em muitas ocasiões, os personagens principais das expedições, não mais subordinados a interesses políticos e militares (Schwarcz, 2002; Kury, 2008).

O conhecimento da geologia do país, com a consequente descoberta de jazigos fossilíferos, que era a princípio um subproduto dessas expedições, passou a ser em algumas delas uma de suas prioridades. Datam do século XIX as primeiras descrições de restos de invertebrados fossilizados do Paleozoico marinho brasileiro, coletados nas bacias do Amazonas e Paraná. Na Bacia do Amazonas os fósseis de invertebrados foram descobertos em afloramentos silurianos, devonianos e carboníferos expostos nas margens de afluentes do rio Amazonas e nos arredores da serra de Ererê, no Estado do Pará. Na Bacia do Paraná foram coletados em afloramentos devonianos nos arredores de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, e de Santana da Chapada (hoje Chapada dos Guimarães), no Estado de Mato Grosso.

A segunda metade do século XIX foi também um tempo da consolidação de instituições científicas e culturais nacionais, como o Museu Nacional e o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro e do início do processo de afirmação pelos cientistas locais do que seria uma “ciência nacional”, entendida como o conhecimento de temas brasileiros, realizado por brasileiros (Kury, 2008). Na geologia e paleontologia esse processo culminou com a criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, criado no início do século XX. Seus engenheiros de minas, geólogos e paleontólogos estabeleceram as bases técnicas e científicas da pesquisa geológica e paleontológica no Brasil.

## PRIMÓRDIOS

Após a primeira referência à presença de *beach-rocks* no litoral de Salvador em 1587 e até o final do século XVIII, as notícias sobre achados de fósseis no Brasil se limitavam ao encontro de ossadas da megafauna, além dos famosos ictiólitos da região do Cariri (Fernandes, 2011; Fernandes *et al.*, 2012; Lopes, 2005; Souza, 1938). Em 1814, o naturalista luso-brasileiro João da Silva Feijó publicou uma “Memória” onde tratou das “raras petrificações” e de ossadas fossilizadas existentes na região do Cariri, mas também se referiu à presença de “ostras petrificadas” em uma localidade situada no litoral do Ceará (Feijó, 1814, 1997). É difícil afirmar se as “ostras petrificadas” observadas por Feijó correspondiam a conchas fossilizadas, no que se constituiria na primeira observação documentada de fósseis de invertebrados; entretanto, pode-se supor que correspondiam a conchas preservadas nos *beach-rocks* existentes na região.

A segunda referência da presença de fósseis de invertebrados aparentemente deve-se aos naturalistas bávaros Johann Baptiste von Spix e Karl Friedrich Philipp von Martius, que citaram a presença de fósseis

de conchas na Bahia quando da passagem por Salvador em 1818. Os naturalistas registraram a existência de um arenito cinzento ao “longo do mar [...] no Passeio Público e em Itapagipe” que continha “volutites” e outras conchas “transformadas em calcedônia”, mas que atribuíram a “animais marinhos recentes” (Spix & Martius, 1828, p. 160). Na localidade de Itapagipe foram coletados e descritos mais tarde por Samuel Allport e Charles Frederick Hartt moluscos bivalves e conchostráceos cretáceos de água doce (Milhomem *et al.*, 2003).

Não são conhecidas outras informações sobre a observação ou coleta de fósseis de invertebrados por pelo menos as três décadas que se seguiram após a referência dos naturalistas bávaros. Isto ocorreu até o início da década de 1850, quando o médico francês Louis Jacques Brunet, em viagens pelo interior da Paraíba e do Ceará, trouxe para o Museu Nacional no Rio de Janeiro três conchas de moluscos (Burlamaque, 1856; Branner, 1902; Moraes, 1953). Este achado se reveste de importância por dois motivos: inicialmente por se tratar da primeira coleta registrada de fósseis de invertebrados brasileiros e, em seguida, pelo fato de serem os primeiros fósseis de conchas brasileiras a fazer parte do acervo do Museu Nacional.

Fundado em 1818, durante as primeiras décadas de seu funcionamento o Museu Nacional careceu de fósseis brasileiros de invertebrados em seu acervo, sendo conhecidas somente as remessas de fósseis italianos do Piemonte e das circunvizinhanças de Roma, encaminhados respectivamente pelo advogado e paleontólogo italiano Giuseppe Michelotti em 1836 e pelo museu da referida cidade em 1837 (Fernandes & Pane, 2007). Uma década depois, com o grande interesse de Frederico Leopoldo Cesar Burlamaque, então diretor do museu, o acervo paleontológico da instituição sofreu um acréscimo significativo de exemplares da megafauna procedentes do Nordeste e, com eles, chegaram as primeiras conchas. Por volta de março de 1855, Brunet, que se encontrava na Paraíba, remeteu ao imperador amostras de minerais e fósseis, incluindo as conchas, que foram então encaminhados ao museu (Fernandes *et al.*, 2010). De acordo com Burlamaque (1856), uma das conchas teria vindo da chapada do Apodi, região caracterizada pela presença de calcários cretáceos muito fossilíferos (Silva & Rosado, 1973), enquanto as outras duas conchas seriam provenientes da serra do Teixeira, na Paraíba. Existem dúvidas, porém, sobre a procedência dessas duas conchas que teriam vindo de outra região, já que o engenheiro de minas Luciano Jacques de Moraes, ao percorrer a serra do Teixeira, ali somente encontrou rochas cristalinas. De acordo com Antonio Campos e Silva e Jerônimo Vingt-Un Rosado Maia, o equívoco na procedência das conchas poderia ter sido por uma

troca de etiquetas por parte de Brunet, resultado das diversas “vicissitudes” porque passou o naturalista nos seus vinte meses de excursão pelo interior do Nordeste. No Museu Nacional, apesar de examinar as três conchas, Burlamaque não as identificou e, posteriormente, os exemplares se extraviaram, não sendo mais encontrados no acervo da instituição. Fósseis de invertebrados do Cretáceo da Bahia (moluscos e ostracodes, associados a escamas de peixes e ossos de répteis) foram posteriormente coletados em Salvador em 1859 por Samuel Allport e, possivelmente na primeira metade de 1866, por Charles Frederick Hartt após o término de suas atividades na expedição de Louis Agassiz na Amazônia, correspondendo, assim, aos primeiros fósseis coletados na Bacia do Recôncavo (Allport, 1860; Hartt, 1870; Derby, 1878).

As grandes coletas sistemáticas e a divulgação na literatura da identidade taxonômica dos invertebrados paleozoicos brasileiros só se iniciaram a partir da década de 1870 com as expedições realizadas no Norte e Nordeste do Brasil, coordenadas por Hartt: as Expedições Morgan, ocorridas em 1870 e 1871, e as da Comissão Geológica do Império, de 1875 a 1877. Esses fatos são bem conhecidos dos paleontólogos de invertebrados. Menos conhecidas são as contribuições de alguns brasileiros que facilitaram os caminhos para a aventura que era, para um naturalista americano ou europeu, o trabalho de campo nas regiões equatoriais e tropicais no século XIX. Entre eles, figuram o imperador d. Pedro II e o major João Martins da Silva Coutinho, um pioneiro na exploração do vale do Amazonas que, já em 1863, havia localizado depósitos de fósseis de invertebrados carboníferos no vale do rio Tapajós, no Estado do Pará (Rosado, 1998; Lopes, 1997; Silva *et al.*, 2013).

#### SILVA COUTINHO: UM ENGENHEIRO DO EXÉRCITO DO IMPÉRIO COM ALMA DE NATURALISTA

“Pará, 23 de fevereiro de 1866. Majestade. [...] Permiti-me acrescentar que, de todos os favores com que me cumulou Vossa Majestade, nesta viagem, o mais precioso foi a presença do Major Coutinho, cuja familiaridade com tudo quanto se refere ao Amazonas foi uma fonte inesgotável de importantes informes e diretrizes úteis, para evitar viagens ociosas e perda de precioso tempo. A extensão dos conhecimentos de Coutinho no que toca ao Amazonas é verdadeiramente enciclopédica, e creio que seria grande serviço prestado à ciência proporcionar-lhe ocasião de redigir e publicar tudo que observou durante as suas prolongadas e repetidas visitas a essa parte do Império. [...] De Vossa Majestade, o servidor mais devotado e afeiçoado. L. Agassiz”. Agassiz & Agassiz (1975, p. 228-230)

O trecho da carta acima dirigida a d. Pedro II revela a gratidão e admiração de Jean Louis Rodolphe Agassiz, naturalista, zoólogo e geólogo suíço, altamente respeitado por seus pares em seu tempo, pelo trabalho de João Martins da Silva Coutinho, durante a Expedição Thayer. Louis Agassiz era o líder dessa expedição que aportou no Rio de Janeiro em abril de 1865 com os objetivos de estudar a distribuição dos peixes nos rios brasileiros e demonstrar a presença do “*drijf*” glacial no Brasil (Brice & Figueirôa, 2001; Freitas, 2001). A importância dessa expedição para a paleontologia de invertebrados do Brasil é que, como membro da mesma, um muito jovem Charles Frederick Hartt, então com 25 anos, conheceu o Brasil e Silva Coutinho. O prévio conhecimento do major Coutinho sobre a região Amazônica foi fundamental para os estudos de Agassiz como mais tarde o seria para o próprio Hartt (Freitas, 2001).

O major João Martins da Silva Coutinho nasceu no município de São João da Barra no Rio de Janeiro. Formou-se – como outros naturalistas brasileiros do século XIX – na antiga Escola Militar, tornando-se engenheiro do exército até 1865 (Silva *et al.*, 2013). Ainda como militar, entre outros cargos, foi designado inspetor geral de medição de terras públicas na província do Pará (Silva *et al.*, 2013).

Silva Coutinho teve a primazia da descoberta de fósseis de invertebrados na Bacia do Amazonas quando subia, em 1863, o rio Tapajós para demarcação de territórios de colonização (Duarte, 1935); entretanto, a descoberta só foi conhecida em 1869 através de uma nota que Agassiz inseriu em sua obra Viagem ao Brasil (1865-1866). Neste trabalho, Agassiz comentou que “O major Coutinho encontrou mesmo depósitos paleozoicos contendo braquiópodes característicos no vale do Tapajós, em sua primeira cachoeira, e foram assinalados depósitos carboníferos ao longo do Guaporé e do Mamoré” (Agassiz & Agassiz, 1975, p. 242).

Nos anos seguintes, devido a sua grande experiência na Amazônia, Silva Coutinho foi indicado por d. Pedro II para acompanhar Agassiz em sua viagem de 1865 e 1866 e Hartt em 1870 e 1871, respectivamente nas expedições Thayer e Morgan. Entre 1875 e 1876, Silva Coutinho ocupou o cargo de diretor da 3ª Seção do Museu Nacional, hoje o Departamento de Geologia e Paleontologia da instituição.

De 1864 a 1889 o Museu Nacional recebeu remessas de amostras de rochas e fósseis, junto com outros objetos naturais, coletadas por Silva Coutinho principalmente na região Amazônica. Entre elas constavam os braquiópodes, provavelmente carboníferos – productídeos, esperiferídeos e terebratulídeos – procedentes do rio Branco, no Estado do Amazonas, recebidos em 1871 (Silva *et al.*, 2013). Entretanto, no

atual catálogo do Laboratório de Paleoinvertebrados do Museu Nacional consta apenas um único exemplar de “*Productus*” (MN 3955-I) provavelmente coletado por ele, cujo exemplar não foi encontrado na reserva técnica.

#### HARTT TORNA-SE UM NATURALISTA DOS TRÓPICOS: AS EXPEDIÇÕES MORGAN (1870 E 1871)

No início de julho de 1866 os integrantes e as numerosas coleções da Expedição Thayer retornaram a New York, levando um Hartt desejoso de voltar ao Brasil; de fato, no ano seguinte, ele retornou por conta própria, quando passou três meses estudando os recifes de Abrolhos que havia conhecido durante suas explorações geológicas na expedição Thayer (Freitas, 2001). Em 1868, Hartt foi aceito como professor de Geologia da Universidade de Cornell e, com o apoio de um de seus diretores, Edwin B. Morgan, começou a organizar a primeira expedição Morgan, que deixou os Estados Unidos, em 1870, com destino ao Brasil. O objetivo primeiro de Hartt na ocasião era testar a hipótese de Agassiz a respeito da existência de uma grande geleira pretérita no vale do Amazonas. Trouxe consigo Orville Adelbert Derby e Herbert Huntington Smith, entre outros alunos de Cornell. Friedrich Katzer, contemporâneo de Derby no Brasil, destacou a sua atuação nas duas expedições Morgan, especialmente na última, em 1871, quando Derby retornou ao Brasil como o único companheiro e ajudante de Hartt e, mais tarde, “como o apoio mais forte de seu professor e amigo” (Katzer, 1933, p. 20).

As investigações e coletas dessas expedições deram início aos estudos formais dos paleoinvertebrados brasileiros. Com o estabelecimento, na primeira exploração, da idade devoniana dos sedimentos das cercanias da serra de Ererê, na região de Monte Alegre, no Estado do Pará, de acordo com a literatura, foram feitas as primeiras coleções de macrofósseis de invertebrados devonianos no Brasil, além da verificação da existência de depósitos carboníferos no vale do Tapajós (Katzer, 1933; Oliveira & Leonardos, 1943). Deve-se destacar aqui que tanto o Devoniano da região da serra de Ererê como o Carbonífero do Tapajós, já eram conhecidos de Silva Coutinho que havia trabalhado nas duas regiões. Na segunda expedição Morgan, realizada em 1871, foram investigados especialmente os tabuleiros e serras do lado norte do rio Amazonas, da região de Almeirim para oeste, aprofundados os estudos em algumas regiões já visitadas e realizadas novas coletas (Katzer, 1933).

Interpretações equivocadas sobre as autorias das descobertas dos terrenos paleozoicos da região amazônica também foram alvo de observações na

literatura. De acordo com a historiadora Marina Jardim e Silva e seus colaboradores, em determinado episódio chegou às mãos do então diretor do Museu Nacional, Ladislau de Souza Mello Netto, o relatório da exploração geológica dos rios Tocantins e Tapajós, escrito por Hartt. Após finalizar a leitura, Ladislau Netto comentou o trabalho e colocou-se firmemente contra a afirmação de que Hartt era descobridor do terreno carbonífero no Amazonas. Para Ladislau Netto, não passava de um engano, fruto da ignorância de Hartt sobre a atuação dos brasileiros. Silva Coutinho estivera lá antes e era especialista na região. A favor dele havia a doação de exemplares: “Encontram-se nesse museu numerosos objetos colhidos por ele naquela região – objetos de entre os quais dou-me pressa de mencionar alguns braquiópodes fósseis dos gêneros *Productus*, *Terebratula* e creio que *Spirifer* (...)”, que foram apresentadas na Exposição Nacional de 1867 junto com algumas rochas. Os exemplares serviriam de indicadores de idade carbonífera na Europa e Estados Unidos. De fato, essas conchas fósseis do rio Branco chegaram ao museu em 1871 (Silva *et al.*, 2013).

Os estudos resultantes das observações e coletas realizadas durante as expedições Morgan, correspondentes às primeiras descrições formais de espécies de paleoinvertebrados paleozoicos do Brasil, foram sendo publicados aos poucos por Hartt e seus discípulos. Entre eles encontra-se o primeiro trabalho sobre a classificação sistemática de invertebrados devonianos, *On the Devonian Brachiopoda of Ererê*, publicado em 1874 e de autoria de Richard Rathbun, paleontólogo colaborador de Hartt, com descrições e fotografias de 21 espécies de braquiópodes procedentes das formações Ererê e Curuá. A presença de fotografias em um trabalho do século XIX é um fato extraordinário, já que os fósseis eram normalmente ilustrados com desenhos, permitindo que mais de 100 anos depois fosse descoberto o paradeiro desses exemplares. Para Rathbun, a fauna de braquiópodes dos arenitos e folhelhos da região de Ererê era muito semelhante, tanto em nível genérico como específico, à do Grupo Hamilton do estado de New York, que lhe era familiar (Rathbun, 1874). De acordo com Rathbun, os fósseis coletados pelas expedições Morgan, depositados inicialmente no museu da Universidade de Cornell, em Ithaca, New York, foram posteriormente transferidos para o National Museum of Natural History da Smithsonian Institution, em Washington, D.C. (Rathbun, 1879). Porém, graças às fotografias, Fonseca (2001), examinando as coleções de braquiópodes devonianos da Bacia do Amazonas catalogadas como tendo sido coletadas pela Comissão Geológica do Império e atualmente depositadas no Museu Nacional, identificou exemplares da



série-tipo dos *taxa* descritos por Rathbun em 1874 (Fonseca & Fernandes, 2001). Este fato, até então desconhecido, indica que os braquiópodes coletados pelas expedições Morgan, ou pelo menos parte deles, foram transferidos para o Rio de Janeiro.

Regressando aos Estados Unidos em janeiro de 1872, Derby retomou seus estudos na Universidade de Cornell onde se graduou no ano seguinte. Em 1874, tendo como orientador Hartt obteve seu grau de “*Master of Science*”, defendendo uma tese sobre os braquiópodes silicificados carboníferos coletados pelas expedições Morgan nos calcários do vale do rio Tapajós, sua primeira publicação (Derby, 1874; Figura 1), sobre os quais voltou a abordar vinte anos depois com os demais componentes faunísticos como bivalves, gastrópodes, briozoários, corais, trilobitas, equinodermos e fusulinídeos (Derby, 1894). Deu-se, assim, início ao estudo da fauna carbonífera no Brasil (Tosatto, 2001).

As descrições dos primeiros trilobitas devonianos brasileiros também são dessa época, quando Hartt e Rathbun, em 1875 (Figura 2), descreveram duas espécies de homalonotídeos e uma de calmoniídeo, coletados em afloramentos de arenitos ao longo do rio Ererê (Hartt & Rathbun, 1875; Petri, 2001).

#### HARTT E A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA PESQUISA GEOLÓGICA NO BRASIL: A COMISSÃO GEOLÓGICA DO IMPÉRIO (1875-1877)

Em 6 de setembro de 1873, durante um discurso em Ithaca em homenagem à Independência do Brasil, Hartt deixou claras as relações afetivas e profissionais que o ligavam ao Brasil, país ao qual devotava sua carreira de naturalista com o apoio do imperador d. Pedro II, segundo ele um monarca sábio e liberal. Nesta época Hartt já planejava retornar ao Brasil e estava preparando o caminho para levar o governo a convidá-lo para fundar e dirigir um serviço de pesquisa geológica do território brasileiro que se tornaria realidade com a criação da Comissão Geológica do Império (Freitas, 2001).

Dois anos mais tarde, ‘solicitado pelo governo brasileiro’, Hartt apresentou o projeto de criação de uma comissão para efetuar estudos geológicos no Brasil. Freitas (2001), citando Figueirôa (1997), comentou que foi argumento fundamental na criação da Comissão, subordinada ao Ministério da Agricultura, a perspectiva de um incremento no desenvolvimento das atividades agrícola e de mineração, no país, baseado em um melhor conhecimento geológico do território brasileiro. Acrescentou, mais adiante, que Hartt soube também se inserir no sistema político de patronagem, coordenado por d. Pedro II, que permeava a sociedade do Brasil Imperial, sendo a ligação entre o trabalho de

Hartt e a atitude de mecenas de d. Pedro II fator muito importante para entender a criação e a desativação da Comissão (Freitas, 2001).

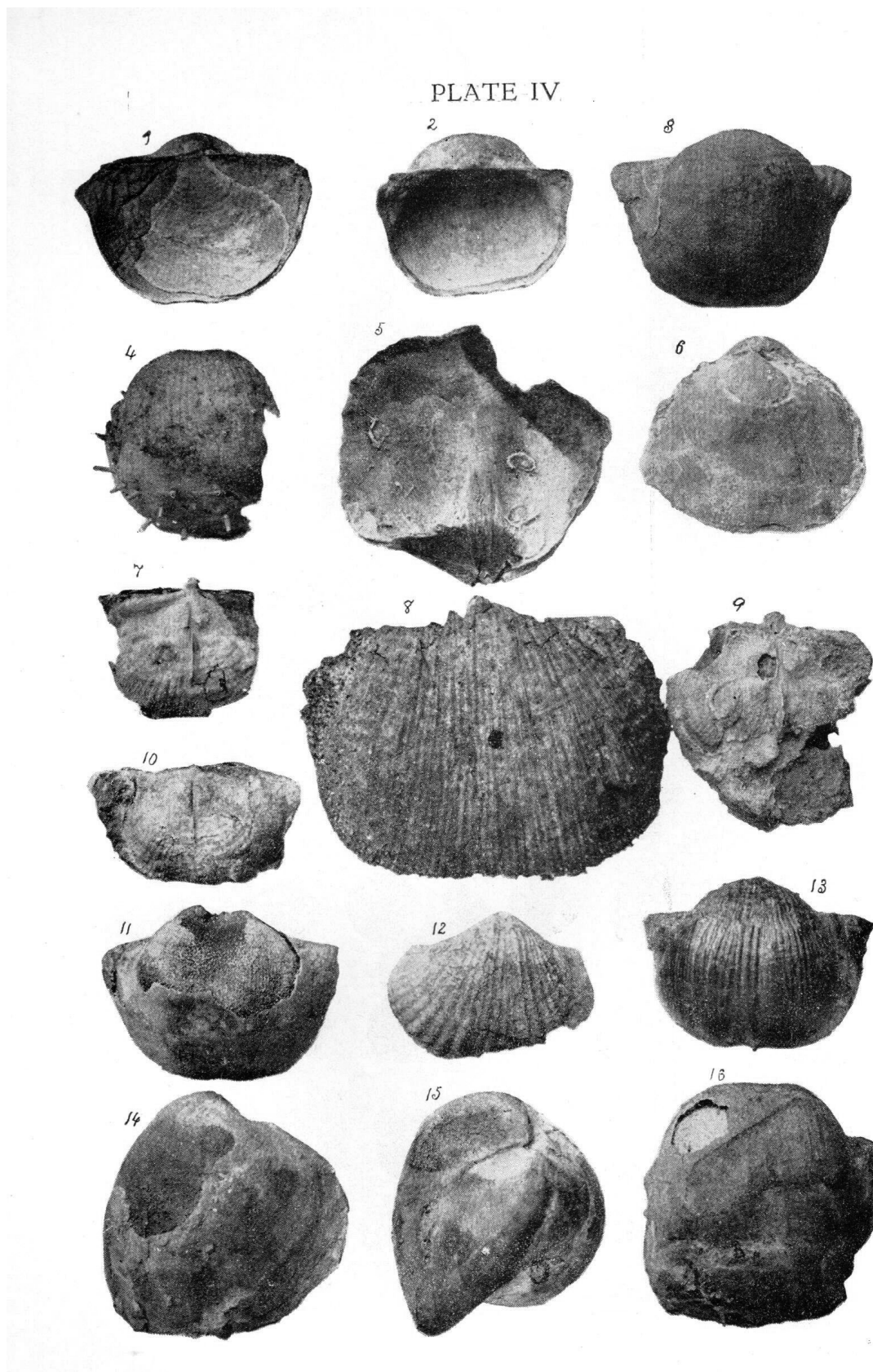
A Comissão Geológica do Império começou a funcionar, dirigida por Hartt, em 10 de maio de 1875. Fizeram também parte da Comissão o engenheiro Elias Fausto Pacheco Jordão, primeiro brasileiro graduado por Cornell, substituído no início de 1876 por Luther Wagoner, que por sua vez deu lugar, em julho de 1877, a Frank Carpenter; os geólogos Orville Adelbert Derby, Richard Rathbun, John Casper Branner e Herbert Huntington Smith; o assistente geral e tradutor Francisco José de Freitas; e o fotógrafo Marc Ferrez (Figueirôa, 1997; Freitas, 2001).

Os trabalhos de campo da Comissão iniciaram-se em junho de 1875 e até o início de 1876 foram realizados no litoral do Nordeste e ao longo do rio São Francisco. Na segunda metade de 1876, e no começo de 1877, Hartt e Wagoner foram para Santa Catarina. Wagoner estendeu suas atividades até o Paraná, enquanto Rathbun ficou estudando o interior de São Paulo. Ao mesmo tempo Derby, Freitas e Smith foram para a Amazônia (Freitas, 2001).

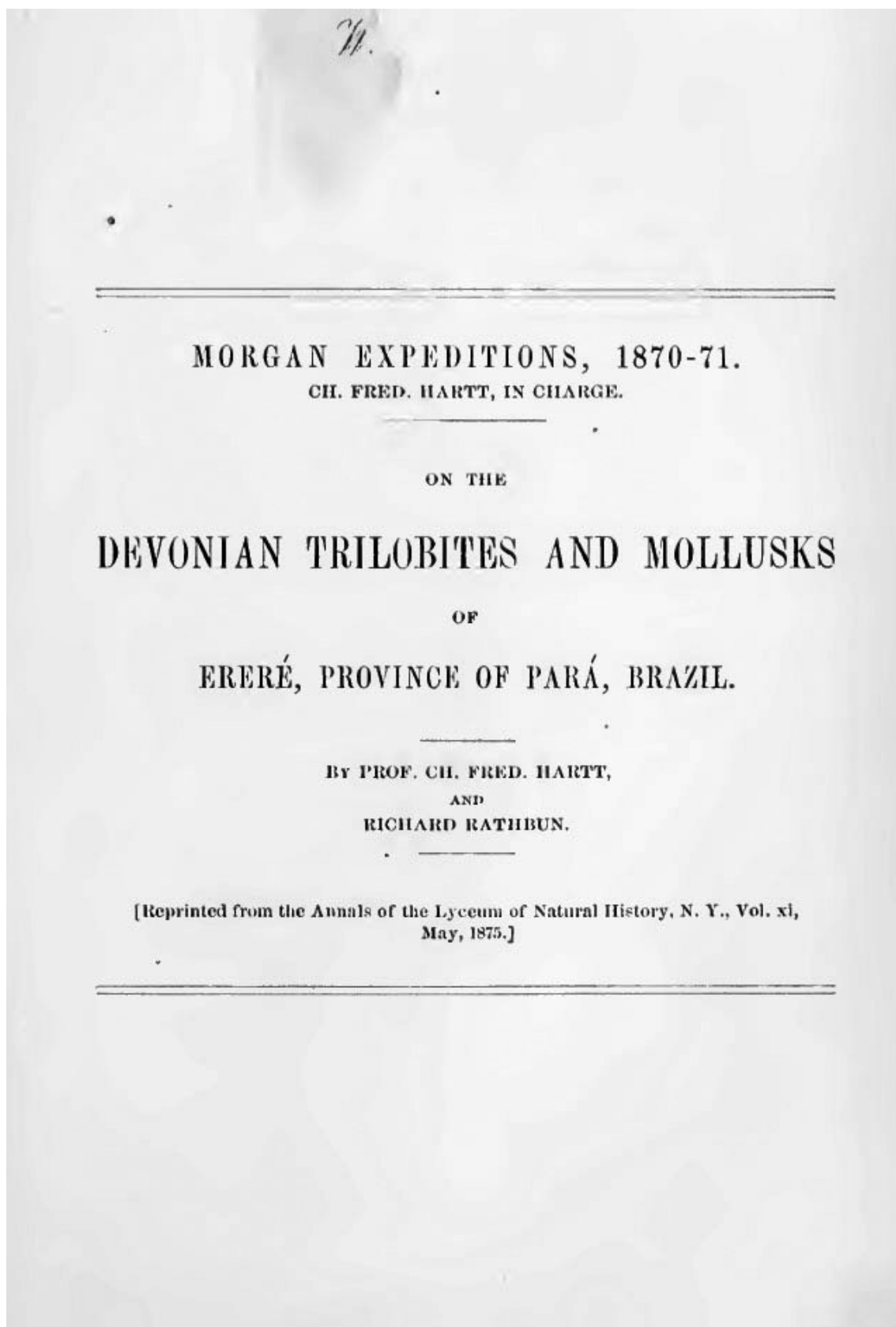
Nos meados de 1877, seus integrantes retornaram para começar a organizar e estudar as coleções geológicas e paleontológicas, mas também zoológicas e etnográficas, embaladas em mais de 600 caixas que, segundo avaliação de Hartt, deveriam guardar cerca de 500.000 espécimes, constituindo-se em um acervo inédito, comparável aos dos melhores museus do mundo (Freitas, 2001). Entretanto, neste momento, o futuro da Comissão já estava comprometido. Rathbun (1878, p. 353, *apud* Freitas, 2001) assim relatou a justificativa do governo para a suspensão temporária do serviço, já em 01 de julho de 1877: “[...] movido por motivos econômicos, e discordando do volume e do valor do trabalho até ali feito pela comissão [...]”. Acrescentou, entretanto, que após o ministro da Agricultura ter sido convencido que a interrupção dos trabalhos da Comissão seria uma grande perda para o Brasil, esta foi autorizada a funcionar no Rio de Janeiro até o final do mesmo ano.

Os paleontólogos brasileiros, cujos trabalhos de campo foram desenvolvidos no Brasil dos séculos XX e XXI e aqueles responsáveis por grandes coleções museológicas atuais, podem avaliar o absurdo da alegada motivação do governo brasileiro em relação ao volume do trabalho de campo e laboratório realizado pelos membros da Comissão nos poucos mais de dois anos de sua existência, com os recursos do Brasil do século XIX. Da acusação em relação ao volume do trabalho de laboratório, Hartt tentou se defender alegando que “[...] seria absolutamente impossível, em menos de um ano, que seis pessoas, desembrassem, separassem, preparassem e descrevessem as imensas





**Figura 1.** Estampa 4 do artigo de Orville Adelbert Derby em 1874 ilustrando os braquiópodes carboníferos (productídeos e esperiferídeos) da localidade de Bom Jardim, Formação Itaituba, com exceção do espécime da figura 13 coletado em Pedra do Barco, no rio Parauari, Pará.



**Figura 2.** Capa do trabalho de Charles Frederick Hartt e Richard Rathbun de 1875, sobre os trilobitas e moluscos devonianos do Ereré, coletados durante as expedições Morgan em 1870 e 1871.

coleções feitas pela comissão geológica [...]” (Hartt, 1878, p. 358, *apud* Freitas, 2001). Quanto à natureza de seu trabalho, a tentativa de um reconhecimento geológico e paleontológico preliminar de um grande território praticamente virgem de estudos destas ciências, isto é, o exercício da pesquisa científica básica, certamente não agradou ao imediatismo da política brasileira que desejava aplicações práticas e rápidas para os problemas do país.

De acordo com Freitas (2001), deve-se levar em conta também o papel do imperador na questão. Após a criação da Comissão, d. Pedro II deixou o país em março de 1876 para uma longa viagem, voltando ao Brasil apenas em 26 de setembro de 1877. É mais uma vez no relato de Rathbun (1878, *apud* Freitas, 2001) sobre a vida e o trabalho científico de seu professor que podem ser encontradas informações sobre o retorno do imperador e o destino da Comissão, pouco divulgadas e de certo modo contraditórias em relação a informações presentes na literatura geológica brasileira. Segundo Rathbun, logo após o seu retorno ao Rio de Janeiro, o imperador inspecionou o prédio e os trabalhos da Comissão, ficando “assombrado” com o laboratório de ciências semelhante aos que ele tinha visitado nos centros científicos americanos e europeus, construído pelo pequeno grupo da Comissão em apenas dezoito meses. Elogiando muito Hartt, nas palavras de Rathbun (1878, p. 353 *apud* Freitas, 2001), “ao sair do edifício, praticamente a única coisa que disse foi ‘seu trabalho vai continuar’”. Entretanto, não teve força política para cumprir sua promessa. Apesar desse episódio, o imperador deixou que a Comissão se esvaísse por conveniências políticas na mudança de gabinete que aconteceu no princípio de janeiro de 1878 (Freitas, 2001).

No final de dezembro de 1877, Hartt finalizou um relatório sobre as atividades da Comissão e com argumentos em favor da continuação de seus trabalhos, apresentado ao novo ministro da Agricultura, o visconde de Sinimbu, que, ou não lhe deu crédito ou deixou o assunto de lado até que pudesse implantar seu próprio modelo de comissão geológica, dando maior ênfase na aplicabilidade agrícola aos trabalhos geológicos (Freitas, 2001). Uma fatalidade, entretanto, encerrou de vez o destino da Comissão: com a saúde física e psíquica fragilizada, em 18 de março de 1878, Hartt morreu, aos 38 anos, em uma epidemia de febre amarela que assolou o Rio de Janeiro, na casa de número 44 da rua da Princesa (atual rua Correa Dutra) no bairro do Flamengo.

Os trabalhos da Comissão Geológica do Império, assim como o material por ela coletado, só não se perderam graças à iniciativa de Derby de permanecer no Brasil. As coleções da Comissão foram transferidas para o Museu Nacional, no Rio de Janeiro, onde permanecem até hoje.

## DERBY, LADISLAU NETTO E O MUSEU NACIONAL: O SALVAMENTO DAS COLEÇÕES DA COMISSÃO GEOLÓGICA DO IMPÉRIO

“A memória que aqui se acha exarada é um conjunto de observações intimamente ligadas às coleções da Comissão Geológica de que foi chefe o ilustrado finado Carlos F. Hartt e distinto colaborador, o Sr. Professor Derby. Estas coleções incorporadas atualmente à 3ª Seção do Museu Nacional são os mais ricos tesouros até hoje arrancados à contextura geológica do Império do Brasil; elas representam, porém, uma obra não completa em relação ao vasto horizonte que tinha em vista a Comissão Geológica, e para serem compreendidas careciam que o mesmo Sr. Derby viesse iluminá-las com uma partícula sequer do trabalho que a mão da morte havia interrompido ainda em esboço. O Sr. Derby veio por a nossa disposição o seu concurso e a diretoria do Museu aceitando-lhe com alacridade viu nele o continuador de Carlos Hartt, ainda à pouco, auxiliar conspícuo do Museu Nacional, na qualidade de professor que aqui foi desta mesma matéria [...] Nota da redação” (Derby, 1877, p. 77, nota de rodapé.)

A nota de rodapé transcrita acima retirada da síntese de Derby sobre a geologia da região do baixo Amazonas publicada nos Arquivos do Museu Nacional, cuja autoria provável é de Ladislau Netto, então diretor da casa, revela a preocupação de ambos em não perder as coleções e as informações obtidas nos trabalhos de campo da Comissão.

Neste trabalho, em que se propôs a resumir os estudos executados na região por Hartt e seus discípulos, Derby esclareceu que os resultados por ele apresentados eram em sua maior parte extraídos e condensados de um extenso relatório preparado pelo próprio Hartt e pelos membros da extinta Comissão Geológica do Império, cuja publicação demorava em virtude das condições financeiras do país e da morte de Hartt. Iniciando seu relato, Derby comentou que quando assumiu a direção da Comissão Geológica do Império, Hartt, desejoso de continuar suas explorações na região do baixo Amazonas iniciadas durante as expedições Morgan, contratou o geólogo Herbert Smith, que já lá se achava, “enviando-me depois com o Dr. Francisco José de Freitas, para estudarmos a mesma região”. Em companhia dos dois, Derby fez um novo e minucioso exame da região montanhosa do Ererê e subiu o rio Maecuru até a cachoeira de Pancada Grande; mais tarde subiram o rio Trombetas até a foz do rio Cachorro. Após isso, Smith voltou a explorar o rio Maecuru, e subiu o rio Curuá de Alenquer até a cachoeira Benfica, visitando



depois o baixo Tapajós. O Devoniano e o Carbonífero do Baixo Amazonas já haviam sido reconhecidos e de alguma forma divulgados a essa altura. Porém, foi durante a subida do rio Trombetas, ao pé de sua segunda cachoeira, chamada Vira Mundo, e no Outeiro do Cachorro, situado na margem direita de um rio do mesmo nome, afluente do Trombetas, que foram coletados os primeiros macrofósseis do Siluriano brasileiro, estudados mais tarde por Clarke (1899a). Quanto às camadas do rio Trombetas, cabe ressaltar que Derby (1877) atribuiu sua provável idade siluriana com base na presença no Outeiro do Cachorro do icnofóssil *Arthropycus alleghaniensis*, então conhecido dos arenitos vermelhos Medina do oeste do estado de New York, nos Estados Unidos.

Dando prosseguimento ao registro dos trabalhos da Comissão nos Arquivos do Museu Nacional, Derby publicou um trabalho sobre a exploração de diamante na “Província do Paraná” (Derby, 1878). Discorrendo sobre a geologia do território explorado, relatou os primeiros achados de fósseis de invertebrados da Bacia do Paraná realizados pelo ajudante da Comissão Luther Wagoner, em 1876, identificados por ele e Rathbun como paleozoicos e provavelmente devonianos. Mais adiante, no mesmo trabalho, Derby escreveu: “Em minha última excursão visitei as localidades descobertas pelo senhor Wagoner, e tive a felicidade de achar espécimes mais perfeitos. De um leito de xisto intercalado no grès, em Ponta Grossa, perto da localidade do conglomerado acima mencionado, achei uma espécie de Ophiuraneos, alguns mal preservados Lamellibranchios e espécies de *Lingula*, *Discina*, *Spirifer*, *Rhynchonella*, *Streptorhynchus* e *Vitulina*, muito semelhantes e provavelmente idênticos ao do Devoniano do Amazonas. O *Spirifer*, o *Streptorhynchus* e provavelmente a *Vitulina* são tipos devonianos, em particular bem caracterizados, sendo os primeiros provavelmente idênticos ao *S. duodenaria* Hall.” (Derby, 1878, p. 93). Embora mais tarde retificadas, essas foram as primeiras identificações taxonômicas dos braquiópodes malvinocáfricos do Estado do Paraná.

Um ano após a extinção da Comissão, Derby foi nomeado diretor da 3ª Seção do Museu Nacional, onde permaneceu por onze anos, de 1879 a 1890. Empossado no novo cargo e com o apoio do diretor da casa, Ladislau Netto, Derby empenhou-se em enviar os fósseis coletados pela Comissão para serem estudados por especialistas estrangeiros. Nesse período, receberam paleoinvertebrados da Amazônia os pesquisadores norte-americanos Richard Rathbun, que publicou em 1879 seu artigo sobre os braquiópodes do Devoniano do Pará (Rathbun, 1879), e John Mason Clarke, então paleontólogo do estado de New York,

que estudou os trilobitas e moluscos devonianos, além da fauna siluriana do rio Trombetas. Os estudos de Clarke são hoje considerados clássicos da literatura paleontológica brasileira, tendo sido publicados nos “Archivos do Museu Nacional” (Clarke, 1896, 1899a, 1899b).

Da grande quantidade de material coletado pela Comissão durante suas atividades na Amazônia, uma grande parte ainda permanece nas coleções de paleontologia de invertebrados do Museu Nacional, participando de seu importante acervo científico. Oriundos do Estado do Pará, são 534 registros procedentes de terrenos paleozoicos contendo 1.331 exemplares (Macedo *et al.*, 1999), certamente uma pequena parte do acervo original coletado pela Comissão. Quanto à Bacia do Paraná, coletados no Estado do Paraná, possivelmente por Wagoner e Derby, são 115 registros com 249 exemplares.

Derby permaneceu no Museu Nacional até 10 de maio de 1890 quando seu contrato não foi renovado, em função das novas disposições legais promovidas pela nascente República, que proibiam as acumulações no serviço público. Derby acumulava a diretoria da 3ª Seção no Museu Nacional com a diretoria da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, cargo que também ocupava desde 1886. Derby optou pela permanência na comissão paulista onde permaneceu até o início de 1905, quando pediu exoneração em função das medidas de redução da dotação orçamentária da Comissão, o que inviabilizava suas atividades (Macedo *et al.*, 1999). Por outro lado, também o seu afastamento do Museu Nacional aparentemente lhe deixou profunda mágoa, como deixou transparecer ao zoólogo Alípio de Miranda Ribeiro quando lhe confidenciou: “Tudo quanto eu poderia desejar ao Museu, era que pegasse fogo...” (Miranda Ribeiro, 1945, p. 56).

#### HERBERT SMITH E SEU PIONEIRISMO NA COLETA DE FÓSSEIS EM MATO GROSSO

Foi Herbert Huntington Smith quem coletou nas vizinhanças da vila de Santana da Chapada, situada a nordeste de Cuiabá, no Estado de Mato Grosso, entre 1882 e 1886, os primeiros fósseis de invertebrados devonianos na região. Na segunda metade do século XIX, o naturalista norte-americano realizou expedições ao Brasil que resultaram na aquisição de cerca de 250.000 exemplares de história natural. Sua viagem mais importante deu-se, entretanto, entre os anos de 1882 a 1886 quando, contratado pelo Museu Nacional em fins de 1881, percorreu diversos estados brasileiros e, permanecendo na região da Chapada dos

Guimarães, coletou vários exemplares de répteis, aves, mamíferos e insetos, além de amostras petrográficas e fossilíferas. Por força do contrato que estabeleceu com o Museu Nacional, Smith organizou coleções tanto para o museu como para seu uso particular que, neste último caso, levou para os Estados Unidos ao final de suas atividades no Brasil (Kunzler *et al.*, 2011a).

Entre as coleções pertencentes ao Museu Nacional, Smith encaminhou à instituição cerca de 200 exemplares de fósseis sobre os quais comentou brevemente e descreveu sucintamente a geologia da região da Chapada dos Guimarães (Smith, 1883). Coube, entretanto, a Derby o estudo detalhado e primeira descrição do material com a identificação de nove gêneros de braquiópodes, um de gastrópode e dois de pterópodes (Derby, 1895).

A descoberta desses fósseis possibilitou pela primeira vez a datação dos sedimentos dessa região, comparando-os informalmente com ocorrências do Grupo Hamilton do estado de New York, nos EUA. Derby, “por sua vez, afirmou que as características específicas dos invertebrados encontrados apresentavam enorme semelhança com aquelas dos fósseis da Formação Ererê (Bacia do Amazonas) e do Grupo Hamilton, do Devoniano Médio, concluindo ser esta a idade dos sedimentos encontrados por Smith” (Kunzler *et al.*, 2011b). Para Melo (1985), os fósseis coletados por Smith seriam de uma unidade superior da Formação Ponta Grossa, provavelmente depositada após o Givetiano (Kunzler *et al.*, 2011b).

Além das primeiras considerações de Smith em 1883 e das descrições de Derby em 1895, não se pode deixar de destacar a primeira referência feita à existência de um braquiópode Chonetidae procedente dessa região, *Chonetes falklandicus* Morris & Sharpe, 1841, feita por Johann G. F. Ludwig Von Ammon em 1893, que descreveu uma fauna coletada pelo professor P. Vogel, em Taquaraçu, na região de Lagoinha, Mato Grosso, entre 1887 e 1888 (*vide* Souza, 2007).

Smith pode não ter percebido a importância de sua descoberta a qual, sem dúvida, representa “a primeira amostragem fossilífera do Devoniano do flanco norte da Bacia do Paraná e a segunda para toda a bacia” (Kunzler *et al.*, 2011b).

#### FRIEDRICH KATZER E SEU TRABALHO NA REGIÃO DO BAIXO AMAZONAS

Em 1894 foi fundado o Museu Paraense Emílio Goeldi pelo então governador do Estado do Pará, Lauro Nina Sodré e Silva. Algum tempo depois o museu foi remodelado e, para dirigir a recém-criada Seção de Geologia foi convidado o geólogo alemão

Friedrich Katzer. De acordo com os dados constantes na literatura geológica em geral, Katzer iniciou uma nova fase da pesquisa geológica na Amazônia, durante a qual procedeu à pesquisa de campo e a elaboração de trabalhos que culminaram com a publicação, em 1903, de sua obra *Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes (des Staates Pará in Brasilien)*. Nesta obra – traduzida pelo frei Hugo Mense em 1933, com o título de “Geologia do Estado do Pará” – Katzer, baseado em suas próprias observações e nas dos pesquisadores que o precederam, se propôs a sintetizar os conhecimentos geológicos da região do baixo Amazonas (do rio Nhamundá ao oceano Atlântico), adquiridos durante o século XIX.

Segundo Katzer, o desenvolvimento mais completo do Devoniano dessa região apresenta-se no leito do rio Maecuru, para o qual apresentou um perfil. Neste, descreveu os afloramentos das formações Maecuru e Ererê no citado rio, destacando os arenitos altamente fossilíferos que afloram nas imediações da cachoeira Teuapixuna, atualmente considerados pertencentes à Formação Maecuru. Desses arenitos, designados por Katzer como “arenito espirífero”, em alusão ao Spiriferensandstein renano, o autor forneceu uma lista de fósseis, ilustrados através de desenhos (Figura 3). Em 1938, entretanto, o geólogo Pedro de Moura afirmou que Katzer nunca subiu o rio Maecuru e que a coluna devoniana referente a esse rio, presente na sua obra de 1903 foi baseada nas observações de Derby na região, e os fósseis por eles descritos foram coletados por João Coelho, em 1894 (Moura, 1938).

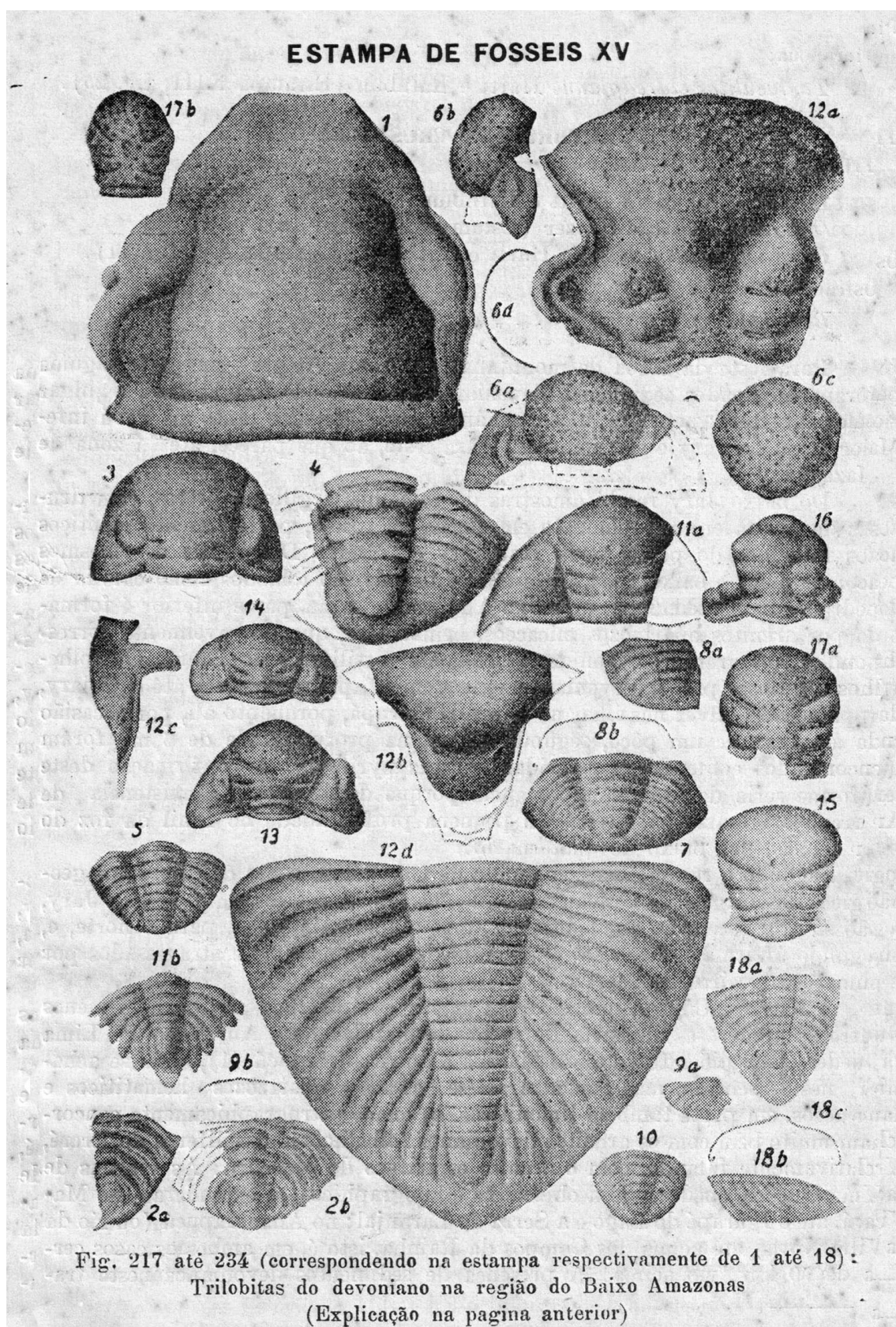
#### CLARKE E O DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ

Durante o governo do presidente Rodrigues Alves, em 1907 foi criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB). Embora seu primeiro diretor tenha sido Derby, esse órgão tornou-se uma grande escola de geologia, essencialmente nacional. Seus “geólogos” e engenheiros executaram diversos reconhecimentos geológicos e algumas sondagens no território brasileiro, inicialmente com o propósito de encontrar carvão e, mais tarde, com interesse no petróleo. Com a morte de Derby, em 1915, assumiu a diretoria do SGMB Luiz Felipe Gonzaga de Campos.

A publicação periódica das atividades do SGMB, sob a forma de monografias, boletins, notas preliminares e relatórios de seus diretores, brindou a comunidade geológica com um testemunho copioso do desenvolvimento da pesquisa geológica e paleontológica da primeira metade do século XX no Brasil.

A monografia nº 1 do Serviço Geológico e





**Figura 3.** Trilobitas da serra do Ererê e do rio Maecuru ilustrados por Friederich Katzer em sua síntese sobre a geologia do Estado do Pará, em 1903, traduzido para o português em 1933.



Mineralógico do Brasil, de autoria John Mason Clarke, publicada em 1913 e intitulada “Fósseis devonianos do Paraná”, foi o primeiro trabalho de fôlego sobre os fósseis marinhos devonianos da Bacia do Paraná, revestindo-se não só de grande importância taxonômica como paleobiogeográfica. De acordo com Clarke (1913), a monografia foi preparada a pedido do então diretor do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Derby, que lhe entregou a numerosa coleção de fósseis feitas sob sua administração, ao longo dos afloramentos dos folhelhos de Ponta Grossa (Membro Jaguariáiva) e dos arenitos de Tibagi (Membro Tibagi) no Estado do Paraná pelos engenheiros de minas Francisco de Paula Oliveira e Euzébio Paulo de Oliveira, suplementada com fósseis coletados em Santana da Chapada, no Estado de Mato Grosso. Nesse trabalho foram identificados e descritos braquiópodes, trilobitas, moluscos, conulárias, equinodermos e espongiários (Figuras 4 e 5). A “coleção Clarke” inicia atualmente a numeração do catálogo de paleoinvertebrados do acervo do Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional da Produção Mineral.

Nesse trabalho, Clarke (1913) concluiu que as faunas brasileiras - com exceção dos arenitos do Devoniano Médio e os folhelhos negros do Devoniano Superior da região de Ereçê e imediações - eram de caráter essencialmente diferente das faunas então conhecidas do hemisfério Norte. Constatou “a feição distintiva austral” dessas faunas, que contrasta com o “aspecto boreal” das faunas do norte do Equador. De acordo com Boucot & Rachebouef (1993), embora a possibilidade da existência de uma unidade paleobiogeográfica do Paleozoico inferior no hemisfério Sul já estivesse presente na literatura geológica, desde estudos realizados com paleoinvertebrados silurianos e devonianos da Bolívia por Alcides D’Orbigny, em 1842, Clarke foi o primeiro a reconhecer formalmente a existência de uma fauna singular de invertebrados de águas frias presente no Devoniano do hemisfério Sul, sua “Fauna Devoniana Austral”, hoje reconhecida como a fauna do Domínio Malvinocáfrico.

## CONCLUSÃO

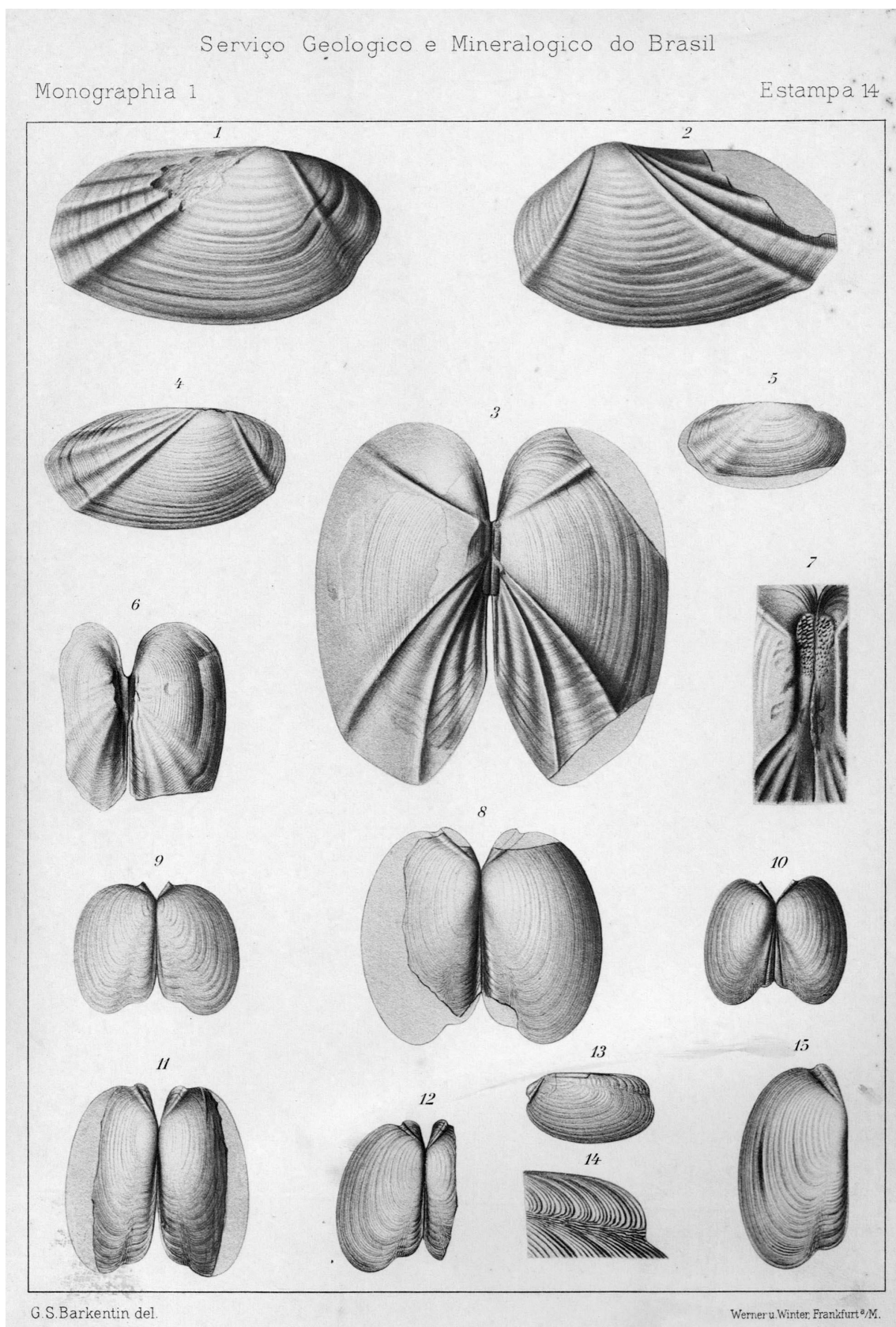
Após os registros iniciais de fósseis de invertebrados na primeira metade do século XIX, foi a partir da década de 1870 que o conhecimento da existência de paleoinvertebrados marinhos paleozoicos no território brasileiro se concretizou. Vários fatores devem ter contribuído para os primeiros achados, mas sem dúvida foi o espírito explorador de grandes naturalistas que possibilitou a concretização desse conhecimento. Naturalistas

brasileiros, como João Martins da Silva Coutinho em 1863, e norte-americanos, que aqui vieram inicialmente para as grandes expedições exploradoras na Amazônia brasileira a partir de 1870, são os principais responsáveis pelas primeiras descobertas das exposições sedimentares paleozoicas e seus fósseis. Entre eles destacaram-se os nomes de Charles Frederick Hartt e seus discípulos como Orville Adelbert Derby e Herbert Huntington Smith. As expedições Thayer e Morgan, precursoras da pesquisa geopaleontológica na Amazônia, foram os embriões para a formação da primeira comissão geológica de exploração brasileira, sob o comando de Hartt e com a participação de seus discípulos: a Comissão Geológica do Império que, além de explorar as camadas paleozoicas da Amazônia atuou também nos estudos geológicos de diversas outras regiões, como a coleta de fósseis paleozoicos na Bacia do Paraná e dos registros cretáceos do Nordeste brasileiro.

Os fundamentos da pesquisa de paleoinvertebrados do Paleozoico marinho no Brasil foram, então, estabelecidos no século XIX, principalmente por Hartt e Derby, geólogos norte-americanos que aqui chegaram como naturalistas viajantes e acabaram por se estabelecer no país, contribuindo significativamente para o conhecimento da paleontologia brasileira. Foram eles que, como naturalistas do Museu Nacional no Rio de Janeiro e reunindo as informações obtidas através dos anos de exploração geológica, publicaram os primeiros trabalhos taxonômicos sobre os paleoinvertebrados paleozoicos brasileiros, dando início à literatura de nossa paleontologia. Organizaram as coleções, descreveram muitos de seus exemplares e encaminharam outros para renomados paleontólogos norte-americanos que divulgaram seus resultados através de publicações brasileiras, como as importantes publicações de John Mason Clarke sobre os fósseis silurianos e devonianos da Amazônia. Além deles, outros naturalistas estrangeiros também tiveram atuação importante no estudo e divulgação dos fósseis paleozoicos brasileiros como os geólogos Richard Rathbun, norte-americano e discípulo de Hartt, e Friedrich Katzer, alemão cuja atuação na Amazônia culminou com sua obra sobre a geologia do Estado do Pará.

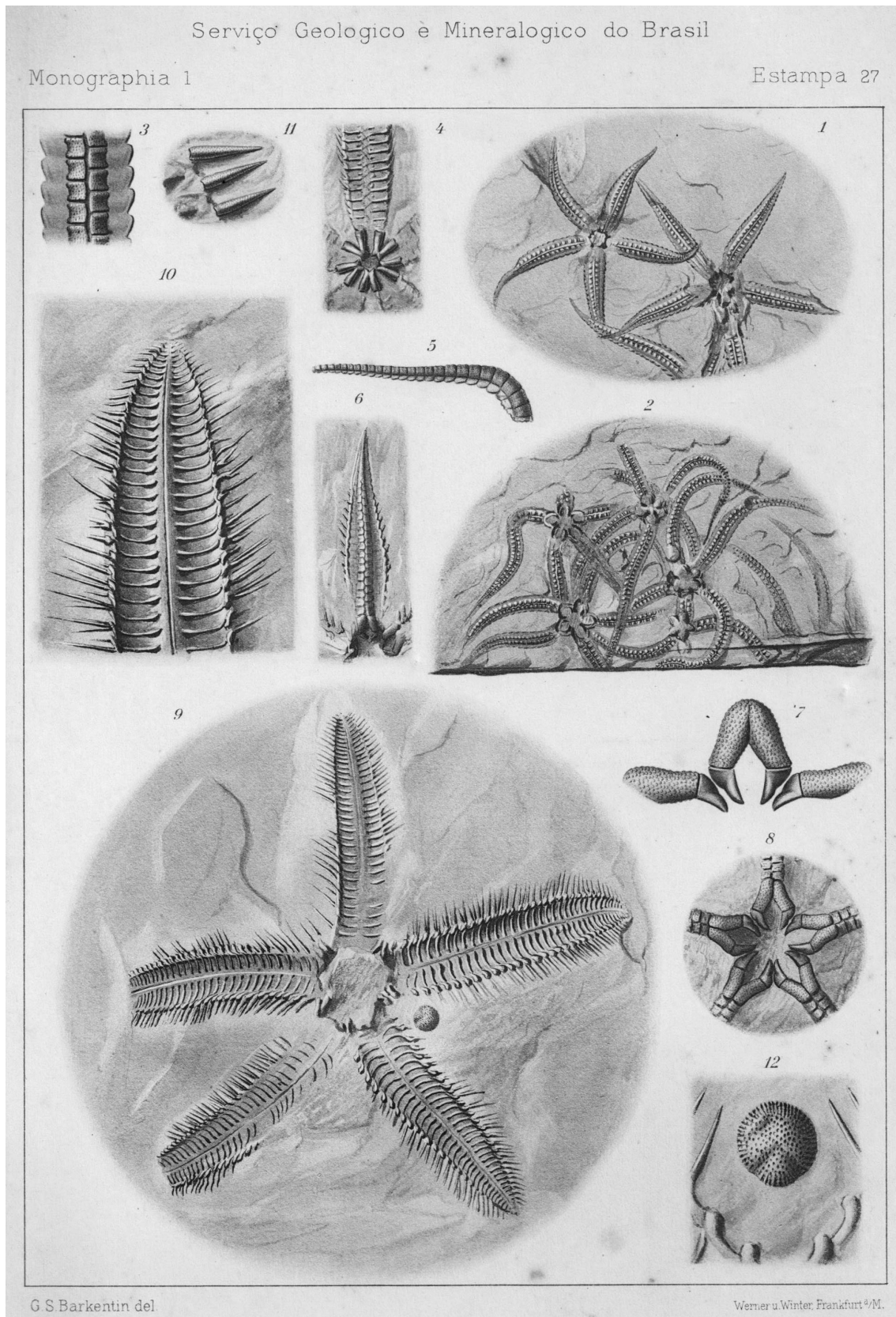
Derby deu prosseguimento a esse trabalho como membro do Serviço Geológico Brasileiro, órgão que publicou em 1913 a primeira monografia sobre os fósseis paleozoicos da Bacia do Paraná, também de autoria de Clarke e que a partir do início do século XX concentrou grande parte dos estudos sobre as bacias paleozoicas brasileiras.

Estavam abertos, assim os fundamentos para a continuidade do conhecimento paleontológico das bacias paleozoicas brasileiras.



**Figura 4.** Moluscos fósseis devonianos em sua maior parte provenientes da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, ilustrados por John Mason Clarke na primeira monografia publicada pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil em 1913.





**Figura 5.** Equinodermos fósseis devonianos provenientes da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, ilustrados por John Mason Clarke na primeira monografia publicada pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil em 1913.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (Proc. 401762/2010-6 e 401763/2010-2/ Edital Fortalecimento da Paleontologia Nacional e Proc. 301328/2009-9/Bolsa de Produtividade em Pesquisa).

## REFERÊNCIAS

- Agassiz, L. & Agassiz, E.C. 1975. *Viagem ao Brasil: 1865-1866*. Tradução de João Etienne Filho. Belo Horizonte, Itatiaia e São Paulo, EDUSP, 323 p.
- Allport, S. 1860. On the discovery of some fossil remains near Bahia in South America (with notes on the fossils by P. Edgerton, J. Morris and T. Rupert Jones). *Geological Society of London Quarterly Journal*, **16**:263-268.
- Boucot, A.J. & Rachebouef, P.R. 1993. Biogeographic summary of the Malvinokaffric realm Silurian and Devonian fossils. In: Suarez-Soruco, R. (ed.) *Fósiles y facies de Bolivia – Vol. II Invertebrados y paleobotánica*. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, Santa Cruz, **13-14**:71-75.
- Branner, J.C. 1902. Geology of the Northeast coast of Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, **13**:41-98.
- Brice, W.R. & Figueirôa, S.F.M. 2001. Charles Hartt, Louis Agassiz, and the controversy over Pleistocene glaciation in Brazil. *History of Science*, **34**:161-184.
- Burlamaque, F.L.C. 1856. Notícia acerca dos animais de raças extintas descobertos em vários pontos do Brasil (2ª parte). *Trabalhos da Sociedade Vellosiana* (Bibliotheca Guanabarensis), p. 17-21.
- Clarke, J.M. 1896. As trilobitas de grez de Ereré e Maecurú, Estado do Pará, Brasil. *Archivos do Museu Nacional*, **9**:1-58.
- Clarke, J.M. 1899a. A fauna siluriana superior do Rio Trombetas. *Archivos do Museu Nacional*, **10**:48.
- Clarke, J.M. 1899b. Molluscos devonianos do Estado do Pará. *Archivos do Museu Nacional*, **10**:49-174.
- Clarke, J.M. 1913. *Fósseis devonianos do Paraná*. Brasil. Serviço Geológico e Mineralógico, 353 p. (Monografia I).
- Derby, O.A. 1874. On the Carboniferous brachiopoda of Itaituba, Rio Tapajóz, Province of Pará, Brazil. *Cornell University Bulletin (Science)*, **1**:1-63.
- Derby, O.A. 1877. Contribuição para a geologia da região do Baixo Amazonas. *Archivos do Museu Nacional*, **2**:77-104.
- Derby, O.A. 1878. A geologia da região diamantífera do Paraná. *Archivos do Museu Nacional*, **3**:89-98.
- Derby, O.A. 1894. The Amazon Upper Carboniferous faune. *Journal of Geology*, **2**:480-501.
- Derby, O.A. 1895. Nota sobre a geologia e paleontologia de Matto Grosso. *Archivos do Museu Nacional*, **9**:59-88.
- Duarte, A.G. 1935. *Brachiopodos do Rio Paranaury*. Brasil, Ministério da Agricultura, Serviço Geológico e Mineralógico, 34 p. (Boletim 84).
- Feijó, J.S. 1814. Memória sobre a Capitania do Ceará, escrita por ordem superior pelo Sargento-mor João da Silva Feijó, Naturalista encarregado por S. A. Real das investigações filosóficas da mesma Capitania. *Patriota*, **3**:46-62.
- Feijó, J.S. 1997. *Memória sobre a Capitania do Ceará e outros trabalhos*. Ed. Fac-símile. Fortaleza, Fundação Waldemar Alcântara (Biblioteca Básica Cearense), 61 p.
- Fernandes, A.C.S. 2011. Fósseis misteriosos: os primeiros achados na história da Paleontologia brasileira. In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava; O. Strochschoen Jr. & C.C. Lana (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*, Interciência, vol. 4, p. 785-793.
- Fernandes, A.C.S.; Antunes, M.T.; Brandão, J.M. & Ramos, R.R.C. 2012. O Monstro de Prados e Simão Pires Sardinha: considerações sobre o primeiro relatório de registro de um fóssil brasileiro. *Filosofia e História da Biologia*, **7**:1-22.
- Fernandes, A.C.S.; Ewbank, C.O.; Silva, M.J. & Henriques, D.D.R. 2010. Uma lembrança de infância: os “fósseis colossais” e o papel de Frederico Leopoldo César Burlamaque como primeiro paleontólogo brasileiro. *Filosofia e História da Biologia*, **5**:239-259.
- Fernandes, A.C.S. & Pane, V. 2007. A coleção Michelotti e o Museu Nacional. In: I.S. Carvalho; R.C.T. Cassab; C. Schwanke; M.A. Carvalho; A.C.S. Fernandes; M.A.C. Rodrigues; M.S.S. Carvalho; M. Arai & M.E.Q. Oliveira (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*, Interciência, vol. 2, p. 101-109.
- Figueirôa, S. 1997. *As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional, 1875-1934*. São Paulo, HUCITEC, 270 p.
- Fonseca, V.M.M. 2001. Invertebrados fósseis do Museu Nacional: um legado de Hartt. In: M.V. Freitas Hartt: expedições pelo Brasil Imperial 1865-1878, Metalivros, p. 232-235.
- Fonseca, V.M.M. & Fernandes, A.C.S. 2001. As séries-tipo de braquiópodes devonianos coletados pelas expedições Morgan (1870-1871) na coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **2**:158.
- Freitas, M.V. 2001. *Hartt: expedições pelo Brasil Imperial 1865-1878*. São Paulo, Metalivros, 244 p.
- Hartt, C.F. 1870. *Geology and physical geography of Brazil*. Boston, Fields Osgood, 620 p.



- Hartt, C.F. & Rathbun, R. 1875. Devonian trilobites and mollusks of Ererê, Province of Pará, Brazil. *Annals Lyceum Natural History*, **11**:111-127.
- Katzer, F. 1933. Geologia do Estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **9**:1-269.
- Kunzler, J.; Fernandes, A.C.S.; Fonseca, V.M.M. & Jraige, S. 2011a. Herbert Huntington Smith: um naturalista injustiçado? *Filosofia e História da Biologia*, **6**:49-67.
- Kunzler, J.; Fernandes, A.C.S.; Fonseca, V.M.M.; Jraige, S. & Ponciano, L.C.M.O. 2011b. Do acaso à relevância: a primeira coleta de fósseis devonianos do flanco norte da Bacia do Paraná. In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava; O. Strochschoen Jr. & C.C. Lana (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*. Interciência, vol. 4, p. 765-773.
- Kury, L. 2008. *Viagens científicas*. In: *Rede da Memória Virtual Brasileira*. Rio de Janeiro: Fundação Biblioteca Nacional. Disponível em: < bndigital.bn.br/projetos/redememoria/ viacientifica.html>. Acesso em 06 ago. 2012, 13:30 h.
- Lopes, M.M. 1997. *O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX*. 1ª ed. São Paulo, Hucitec, 369 p.
- Lopes, M.M. 2005. “Raras petrificações”: registros e considerações sobre os fósseis na América Portuguesa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL ATLÂNTICO DO ANTIGO REGIME: PODERES E SOCIEDADE, Lisboa, 2005. *Actas*, Lisboa, p. 1-17.
- Macedo, A.C.M.; Fernandes, A.C.S. & Gallo-da-Silva, V. 1999. Fósseis coletados na Amazônia pela “Comissão Geológica do Império do Brasil” (1875-1877): um século de história. *Boletim do Museu Nacional, N.S., Geologia*, (47):1-6.
- Melo, J.H.G. 1985. *A Província Malvinocáfrica do Devoniano do Brasil – Estado atual dos conhecimentos*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 890 p.
- Mello, J.A.G. 1982. *Manuel Arruda da Câmara. Obras reunidas (c. 1752–1811)*. 1ª ed. Recife, Fundação de Cultura Cidade do Recife, Coleção Cidade do Recife 23, 558 p.
- Milhomem, P.S.; De Mamam, E.J.; Oliveira, F.M.; Carvalho, M.S.S. & Souza-Lima, W. 2003. Bacias Sedimentares Brasileiras. Bacia do Rôncavo. *Phoenix*, ano 5 (51). Disponível em: [http://www.phoenix.org.br/Phoenix51\\_Mar03.html](http://www.phoenix.org.br/Phoenix51_Mar03.html)
- Miranda Ribeiro, A., 1945. O Museu Nacional segundo dados oficiais e oficiosos. In: Conselho Nacional de Proteção aos Índios, *A Comissão Rondon e o Museu Nacional (Conferências realizadas pelo Professor Alípio de Miranda Ribeiro, no Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1916)*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 49:31-56.
- Moraes, L.J. 1953. Ocorrência de foraminíferos da Formação cretácea da região de Mossoró, Rio Grande do Norte. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **25**:145-149.
- Moura, P. 1938. *Geologia do baixo Amazonas. Brasil*. Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralógico, 94 p. (Boletim 91).
- Oliveira, A.I. & Leonardos, O.H. 1943. *Geologia do Brasil*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 813 p.
- Petri, S. 2001. As pesquisas paleontológicas no Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **1**:9-136.
- Rathbun, R. 1874. On the Devonian brachiopoda of Ererê, province of Pará, Brazil. *Bulletin of the Buffalo Society of Natural Science*, **1**:236-261.
- Rathbun, R. 1879. The Devonian brachiopoda of the Province of Pará, Brazil. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, **20**:14-39.
- Rosado, V. 1998. *Silva Coutinho e a Paleontologia de Mossoró*. 1ª ed. Mossoró, Fundação Vingt-Un Rosado, Coleção Mossoroense, 1016, 60 p.
- Schwarcz, L. M. 2002. *A longa viagem da biblioteca dos reis*. 2ª ed. São Paulo, Companhia das letras, 558 p.
- Silva, A.C. & Rosado, V. 1973. Contribuição à paleontologia do Nordeste. In: V. Rosado & A.C. Silva (eds.) *Louis Jacques Brunet: naturalista viajante*. CERN, p. 137-150.
- Silva, M.J.; Fernandes, A.C.S. & Fonseca, V.M.M. 2013. João Martins da Silva Coutinho: uma trajetória de vida e sua contribuição às coleções geológicas do Museu Nacional. *História Ciências Saúde – Manguinhos*, **20**:457-479.
- Smith, H.H. 1883. Discovery of Paleozoic rocks in Western Brazil. *The American Naturalist*, **17**:1156-1157.
- Souza, G.S. 1938. *Tratado descritivo do Brasil em 1587*. 3ª ed. São Paulo, Companhia Editora Nacional, Coleção Brasileira vol. 117, 493 p.
- Souza, V.F.G. 2007. *Chonetoides (Brachiopoda, Productida, Chonetidina) do Devoniano da Bacia do Paraná, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 94 p.
- Spix, J.B. & Martius, C.F.P. 1828. *Reise in Brasilien in dem Jahren 1817 bis 1820*. München: Gedruckt bei I. J. Lentner (Viagem pelo Brasil: 1817-1820). Tradução de Lúcia Furquim Lahmeyer. Belo Horizonte, Itatiaia e São Paulo, EDUSP, vol. 2, 301 p., 1981.
- Tosatto, P. 2001. *Orville A. Derby: o Pai da Geologia do Brasil*. 1ª ed. Rio de Janeiro, CPRM; DNPM, 126 p.



# RIO DE JANEIRO, HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE

Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos  
Rita de Cassia Tardin Cassab

*“Valeu a pena? Tudo vale a pena  
Se a alma não é pequena.  
Quem quer passar além do Bojador  
Tem que passar além da dor”*

Fernando Pessoa

## ABSTRACT – RIO DE JANEIRO, THE HISTORY OF THE PRESENT TIME

The city of Rio de Janeiro by being the capital of Brazil's Empire and also Brazil's Republic hosted several important research Institutions in Geological and Paleontological sciences. The oldest ones are the Museu Nacional of the Universidade Federal do Rio de Janeiro and the Museu de Ciencias da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral which holds the earliest fossil collections in Brazil. Invertebrates fossils were the most abundant animals found in the field work. This fact allowed better stratigraphic correlations between sedimentary formations, definition of paleoenvironments, the understanding of the evolution organisms and the organization of the geologic column. The creation of Geology and Natural History courses generated several Universities and increased the number of researchers in Geosciences. The rise of the oil industry and the development of new methodologies based on microfossils, the contribution of invertebrates remained somewhat forgotten. The big amount of new information from the modern paleontology, based on stratigraphic events, plate tectonics, detailed studies of depositional environments and taxonomy, the invertebrates fossils returned to provide a lot of information in the study of sedimentary basins. In this paper we present the historical development of these Institutions where Paleontology of Invertebrates, their teachers and researchers left their legacy for future generations.

## INTRODUÇÃO

A pesquisa científica no Brasil é uma atividade relativamente recente, e aí está incluída a paleontologia que pertence à área de geologia, recursos minerais e energéticos. Ainda é necessário muito trabalho para um reconhecimento suficiente e mapeamento do imenso território coberto pelas bacias sedimentares.

O Rio de Janeiro, que ao longo da História do Brasil, foi capital, nos diferentes regimes de governo, teve importante posição política que propiciou a existência neste estado, de duas antigas instituições de pesquisa em geologia. Nelas estão depositadas coleções de rochas, minerais e fósseis. São o Museu Nacional do Rio de Janeiro, que remonta ao tempo do Império, e o Museu de Ciências da Terra, onde estão as coleções pertencentes ao antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGBM), fundado em 1907, substituído pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), em 1934.

Os fósseis pertencentes a estas coleções estão em parte descritos em publicações tradicionais como os Arquivos do Museu Nacional e as monografias e boletins da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM. São em sua maioria sobre invertebrados que foram utilizados na definição da cronoestratigrafia para os primeiros mapeamentos das bacias sedimentares brasileiras.

A partir de 1969, com a criação dos cursos de pós-graduação nas universidades, este material tem sido objeto de dissertações de mestrado e teses de doutorado, realizadas por estudantes do Rio de Janeiro e de outros estados do país, atualizando o

conhecimento e divulgando as especialidades da paleontologia.

Na ilha do Fundão, na baía de Guanabara, estão situadas duas instituições: o Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IGeo - UFRJ) e o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES) da Petrobras. Neste, a gerência de Bioestratigrafia e Paleoecologia destina-se principalmente ao estudo da micropaleontologia, com raros trabalhos sobre invertebrados fósseis, uma vez que estes não se encontram bem preservados em testemunhos de sondagem.

Na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), no bairro do Maracanã, os trabalhos de paleontologia são realizados no Instituto de Biologia e na Faculdade de Geologia. No Instituto de Biologia as pesquisas principais são na área da ictiologia, enquanto que na Faculdade de Geologia são realizadas pesquisas voltadas para os microfósseis e estratigrafia, não havendo atualmente paleontólogos de invertebrados.

No bairro da Urca, na Avenida Pasteur, estão localizados: o Museu de Ciências da Terra, vinculado ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil e a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Nesta última, ensino e pesquisas em paleontologia são desenvolvidos no curso de Ciências Biológicas e na Escola de Museologia. No curso de Ciências Biológicas os enfoques principais são os moluscos paleozoicos e os moluscos do Quaternário. Na Escola de Museologia a abordagem maior é em patrimônio geológico.

Na Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, o ensino e a pesquisa na área de paleontologia e estratigrafia estão concentrados no Departamento de Geologia. As pesquisas são direcionadas para a área da tafonomia, com enfoque no estudo de cascas de ovos de vertebrados.

## A EDUCAÇÃO NO BRASIL

Schwartzman (1979) analisou aspectos da educação no Brasil até os dias atuais, herdada de 300 anos de Colônia, de 100 anos de Império, e na República. O Brasil Colônia recebeu a experiência feudal do poder centralizador acompanhado por uma forte burocracia, que perdurou até o final do Império.

Após a transferência da corte portuguesa para o Brasil, em 1808, ocorreram algumas inovações nas questões de ensino, com a criação de cursos superiores para a formação de várias profissões, ministrados em escolas isoladas, nas cidades do Rio de Janeiro, São

Paulo, Recife e Salvador. No Rio de Janeiro houve a fundação de duas instituições para tratar dos recursos naturais existentes no Brasil, o Jardim Botânico em 1808, e o Museu Nacional em 1818.

Com a República em 1889, começaram diversos movimentos políticos, econômicos e sociais contra o poder centralizador, para a construção de uma sociedade moderna. Paim (1982) apresentou a participação do Rio de Janeiro, nas primeiras décadas do século XX, no movimento de educação e ciência, para a obtenção e constituição de universidades, e a formação de pesquisadores e professores.

Professores e profissionais vinculados à Escola Politécnica, da área de ciências físicas e matemáticas, desempenharam papel fundamental neste movimento, e fundaram em 1916 a Academia Brasileira de Ciências. Junto com o Instituto Franco Brasileiro de Alta Cultura, estabeleceram o intercâmbio entre cientistas brasileiros e franceses, e em 1925 promoveram a vinda ao Brasil de Albert Einstein.

Reuniram também pesquisadores de outras instituições como o Museu Nacional, o Observatório Nacional, o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil e o Instituto de Medicina Experimental de Manguinhos, atual Instituto Oswaldo Cruz ([http://www.abc.org.br/article.php?id\\_article=4](http://www.abc.org.br/article.php?id_article=4), acessado em 19/7/2012).

Os historiadores citam como primeiras universidades aquelas constituídas segundo as normas estabelecidas pelo Ministério da Educação, criado em 1930, na Nova República. A Universidade de São Paulo foi fundada em 1934 e a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras em 1935, no Rio de Janeiro. Nesta última, o prefeito Pedro Ernesto e o secretário de Educação Anísio Teixeira criaram a Universidade do Distrito Federal, composta por cinco escolas: Ciências, Educação, Economia e Direito, Filosofia e Instituto de Artes.

A Universidade do Distrito Federal (UDF), primeiro núcleo de ensino e pesquisa em ciência no Rio de Janeiro, foi extinta em 1939 por motivos políticos e recebida pela Universidade do Brasil, reorganizada em 1937.

Depois da Segunda Guerra Mundial, a Academia Brasileira de Ciências desempenhou papel fundamental no projeto aprovado pelo governo para a criação do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), em 1951. Seu presidente, Álvaro Alberto da Motta e Silva, foi nomeado primeiro presidente do CNPq. ([http://www.abc.org.br/article.php?id\\_article=4](http://www.abc.org.br/article.php?id_article=4), acessado em 19/7/2012).

A criação do Conselho Nacional de Pesquisa, atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, representa o marco de mudanças na ciência do Brasil. Nas atividades de geologia, incluindo

a paleontologia, houve um aumento e continuidade de pesquisas nas universidades e nas instituições de geologia e mineração.

### EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO EM GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA (1950-2012)

No Brasil, havia a diferenciação da identidade na paleontologia do hemisfério Sul. Os paleontólogos de instituições do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul eram unânimes sobre as indicações de uma união dos continentes da América do Sul e África formando o supercontinente Gondwana. Foram definidas principalmente na Bacia do Paraná, com a flora de *Glossopteris* e a fauna de répteis, enquanto que nas bacias marginais do Cretáceo do Nordeste, onde as assembleias de invertebrados fósseis continham grande semelhança com as faunas da costa oeste da África.

Ao final da Segunda Guerra Mundial, houve a intensificação de grandes empreendimentos petrolíferos no mundo, gerando uma forte demanda na pesquisa das ciências geológicas, entre as quais a micropaleontologia. O sistema operacional exigia a introdução contínua de novos grupos, para aplicação em bioestratigrafia de subsuperfície.

A criação da Petrobras em 1953, e dos cursos de Geologia em 1957, foram importantes fatores para o conhecimento dos recursos econômicos nas bacias sedimentares brasileiras, que foram mapeadas em escala desde 1:25.000, até em integração de 1:1.000.000.

Nos Estados Unidos da América, as companhias de exploração de petróleo, procuravam métodos eficientes para estratigrafia e sedimentologia, e decidiram investir em desenvolvimento dos conceitos do Atualismo, que Rudolf Richter e colaboradores desenvolviam na Alemanha. Eram os modelos modernos de processos deposicionais e ambientes atuais, utilitários para interpretação dos reservatórios de petróleo. Este interesse foi acompanhado pelas universidades e outras instituições de pesquisas geológicas.

A filosofia das ciências geológicas e paleontológicas progressivamente sofreu profundas transformações, pois os resultados das pesquisas em empreendimentos econômicos exigiam integrações sistêmicas e estabelecimentos das relações de interdependência dos fenômenos físicos e químicos e biológicos.

Nos Estados Unidos, começou a ser editado o Tratado de Paleontologia de Invertebrados (*Treatise on Invertebrate Paleontology*), pela *Geological Society of America* e a *University of Kansas Press*. Entre 1957 e 1960, foram editados os volumes sobre os grandes grupos dos moluscos.

No Brasil, Rodi Ávila Medeiros foi um grande divulgador dos conceitos de ambientes deposicionais, iniciado com uma monografia (Medeiros *et al.*,

1971), e continuado nos cursos da Petrobras, nas universidades, nas sociedades científicas e colaborações com outras empresas, até sua morte em 1998. O prof. Rodi Medeiros teve a rara capacidade e paciência para transmitir e divulgar os novos conhecimentos. Prestava orientação a cada aluno, aplicando os fundamentos teóricos na interpretação de situações específicas das bacias sedimentares brasileiras. Quando da divulgação da Sedimentação Cíclica e por Eventos (Einsele & Seilacher, 1982), imediatamente passou a aplicar as novas interpretações em seus cursos e trabalhos de campo.

Com a teoria da tectônica de placas, divulgada em 1970, e desenvolvimento da oceanografia, as faunas de invertebrados das bacias marginais do Norte e Nordeste foram elementos para interpretações com base neste modelo evolutivo.

Novos rumos na paleontologia foram definidos por especialistas internacionais de invertebrados reunidos no Simpósio sobre Invertebrados Marinhos, patrocinado pela *Paleontological Society* e *Geological Society of America* (Schopf, 1972), onde reuniram novas ideias sob a denominação de paleobiologia, de Othenio Abel, de 1929.

Os procedimentos em estratigrafia, que progressivamente estavam sendo aprimorados, foram atualizados por Miall (1984) para os trabalhos de análise de bacias. A estratigrafia sísmica possibilitou o acompanhamento das sequências de pacotes sedimentares pelos padrões de “*onlap*” e “*offlap*”, definidos pela geometria de fácies e variações das linhas de costa.

Walliser (1986) editou diferentes conceitos sobre bioeventos globais, onde a paleobiologia está associada à sedimentologia e à estratigrafia. O fóssil não era mais um elemento isolado de datação, era um componente de análise de bacia.

Em trabalhos de superfície, as sequências deposicionais são identificáveis pela estratigrafia de eventos. Há um entendimento que no passado geológico as flutuações do nível do mar mantiveram uma estreita correlação com a diversidade biológica, não só nos organismos marinhos, mas também pela influência exercida nos climas continentais, na formação de solos, na vida vegetal, na cadeia de energia e nos consumidores subordinados.

O trabalho de Briggs & Crowther (1990), sob os auspícios da *Palaeontological Association* (Grã-Bretanha) reúne a colaboração de cerca de 100 paleontólogos. Pela importância e conteúdo epistemológico, fornece direções para novos desenvolvimentos.

A escola classificatória da sistemática filogenética ou cladismo, criada pelo alemão Hennig, em 1966, foi aceita por especialistas americanos e ingleses que se reuniram em 1980, no *American Museum of Natural History*, em Nova York. Grande esforço foi feito para a adequação ao novo método de classificação dos seres vivos.



Na segunda metade do século XX, perduram ainda em muitas áreas da paleontologia as classificações sistemáticas antigas, que são essenciais para o desempenho operacional. No conjunto de volumes do *Treatise on Invertebrate Paleontology* os vários grupos taxonômicos foram descritos com a classificação de Lineu. Já na edição referente à Brachiopoda, publicada em 2006, foram introduzidos a filogenética e o cladismo, juntamente com biogeografia, filogenia molecular, paleobiologia e química orgânica.

## A PESQUISA EM INVERTEBRADOS FÓSSEIS NO RIO DE JANEIRO

**Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.** Na Universidade Federal do Rio de Janeiro, as pesquisas em invertebrados fósseis são desenvolvidas em duas instituições - o Instituto de Geociências e o Museu Nacional do Rio de Janeiro.

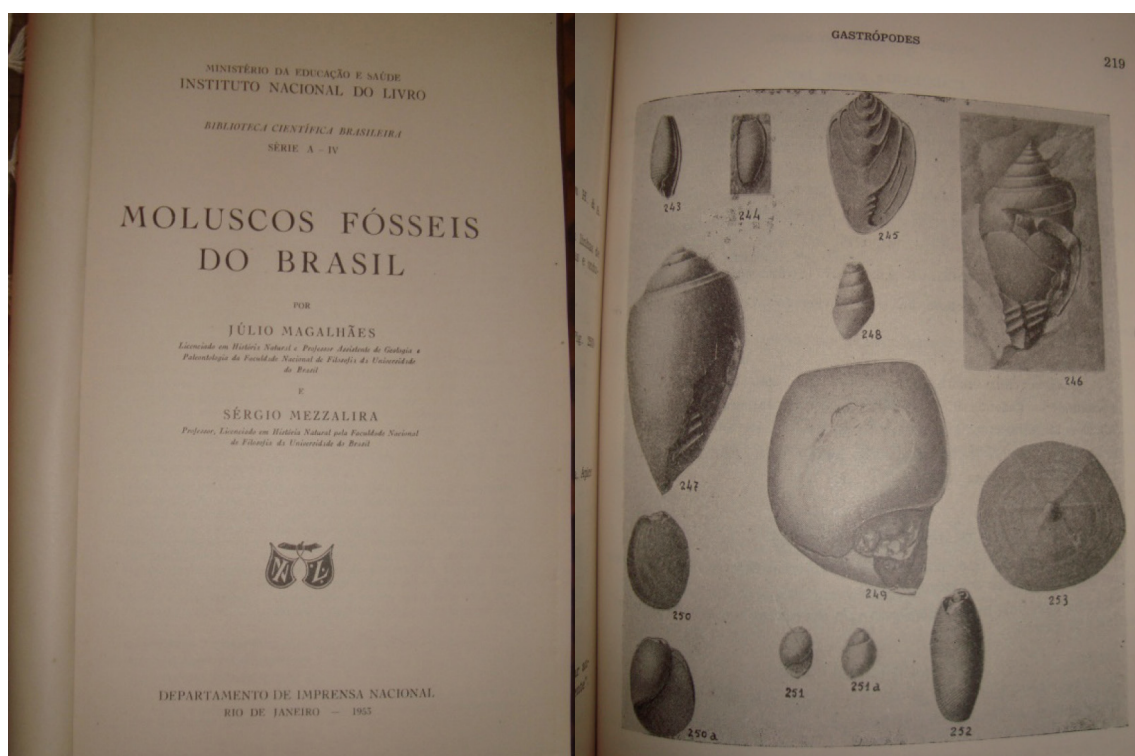
**Instituto de Geociências.** Carvalho (2007) apresenta um relato histórico do ensino e pesquisa em paleontologia no Instituto de Geociências, dividido em três fases. A primeira fase corresponde ao intervalo de tempo desde a criação da Universidade do Distrito Federal (UDF) em 1935 até sua extinção em 1964, por motivos políticos. Em 1939 seu legado foi incorporado à

Universidade do Brasil, reorganizada em 1937. Em 1944, em uma nova reestruturação, foi criada a Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras, com o curso de História Natural, abrangendo as cadeiras de Geologia e Paleontologia (Paim, 1982). Passou à denominação de Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 1965.

Na década de 1950, o responsável pela cadeira de Paleontologia era o professor Júlio Magalhães, que inicialmente direcionou seus trabalhos para as plantas, mas depois se dedicou ao estudo dos amonitas de Sergipe. Paulo Erichsen de Oliveira, do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) colaborava nas aulas de paleontologia e recebia os alunos para visitas aos gabinetes e coleções de paleontologia do DNPM. Durante o curso eram realizadas excursões à Bacia de São José de Itaboraí, onde eram coletados os gastrópodes continentais nas camadas de calcário, hoje esgotadas.

Em coautoria com Sergio Mezzalana publicou o livro “*Moluscos Fósseis do Brasil*”, em 1953, um dos primeiros livros didáticos em língua portuguesa (Figura 1). Seu discípulo Ignácio Machado Brito (1991) escreveu sua biografia, destacando a importância de seus trabalhos sobre os amonitas da Bacia de Sergipe.

Na segunda fase, em 1965, foi criada a Escola Nacional de Geologia com a reunião dos cursos de Geologia, da Faculdade Nacional de Geologia e da Campanha de Formação de Geólogos (CAGE). Tanto



**Figura 1.** Moluscos fósseis do Brasil – uma coletânea de todos os moluscos já descritos nos sedimentos brasileiros. As estampas foram retiradas dos trabalhos originais.

os professores Julio Magalhães e Paulo Erichsen de Oliveira eram especialistas em invertebrados fósseis.

A terceira fase corresponde à criação do setor de Paleontologia e Estratigrafia do Programa de Pós-Graduação em 1969, com cursos de Mestrado e Doutorado. Inácio Machado Brito é reconhecido como um dos responsáveis pela sua implantação (Campos, 2001). Em 1973, o Departamento de Geologia, do novo Instituto de Geociências, é transferido para a Cidade Universitária, situada na Ilha do Fundão.

Inácio Machado Brito, foi professor da UFRJ a partir de 1968, com atividades de ensino, pesquisa e administração no Instituto de Geociências. Lecionou as disciplinas de Geologia Histórica e Paleontologia no curso de graduação, e no mestrado, Paleontologia de Invertebrados. Publicou inúmeros trabalhos, muitos deles sobre invertebrados, entre eles equinoides e moluscos fósseis e recentes, mas também sobre microfósseis do Paleozoico. Escreveu livros didáticos sobre Estratigrafia das Bacias Sedimentares Brasileiras e Geologia Histórica. Aposentado em 1994, trabalhou como professor visitante entre 1997 e 1999 na Universidade Federal de Uberlândia.

Maria da Glória Pires de Carvalho (Figura 2), ingressou, em 1977, no Departamento de Geologia e a partir de 1985 começou a desenvolver pesquisas sobre trilobitas devonianos do Brasil. Aposentada em 1995, dá continuidade a esta linha de pesquisa como pesquisadora associada do *American Museum of Natural History*, em Nova York.

Ismar de Souza Carvalho (Figura 3), atual professor de paleontologia, possui graduação em Geologia pela Universidade de Coimbra (1984), mestrado e doutorado

em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1989 e 1993). Sua tese teve como tema os conchostráceos fósseis das bacias interiores do Nordeste do Brasil. É responsável pelo Museu da Geodiversidade e editor do livro *Paleontologia* que está em sua 3ª edição, congregando autores de todos os estados do Brasil.

A partir de 1996, os professores que atuam na área de paleoinvertebrados são: Ismar de Souza Carvalho, lotado no Instituto de Geociências; Antonio Carlos Sequeira Fernandes e Vera Maria Medina da Fonseca, lotados no Museu Nacional (Figura 3). Desenvolvem projetos sobre paleoinvertebrados do Fanerozoico brasileiro, com estudos taxonômicos e paleoambientais de icnofósseis e paleoinvertebrados das bacias do Parnaíba, Paraná e Bauru. Como colaboradores para graduação e pós-graduação em invertebrados estão Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos e Rita de Cassia Tardin Cassab.

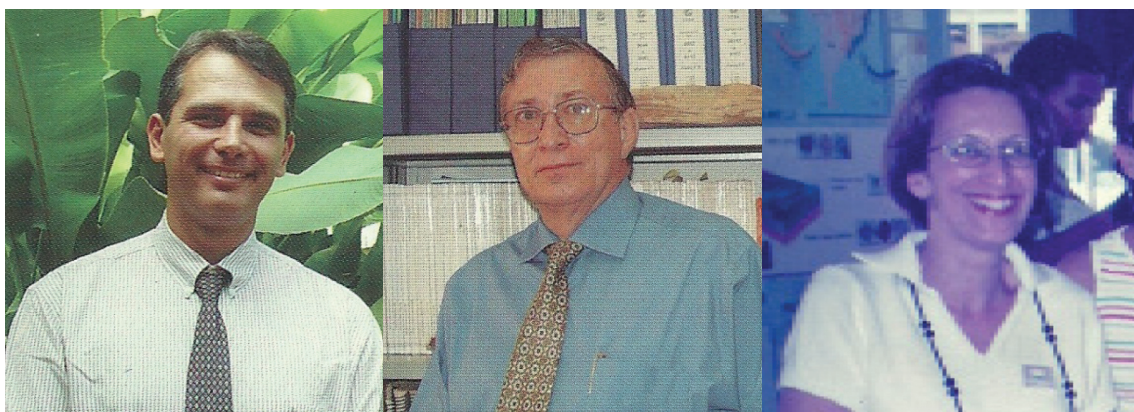
**Museu Nacional do Rio de Janeiro.** A pesquisa com invertebrados fósseis no Museu Nacional, dos anos 1940 a 1960, foi realizada por Emanuel de Azevedo Martins, que estudou bivalves, fez notas sobre braquiópodes e ainda sobre a estratigrafia da “Formação Maricá”, alguns trabalhos em coautoria com Karl Beurlen. Na publicação de Iglesias & Meneghezzi (1949, 1957) podem ser encontradas as referências destas publicações.

Emmanuel de Azevedo Martins era diplomado pela Escola de Ciências da UDF, em 1937, onde também foi professor (Paim, 1982). Mais tarde, lecionou na nova Universidade do Distrito Federal, atual Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Inspirou diversos



**Figura 2.** Ignacio Machado Brito (esquerda) (<http://www.abc.org.br/resultado.php3?codigo=ignacio>, acessado em 25 de julho de 2012); Maria da Glória de Carvalho (direita).





**Figura 3.** Ismar de Souza Carvalho (esquerda); Antonio Carlos Sequeira Fernandes (centro; Fernandes *et al.*, 2002); Vera Maria Medina da Fonseca (direita).

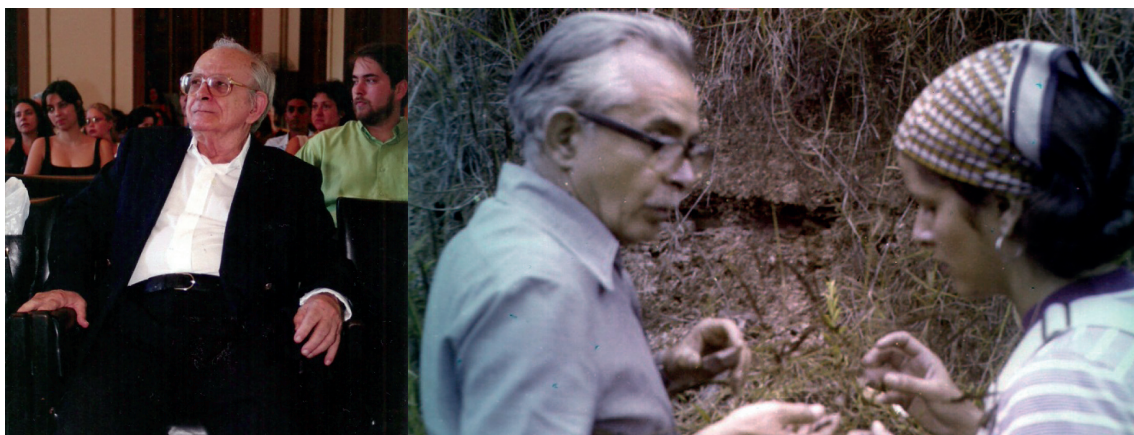
alunos na escolha da paleontologia para desenvolvimento de pesquisas, entre eles Ivan de Medeiros Tinoco. Conforme consta na biografia deste último, feita por Rubens Queiroz Cobra: “A admiração pelo seu professor de Paleontologia Emanuel Martins fez com que escolhesse essa especialidade para sua futura carreira de pesquisador e professor” (<http://www.cobra.pages.nom.br/geo-tinoco.html>, acessado em 10/07/2012).

No Museu Nacional do Rio de Janeiro, na década de 1950, entraram para os quadros da instituição, Fausto Luiz de Souza Cunha e Maria Marta Barbosa. Fausto Cunha iniciou suas pesquisas com equinóides das bacias cretáceas do Nordeste, mas logo depois passou a estudar mamíferos fósseis. Martha Barbosa realizou trabalhos com briozoários.

Cândido Simões Ferreira ingressou no Museu Nacional em 1941. Entre 1955 e 1957, por convênio do Museu Nacional e Museu Paraense Emílio Goeldi, foi para Belém do Pará, onde iniciou suas pesquisas sobre paleontologia da Formação Pirabas. Em 1958,

retornou à instituição de origem continuando suas pesquisas, publicando dezenas de trabalhos. A partir de 1958, participou em programas de geociências da Academia Brasileira de Ciências, nas reuniões nacionais de paleontologia, e de congressos brasileiros de paleontologia. Coordenou o Simpósio sobre a Biota Amazônica, em Belém, Estado do Pará, em 1966. O evento, apoiado pelo então Conselho Nacional de Pesquisas e pelo Instituto de Pesquisas da Amazônia, foi comemorativo do centenário do Museu Paraense Emílio Goeldi e contou com cientistas de todo o mundo e várias especialidades. Organizou uma excursão aos afloramentos da Formação Pirabas, com a presença de pesquisadores do Instituto de Geociências da UFRJ, Museu Nacional, Museu Emílio Goeldi, DNPM e UERJ.

Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro desde 1969, Cândido Simões Ferreira passou a Professor Emérito no Museu Nacional da UFRJ, em 1992. Entre suas atividades no Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional estavam



**Figura 4.** Cândido Simões Ferreira durante as comemorações do dia do Paleontólogo no Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ (7 de março de 2000; esquerda); Cândido Simões Ferreira com Rita de Cassia Tardin Cassab em trabalho de campo na Bacia Bauru, São Paulo, em 1978 (direita).



a orientação de estagiários e bolsistas, de iniciação científica a pesquisas mais avançadas.

Nas décadas de 1970 a 1990 ministrava a cadeira de Paleontologia do Brasil nos cursos pós-graduação em Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ. Suas aulas incluíam aulas práticas nas coleções do Museu Nacional e trabalhos de campo na Bacia Bauru e nas bacias terciárias situadas ao longo da via Dutra, entre Resende, RJ e São José dos Campos, SP e na Bacia dos Reis Magos no Espírito Santo. Registrou a presença da Formação Pirabas na costa recortada do Maranhão, só alcançada por balsas, sujeitas aos perigos das altas variações de maré. Iniciou então, uma nova fase percorrendo o Estado do Maranhão para o reconhecimento do Cretáceo da Bacia do Parnaíba. Identificação das delgadas camadas marcadas pela escassa fauna de bivalves marinhos, bioevento de transgressões marinhas. Este projeto tem continuidade na pós-graduação em Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ, em associação com a Universidade Federal do Maranhão. É uma fauna essencialmente de vertebrados, mas os invertebrados marinhos são marcos estratigráficos e paleoecológicos bastante significativos.

Em 1980, Antonio Carlos Sequeira Fernandes ingressou no Museu Nacional. Inicialmente se dedicou à pesquisa de corais e mais tarde se especializou em icnofósseis, publicando dois livros sobre esta temática: Fernandes *et al.* (2002) e Carvalho & Fernandes (2007). Fernandes participa ativamente na pós-graduação no Instituto de Geociências da UFRJ ministrando aulas e orientando teses. Atualmente desenvolve pesquisas em História da Ciência, contando com diversas publicações, algumas delas relativas às coleções paleontológicas do Museu Nacional e organizou o primeiro catálogo dos fósseis-tipo e figurados desta coleção.

Vera Maria Medina da Fonseca ingressou em 1998 nos quadros do Museu Nacional, continuando

com suas atividades de pesquisa com braquiópodes do Devoniano do Brasil. Participa dos cursos de pós-graduação do Museu Nacional e do Instituto de Geociências, onde já orientou dissertações e teses sobre braquiópodes, bivalves, insetos, crinoides, trilobitas e conulários. Juntamente com Antonio Carlos Fernandes é curadora da coleção de paleoinvertebrados, atuando na reorganização dessas coleções. Desenvolve também pesquisas em História da Ciência, onde participou de um belo livro sobre a história de Charles F. Hartt, diretor da Comissão Geológica do Império (Fonseca, 2001).

**Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO.** A UNIRIO foi criada em 1979, pela reunião de algumas faculdades isoladas. Possui o curso de Biologia e Museologia, onde há um grupo de ensino e pesquisa em paleontologia de invertebrados.

Maria Celia Elias Senra estuda bivalves do Cretáceo e Cenozoico com abordagens em paleoecologia, tafonomia e bioestratigrafia das bacias sedimentares brasileiras (Figura 5). Formou uma equipe de alunos que deu continuidade às atividades em paleontologia de invertebrados.

Deusana Maria da Costa Machado ministra diversas disciplinas na área de paleontologia, entre elas Evolução de Invertebrados (Figura 5). Sua principal área de pesquisa é sobre os bivalves do Devoniano brasileiro, onde orienta muitas monografias, dissertações e teses. Muitos desses trabalhos abordam também o patrimônio geopaleontológico, geodiversidade e geoparques, principalmente com alunos do curso de Museologia, alguns deles fizeram pesquisas para monografias e dissertações estudando a coleção de paleoinvertebrados do Museu de Ciências da Terra. Destaca-se também com atividades na área de educação, com enfoque em paleontologia.



**Figura 5.** Deusana Maria da Costa Machado (esquerda); Maria Célia Elias Senra, em trabalho de campo nos concheiros da Reserva Tauá, em Cabo Frio, RJ (direita).

**Os Serviços Geológicos.** Os serviços geológicos são instituições governamentais para a produção do conhecimento geológico do país, através de atividades técnico-científicas, mapeamentos para a determinação de recursos minerais, proteção ao patrimônio natural e meio ambiente. No Brasil, a primeira tentativa de criação de uma instituição permanente de geologia, foi a Comissão Geológica do Império do Brasil, em 1888, chefiada por Charles Frederick Hartt, extinta após três anos.

**Departamento Nacional de Produção Mineral.** Em 1907, foi criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB), vinculado ao Ministério da Agricultura, Viação e Obras Públicas, chefiado por Orville Adelbert Derby (Tosatto, 2001).

Derby deixou uma extensa bibliografia em geologia geral e geologia econômica do Brasil. Segundo Tosatto (2001), sua particular paixão era a paleontologia e por certo, de invertebrados, pois em 1874 publicou uma tese de doutorado sobre braquiópodes carboníferos de Itaituba.

O empenho e orientação de Derby aos diversos técnicos que estiveram sob sua coordenação permaneceu após sua trágica morte em 1915, e até hoje é um legado as gerações posteriores, que o homenageiam com a denominação de “O pai da Geologia do Brasil”. Entre os discípulos que deram continuidade às orientações de Derby, estava Mathias Gonçalves de Oliveira Roxo, formado em Engenharia Civil, pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, que ingressou no Serviço Geológico em 1910. Seus trabalhos foram iniciados com observações e

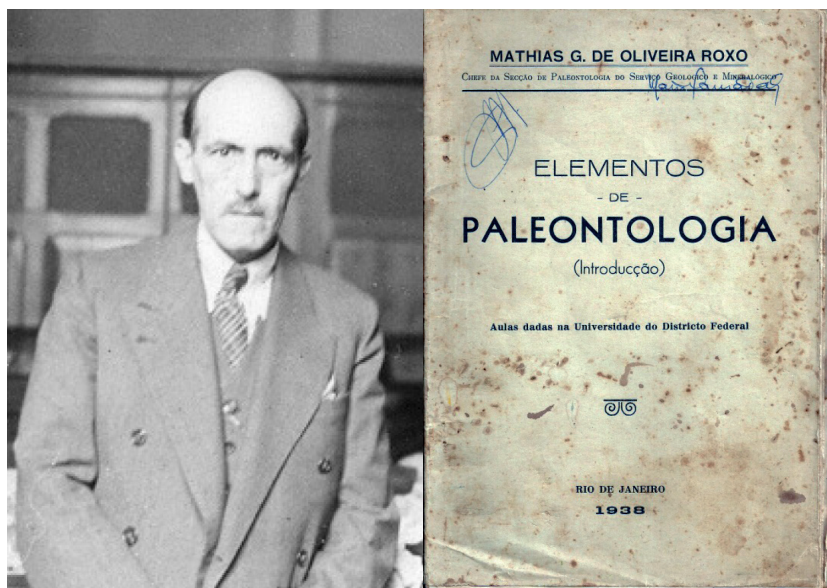
atividades curatoriais na coleção do Museu Nacional, de 1915 a 1916.

Mathias Gonçalves de Oliveira Roxo realizou intensos trabalhos de campo com coleta de fósseis, em vários estados do Brasil, publicando 48 trabalhos científicos, sobre invertebrados e ensino (Figura 6). Pertenceu ao grupo de profissionais que batalharam para a implantação de ensino e pesquisa em ciência no país, sendo dos mais antigos membros da Academia Brasileira de Ciências. Foi o professor de paleontologia na Universidade do Distrito Federal (UDF) (Carvalho, 2007). Roxo (1938) organizou alguns apontamentos de aula como, como por exemplo, “Elementos de Paleontologia (Introdução)” (vide Figura 6).

Na Segunda República, em 1934 foi criado o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), vinculado ao Ministério da Agricultura, com a extinção do nome Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, passando suas funções para a Divisão de Geologia e Mineralogia (DGM).

Na Seção de Paleontologia da Divisão de Geologia e Mineralogia houve a continuidade da linha de pesquisa do antigo Serviço Geológico, onde de 1941 a 1944, foi chefiada por Mathias Gonçalves Roxo. Dr. Roxo foi chamado carinhosamente pelos profissionais que com ele conviveram de “Pai brasileiro da Paleontologia do Brasil”, uma vez que o título de “Pai da Paleontologia do Brasil” é dado a Peter Lund, dinamarquês. (Ramos, 1986).

A partir de 1950, a Seção de Paleontologia era chefiada por Paulo Erichsen de Oliveira (Figura 7) e possuía especialistas em répteis, peixes, invertebrados, botânica



**Figura 6.** Matias Gonçalves de Oliveira Roxo; Elementos de Paleontologia, Universidade do Distrito Federal, Rio de Janeiro – material de apoio didático para as aulas.

e micropaleontologia. Com os paleoinvertebrados trabalhavam Paulo Erichsen de Oliveira e os geólogos alemães Karl Beurlen e Wilhelm Kegel (Figura 7), chegados ao Brasil, depois do fim da Segunda Guerra Mundial. Eram experientes em geologia regional e transmitiam esse conhecimento aos seus orientados e posteriormente aos alunos dos cursos de Geologia, após a criação da CAGE (Campanha de Formação de Geólogos).

A partir de 1950, Karl Beurlen trabalhou no Departamento Nacional de Produção Mineral, realizando levantamentos geológicos na Bacia do Paraná. Em 1958, mudou-se para Recife para ser professor do curso de Geologia da Campanha de Formação de Geólogos (CAGE), nas disciplinas de Paleontologia e Estratigrafia. Voltou para Alemanha ao se aposentar em 1969, falecendo em 1985.

Em seus trabalhos de campo fez o reconhecimento das bacias cretáceas do Nordeste, organizando para a Universidade Federal de Pernambuco, uma valiosa coleção de ensino e pesquisa, e com as respectivas publicações dos seus estudos. Seus trabalhos ainda são muito atuais, servindo de base para pesquisas nas bacias cretáceas do Nordeste do Brasil.

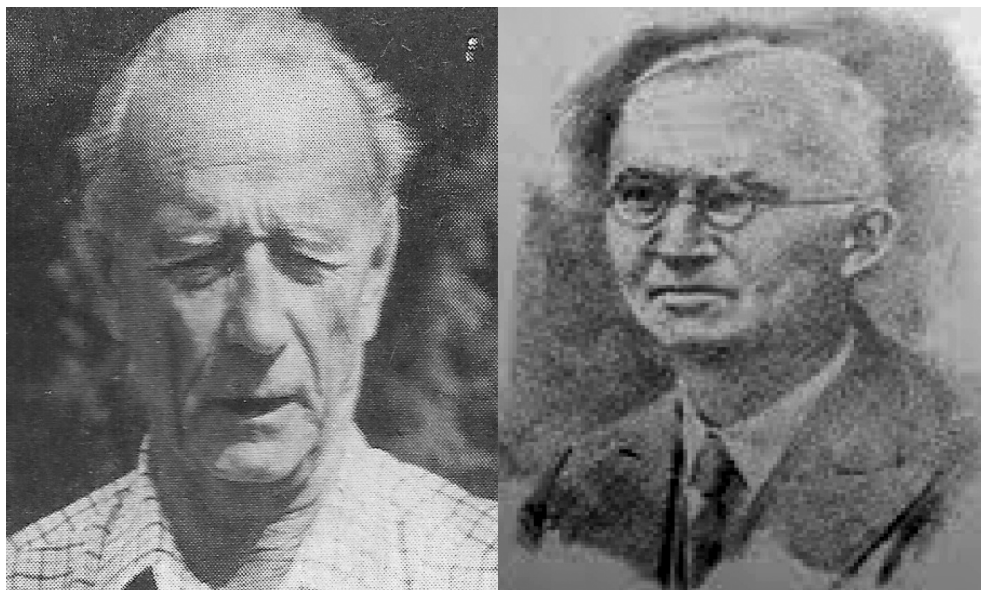
As atividades do geólogo Wilhelm Kegel pelo DNPM relacionavam-se à geologia e tectônica do Nordeste do Brasil, incluindo cuidadosa coleta de invertebrados fósseis, que forneceram a definição da estratigrafia das bacias Potiguar (Kegel, 1957) e do Parnaíba (Kegel, 1953), que serviram de orientações básicas para as pesquisas posteriores realizadas nestas bacias.

Em 1957, Maria Eugenia de Carvalho Marchesini Santos (Figura 8), com bolsa de especialização do CNPq, iniciou pesquisa em equinóides fósseis, com orientação de Karl Beurlen. Ao mesmo tempo, com orientação de Paulo Erichsen de Oliveira, iniciou trabalhos em curadoria da coleção de invertebrados. Havia uma meta anual de preparação, etiquetagem e catalogação dos fósseis. Ocupou o cargo de Paleontólogo de Invertebrados de 1963 a 1970, publicando dezoito trabalhos sobre invertebrados.

Em 1958, no Salão Nobre do DNPM, foi fundada a Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP), por um grupo de geólogos e paleontólogos pertencentes a várias instituições. Eram pesquisadores na área da paleontologia de invertebrados: Cândido Simões Ferreira, Maria Eugenia Marchesini Santos, Maria Martha Barbosa, Paulo Erichsen de Oliveira, Wilhelm Kegel, Kenneth Caster, Karl Beurlen, Geraldo da Costa Barros Muniz, Oswaldo Rodrigues da Cunha, Sérgio Mezzalana, Josué Camargo Mendes e Emmanoel de A. Martins.

No 2º Congresso Brasileiro de Paleontologia, realizado em 1961, na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte, com apoio de Vingt-Un Rosado Maia, e do CNPq, foram coletados invertebrados fósseis na Bacia Potiguar por representantes de várias instituições, entre elas, o DNPM e o Museu Nacional.

Com a criação da nova capital, em 1960, foram transferidos os setores administrativos do Departamento Nacional da Produção Mineral para Brasília. Houve a separação do acervo histórico de rochas, minerais e fósseis, vinculado à Divisão de



**Figura 7.** Geólogos alemães que trabalharam no DNPM: Karl Beurlen (Rosado & Rolim, 1986; esquerda); Wilhelm Kegel (direita). Ambos deram grande impulso às pesquisas sobre invertebrados fósseis, deixando valiosas contribuições (Mendes & Petri, 1971).



Geologia e Mineralogia, que permaneceu no prédio pertencente ao DNPM, situado na avenida Pasteur 4004, Praia Vermelha.

Em 1969, foi criada a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), subordinada ao Ministério de Minas e Energia, com a função de pesquisar os recursos naturais do país. Isto era feito através de projetos de mapeamentos geológicos e cartas geológicas, representadas em diferentes escalas. Nesta ocasião todos os bens materiais do DNPM passaram a compor o capital da CPRM. O DNPM passou a ser o planejador e fiscalizador dos projetos executados pela CPRM. O pessoal técnico foi transferido para a CPRM.

Em 1973, Dea Regina Bouret Campos ingressou na Seção de Paleontologia do DNPM, com especialização em moluscos fósseis (Figura 9). Sua dissertação foi com bivalves da Formação Pirabas, orientada por Candido Simões Ferreira, do Museu Nacional. Entre outros trabalhos publicou o “Catálogo de fósseis-tipo e figurados de invertebrados da coleção do DNPM” (Campos, & Santos, 1985). Aposentou-se em 1994.

Em 1984, ingressaram na Seção de Paleontologia Rita de Cassia Tardin Cassab (Figura 9) e Vera Maria Medina da Fonseca. Rita Cassab participou no levantamento dos trabalhos sobre invertebrados cretáceos das bacias Recôncavo-Tucano-Jatobá, Sergipe-Alagoas, Potiguar, Paraíba e Pernambuco. Tem trabalhos com moluscos do Oligo-Mioceno da Formação Pirabas, do Paleógeno da Formação Maria Farinha e sua tese de doutorado foi sobre a paleontologia da Formação Jandaíra. Tem trabalhos

sobre aspectos curatoriais da coleção do DNPM e é autora de três capítulos do livro Paleontologia, editado por Ismar de Sousa Carvalho. Aposentou-se em 2010.

Vera Maria Medina da Fonseca ingressou no DNPM em 1978, organizando as localidades fossilíferas de folhas ao milionésimo do Projeto Radam Brasil. Na Seção de Paleontologia iniciou o estudo dos invertebrados fósseis paleozoicos da coleção, completando o mestrado em 1991 com um estudo sobre os braquiópodes do Carbonífero da Bacia do Amazonas. Sua tese de doutorado defendida em 2001 foi sobre os braquiópodes do Devoniano Médio das bacias do Amazonas e Paraíba.

José Henrique Gonçalves de Melo, em 1985, apresentou uma extensa e completa dissertação de mestrado sobre o Devoniano do Brasil, coletando novos materiais e principalmente revisando a coleção de John Mason Clarke, publicada na Monografia I do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (Melo, 1985). Fez, em coautoria com Vera Fonseca, trabalhos com a interpretação das faunas do Devoniano (Fonseca & Melo, 1987).

As coleções formadas pelo antigo SGMB e pelo DNPM passaram a constituir, em 1992, o Museu de Ciências da Terra vinculado ao DNPM. Esse valioso acervo é composto por milhares de amostras de rochas, minerais, fósseis e meteoritos, coletadas em todo o território nacional e ainda de documentos antigos, fotos, mobiliário e instrumentos óticos.

Atualmente, há no Ministério de Minas e Energia um projeto de lei que prevê a substituição do Departamento Nacional da Produção Mineral pela



**Figura 8.** Paulo Erichsen de Oliveira, foi o primeiro especialista a desenvolver pesquisas mais sistemáticas em invertebrados fósseis (esquerda); Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos, cujas pesquisas paleontológicas são direcionadas para a paleobiologia (direita).





**Figura 9.** Rita de Cassia Tardin Cassab (esquerda); Dea Regina Bouret Campos (direita). Ambas desenvolveram pesquisas com moluscos fósseis do Mesozoico e Cenozoico brasileiro no DNPM.

Agência Nacional de Mineração, marco regulatório para o setor de fiscalização das atividades de mineração no País. O Museu de Ciências da Terra (MCTer), está sob a administração da CPRM, sob a forma de comodato.

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.** A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), criada em 1969, é uma empresa pública subordinada ao Ministério de Minas e Energia. Seu objetivo básico é a pesquisa de recursos minerais do país, com projetos de mapeamentos geológicos, em superfície e subsuperfície, e confecção de cartas geológicas temáticas, em diferentes escalas.

Possui uma Divisão de Paleontologia, onde são realizadas pesquisas sobre os exemplares fósseis coletados durante projetos de mapeamentos. Um projeto coordenado por esta divisão e de grande importância para a paleontologia é a base PALEO do projeto Geobank. Este é um grande banco de dados, com diversos tipos de entradas como afloramentos, geoquímica e recursos minerais, onde as informações sobre os fósseis brasileiros estão registrados na BASE PALEO. Atualmente são 27.282 documentos cadastrados.

Maria Eugenia Santos trabalhou na CPRM de 1970 a 1992, quando se aposentou. No projeto de oceanografia fez o reconhecimento da margem continental, registrando a presença de invertebrados de litoral, coletados na quebra de plataforma, a cerca de 100 m de profundidade da linha d'água atual, permitindo reconhecer as variações do nível do mar de Holoceno (Santos, 1972). Maria Eugênia também

executou projetos de pesquisa de carvão, nas bacias do Parnaíba e Paraná, em Moçambique e América Latina e ainda o projeto de Paleontologia da Chapada do Araripe, todos registrados em relatórios internos e trabalhos publicados.

De 1987 a 1992, pelo Programa de Levantamentos Geológicos Básicos, trabalhou pelo convênio DNPM / CPRM, em parceria com Rita de Cássia Tardin Cassab, do DNPM, para estabelecer os critérios de bioeventos, invertebrados, e intervalos estratigráficos do Cretáceo nas bacias Sergipe/Alagoas, Pernambuco/Paraíba, Potiguar e Parnaíba (Beurlen *et al.*, 1994).

Destes conceitos e de participações nos projetos em bacias sedimentares da CPRM resultou o livro de Paleontologia da Bacia do Parnaíba, que reuniu as pesquisas de fósseis de invertebrados, peixes, répteis e plantas (Santos & Carvalho, 2009).

## CONCLUSÕES

Os estudos de paleontologia de invertebrados têm sido realizados ou apoiados pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, em dissertações, teses e livros. São em parte baseados nas coleções do Museu Nacional e do Museu de Ciências da Terra e também nas coleções do Departamento de Geologia resultante de muitas coletas realizadas pelos seus professores durante trabalhos de campo.

O Museu de Ciências da Terra agora está sendo administrado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, atual Serviço Geológico do Brasil. Pela sua importância histórica tem sido tema de teses de mestrado e doutorado. Suas coleções, assim como as



**Figura 10.** Luiza Corral de Oliveira Ponciano (esquerda); Aline Meneguci da Cunha (direita). Nova geração de paleontólogas, com trabalhos baseados em moluscos fósseis.

do Museu Nacional, têm grande importância histórica e é um inestimável patrimônio científico e cultural. Constituem a base para atualizações do necessário conhecimento das bacias sedimentares brasileiras.

O número de especialistas em invertebrados é pequeno frente ao tamanho do território brasileiro. Há necessidade de formação de novos especialistas (Figura 10), para substituir as aposentadorias, que agora ocorrem, e que não têm tido substituição.

Atualmente há uma grande mudança nos enfoques das ciências geológicas, basicamente voltadas para projetos de recursos econômicos. Orientações como o projeto de sítios geológicos, criação de geoparques e geoturismo estão associadas com preservação e patrimônio e são novos campos para a museologia e a paleontologia.

A paleontologia de invertebrados e as demais especializações da paleontologia são imprescindíveis para a integração da geologia das bacias sedimentares.

## REFERÊNCIAS

- Andrade Ramos, J.R. 1986. Os paleontólogos brasileiros. *Anuário do Instituto de Geociências*, v.10.
- Beurlen, G.; Campos, D.A.; Viviers, M.C. & Volkheimer, W. 1994. Stratigraphic range of Cretaceous mega- and microfossils of Brazil. PICG 242, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Briggs, D.E.G. & Crowther, P.R. 1990. *Palaeobiology*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 583 p.
- Brito, I.M. 1991. O pesquisador Júlio Magalhães. *Anuário do Instituto de Geociências*, v.14.
- Campos, D.A. 2001. Um professor de Paleontologia: Ignácio Brito (1938-2001). *Anuário do Instituto de Geociências*, 24:11-13.
- Campos, D.R.B. & Santos, O.S. 1985. Catálogo de fósseis-tipo e figurados das coleções paleontológicas do DNPM: Invertebrados. Brasil, Departamento Nacional da Produção Mineral.
- Carvalho, I.S. 2007. Paleontologia: 50 Anos de Ensino e Pesquisa no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 30-1:30-37.
- Carvalho, I.S. & Fernandes A.C.S. 2007. *Iconologia*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, sér. Textos n° 3, 177 p.
- Eisele, G. & Seilacher, A. 1982. *Cyclic and Event Stratification*. Berlin, Springer-Verlag, 536 p.
- Fernandes, A.C.S.; Borghi, L.; Carvalho, I.S. & Abreu, C.J. 2002. *Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 260 p.
- Fonseca, V.M.M. 2001. Invertebrados Fósseis do Museu Nacional: um legado de Hartt. *In: Freitas, M.V. (Org.). Hartt: Expedições pelo Brasil Imperial (1865-1878)*. 1ª ed. São Paulo, Metalivros, p. 232-239.
- Fonseca, V.M.M. & Melo, J.H.G. 1987. Ocorrência de *Tropidoleptus carinatus* (Conrad) (Brachiopoda, Orthida) na Formação Pimenteiras e sua importância paleobiogeográfica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 10, Rio de Janeiro, 1987. *Anais*, SBP, v. 2, p. 505-537.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematic*. Chicago, Univ. Illinois Press, 263 p.
- Iglesias, D. & Meneghezzi, M.L. 1957. *Bibliografia e*

- índice da Geologia do Brasil – 1945-1950. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, 128 p. (Boletim 164).
- Iglesias, D. & Meneghezzi, M.L. Bibliografia e índice da Geologia do Brasil – 1956-1957. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, 53 p. (Boletim 187).
- Kegel, W. 1953. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, 48 p. (Boletim 141)
- Kegel, W. 1957. Contribuição ao estudo da Bacia costeira do Rio Grande do Norte. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, 52 p. (Boletim 170)
- Magalhães, J. & Mezzalana, S. 1953. *Moluscos fósseis do Brasil*. Rio de Janeiro, Biblioteca Científica Brasileira, série A-IV. Ed. Instituto Nacional do Livro, 283 p.
- Medeiros, R.A. *et al.* 1971. Fácies sedimentares; análise e critérios para o reconhecimento de ambientes deposicionais. Rio de Janeiro, PETROBRAS, 1971, 124 p., il. (Ciência-Técnica-Petróleo, Sec. Exploração de Petróleo, Publ. 5).
- Mendes J.C. & Petri, S. 1971. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, Instituto Nacional do Livro (Enciclopédia Brasileira, Biblioteca Universitária, Geociências. Geologia, 9), 207 p.
- Melo, J.H.G. 1985. A província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil, estado atual dos conhecimentos. Rio de Janeiro, 3 v., Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Miall, A.D. 1984. Principles of sedimentary basin analysis. New York, Springer-Verlag, 490 p.
- Paim, A. 1982. Por uma universidade no Rio de Janeiro. *In*: Schwartzman, S. (org.), Universidades e Instituições Científicas no Rio de Janeiro. Brasília, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), p. 17-96.
- Rosado, V.U. & Rolim, I.E.F.R. 1986. Karl Beurlen e o Rio Grande do Norte. Coleção Mossoroense, v. 322, 176 p.
- Roxo, M.G.O. 1938. Elementos de Paleontologia. Universidade do Distrito Federal, Rio de Janeiro, 38 p.
- Santos, M.E.C.M. 1972. Paleogeografia do Quaternário superior da Plataforma continental norte brasileira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém. *Anais...*, SBG.
- Santos, M.E.C.M. & Carvalho, M.S.S. 2009. Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. Rio de Janeiro, Programa Geologia do Brasil, CPRM, 215p.
- Schopf, T.J.M. 1972. Models in Paleobiology. São Francisco, Freeman, Cooper & Co., p. 82-115.
- Schwartzman, S. 1979. Formação da Comunidade Científica no Brasil. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 481 p.
- Tosatto, P. 2001. Orville A. Derby: o pai da Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, Museu de Ciências da Terra, CPRM, 126 p.
- Walliser, O.H. 1986. Global bio-events: lectures notes in Earth Sciences. Berlin, Springer-Verlag.
- Wiley, E.D. 1981. *Phylogenetics*. New York, John Wiley & Sons, 439 p.





PARTE II

---

PALEOINVERTEBRADOS DO BRASIL



# BACIAS INTERIORES DO NORDESTE BRASILEIRO E SEUS FÓSSEIS DE INVERTEBRADOS

Maria Helena Hessel

*“A natureza é um guia incomparável quando se sabe como se deve segui-la. Ela é como um ponteiro de bússola que aponta para o Norte, o que é extremamente útil quando se tem um navio bem construído e quando se sabe como comandá-lo.”*

Carl Gustav Jung, 1940 (Cartas, vol.1)

## ABSTRACT – INTERIOR BASINS OF NORTHEASTERN BRAZIL AND THEIR MACROINVERTEBRATE FOSSILS

A panoramic view of the occurrence of macroinvertebrate fossils from the interior sedimentary basins of northeast Brazil is presented. During the Late Jurassic, the continental sedimentation preserved about fifteen conchostraca species with wide occurrence, suggesting that, at this time, there was an extensive fluvial plain. In the Early Cretaceous, it was preserved great quantity and variety of invertebrates, mainly represented by crustaceans and insects, one of the most varied and well preserved entomofauna of the world, occurring in Nova Olinda, Ceará. Bivalves and gastropods, sometimes forming shelly limestone banks, are insufficiently known, and need taxonomic revision. Four species of marine echinoid occur in the upper sequence of the Araripe Basin, possibly deposited by tsunamis from a Southwest sea.

## INTRODUÇÃO

As bacias sedimentares interiores do Nordeste do Brasil, situadas nos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Piauí, estão inseridas no contexto das bacias intracontinentais cuja origem foi fortemente influenciada pela reativação de

lineamentos pré-cambrianos durante o Mesozoico e em etapas posteriores, desenvolvidas em grábens ou meio-grábens basculados de direção nordeste-sudoeste a partir de grandes falhas normais de mesma direção (Matos, 1987; Medeiros *et al.*, 2007b). Assim, uma característica peculiar destas bacias é que ocorrem associadas aos grandes lineamentos pré-cambrianos e guardam entre si similaridades quanto sua origem e evolução (Nóbrega, 2004), mostrando uma intensa deformação extensional segundo a direção noroeste-sudeste, o que impôs sua orientação nordeste-sudoeste predominante (Castro, 1999).

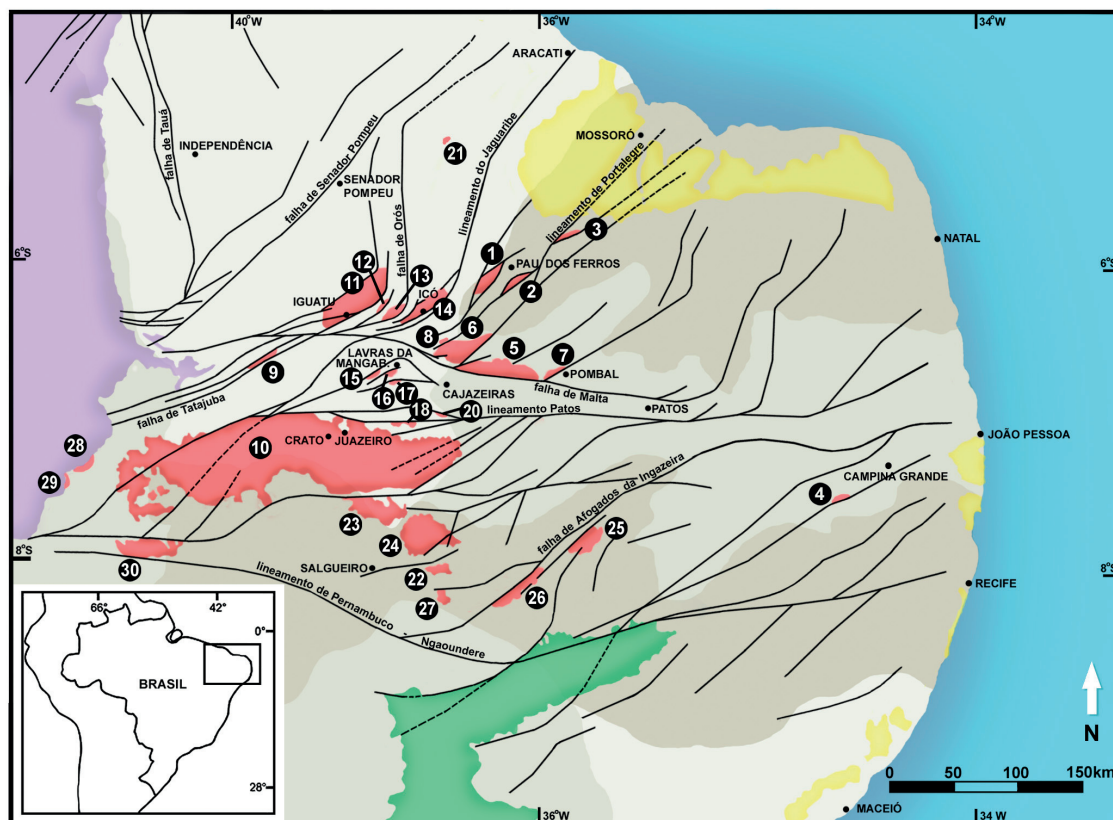
Estas pequenas bacias são mais bacias no sentido geomorfológico, pois são constituídas a partir de blocos afundados, com mergulho geral para sul e sudeste, possuindo, deste modo, uma sequência sedimentar mais espessa e conservada precisamente em suas porções meridionais (Castro & Sial, 1971). Todas estas áreas sedimentares estão situadas ao norte do lineamento de Pernambuco-Ngaoundere (uma grande zona de cisalhamento leste-oeste entre o Brasil e Camarões), sendo subordinadas à geologia da província Borborema (Matos, 1987), que gerou riftes intracontinentais na porção central da província por esforços distensivos eocretáceos que aproveitaram algumas falhas da fase compressiva neoproterozoica.

O principal mecanismo de geração destes riftes foi o processo de estiramento e afinamento crustal,

com falhas normais de formato listrico convergindo em profundidade para falhas planares de baixo ângulo (Matos, 1987). Estes pequenos riftes foram implantados principalmente no Neocomiano-Eobarremiano, sincronicamente aos riftes que geraram as atuais bacias marginais sul atlânticas (Machado Junior *et al.*, 1990). Campos *et al.* (1979), Cordani *et al.* (1984) e outros sugeriram que a maioria das pequenas áreas sedimentares interioranas do Nordeste brasileiro seriam fragmentos de uma extensa bacia sedimentar de curta duração que abrangia toda esta região. Beurlen (1971), Ponte *et al.* (1991), Castro (1999) e Castro & Branco (1999) compartilham com esta hipótese, ainda que até o momento não tenha sido possível comprová-la de forma inequívoca. De modo geral, os depósitos sedimentares destas bacias se encontram em discordância com o embasamento.

A maior e mais conhecida das bacias interiores do Nordeste brasileiro (Figura 1) é a Bacia do Araripe, que se localiza no sul do Estado do Ceará, no oeste

do Estado de Pernambuco e sudeste do Estado do Piauí. Ao norte e nordeste dela, ainda no Ceará, existe o conjunto de bacias de Iguatu (Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó), o conjunto de bacias ou sub-bacias da Mangabeira (Mangabeira, Lavras da Mangabeira e Iborepi), a Bacia do Barro, Bacia de Jaibaras, Bacia de Iara e Bacia de Sitiá. No Estado da Paraíba encontra-se a Bacia de Boa Vista e as bacias do Grupo Rio do Peixe [Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras (ou Triunfo), Vertentes (ou Icozinho) e Pombal]. No Rio Grande do Norte, estão as bacias de Rio Nazaré (ou Coronel João Pessoa), Pau dos Ferros (ou Rafael Fernandes) e Gangorra. Ao sudeste da Bacia do Araripe, no Estado de Pernambuco, localizam-se as bacias de Mirandiba, Cedro, São José do Belmonte, Fátima (ou Flores ou Afogados da Ingazeira), Betânia (ou Araras) e Tupanaci. No noroeste da Bacia do Araripe, no Estado do Piauí, encontram-se as bacias de Padre Marcos e Riacho do Padre; e a sudoeste, a Bacia Serra Vermelha (ou Socorro-Santo Ignácio ou



**Figura 1.** Bacias sedimentares do interior do Nordeste brasileiro, situadas acima do lineamento de Pernambuco-Ngaoundere: **A**, bacias intracratônicas; **B**, bacias marginais; **C**, bacias de rifte abortado; **D**, bacias interiores: **1**, Bacia de Rio Nazaré; **2**, Bacia de Pau dos Ferros; **3**, Bacia de Gangorra; **4**, Bacia de Boa Vista; **5**, Bacia de Sousa; **6**, Bacia de Uiraúna-Brejo das Freiras; **7**, Bacia de Pombal; **8**, Bacia de Vertentes; **9**, Bacia do Rio Bastiões; **10**, Bacia do Araripe; **11**, Bacia de Iguatu; **12**, Bacia de Malhada Vermelha; **13**, Bacia de Lima Campos; **14**, Bacia de Icó; **15**, Mangabeira; **16**, Lavras da Mangabeira; **17**, Iborepi; **18**, Bacia do Barro; **19**, Bacia de Jaibaras (encontra-se fora do mapa, a noroeste de Aracati); **20**, Bacia de Iara; **21**, Bacia de Sitiá; **22**, Bacia do Mirandiba; **23**, Bacia do Cedro; **24**, Bacia de São José do Belmonte (e Bom Nome); **25**, Bacia do Fátima; **26**, Bacia de Betânia; **27**, Bacia de Tupanaci; **28**, Bacia de Padre Marcos; **29**, Bacia de Riacho do Padre; **30**, Bacia de Serra Vermelha (modificado de Ponte *et al.*, 1991).



Morro do Caldeirãozinho ou Morro do Saquinho ou Tabuleiro do Borralho), localizada entre os estados de Pernambuco e Piauí (Tabela 1).

A Bacia do Araripe possui centenas de espécies de invertebrados descritas, mas nem todas as demais bacias têm macrofósseis deste grupo de animais registrado na literatura. Bacias com depósitos eopaleozoicos, como as bacias de Iara (no Ceará, próximo ao lineamento Patos) e Jaibaras, por exemplo,

são tidas como afossilíferas. Outras onze bacias sedimentares, mais recentes, não têm macrofósseis de invertebrados registrados: Gangorra e Pau dos Ferros (Rio Grande do Norte), Pombal, Boa Vista e Vertentes (Paraíba), Sitiá e Iborepi (Ceará), Fátima, Betânia e Tupanaci (Pernambuco), e Serra Vermelha (entre Pernambuco e Piauí).

No Rio Grande do Norte, a Bacia de Gangorra, a 20 km a norte da cidade de Umarizal (Nóbrega, 2004),

**Tabela 1.** As 30 pequenas bacias sedimentares no interior do Nordeste brasileiro por estado (o estado indicado corresponde à maior área da bacia mencionada, ainda que possa abranger áreas de outros estados), assinalando quais não têm macrofósseis de invertebrados registrados (sem fósseis), e indicando o nome das formações presentes (X = unidade sedimentar não denominada).

Bacias		Sem fósseis	Tempo				
			Pré-Cb ou Paleozoico	Jurássico	Eocretáceo pré-Aptiano	Aptiano e Albiano	pós-Albiano
Três no Rio Grande do Norte							
Bacia de Rio Nazaré (ou Coronel João Pessoa)					X		X
Bacia de Pau dos Ferros (ou Rafael Fernandes)					X		
Bacia de Gangorra					‘Pendência’		
Cinco na Paraíba							
Bacia de Boa Vista							Campos Novos
Grupo Rio do Peixe	Bacia de Sousa			Antenor Navarro	Sousa	Piranhas	Moura
	Bacia de Uiraúna -Brejo das Freiras (ou Triunfo)						
	Bacia de Pombal						
	Bacia de Vertentes (ou Icozinho)						
Treze no Ceará							
Bacia do Rio Bastiões				‘Antenor Navarro’			
Bacia do Araripe			Cariri	Missão Velha Brejo Santo	Abaiara	Santana Barbalha	Exu Araripina
Bacia de Iguatu	Iguatu				Lima Campos Malhada Vermelha Quixóá		Moura
	Malhada Vermelha (ou Cabeça de Negro)						
	Lima Campos						
	Icó						
B. de Mangabeira	Mangabeira			Serrote do Limoeiro			
	Lavras da Mangabeira			Iborepi			
	Iborepi			Iborepi			
Bacia do Barro			Tacaratu	Aliança			
Bacia de Jaibaras			X				
Bacia de Iara			X				
Bacia de Sitiá				Sitiá (?)			
6 em Pernambuco							
Bacia do Mirandiba			Tacaratu	Aliança		Marizal	
Bacia do Cedro			Tacaratu	Aliança			
Bacia de São José do Belmonte (e Bom Nome)			Tacaratu	Aliança			
Bacia do Fátima (ou Flores ou Afogados da Ingazeira)			‘Inajá’ Tacaratu				
Bacia de Betânia (ou Araras)			Tacaratu				
Bacia de Tupanaci			Tacaratu				
3 no Piauí							
Bacia de Padre Marcos			Tacaratu	Aliança			
Bacia de Riacho do Padre				Aliança			
Bacia de Serra Vermelha (ou Socorro-Santo Ignácio, do Vidéu, Morro do Saquinho, Morro do Caldeirãozinho, ou Tabuleiro do Borralho)			Tacaratu				

é estreita (cerca de 1 km) e alongada em direção nordeste-sudoeste, mostrando uma sequência sedimentar constituída por arenitos de médios a conglomeráticos com intercalações de níveis argilosos, sem o registro de macrofósseis, sendo correlacionada à Formação Pendência da Bacia Potiguar (Nóbrega *et al.*, 2001), de idade berriasiana a eoaptiana.

A Bacia de Pau dos Ferros (ou Rafael Fernandes), no sudoeste do Rio Grande do Norte, também não tem registro de fósseis de invertebrados, ainda que grandes fragmentos de troncos silicificados de coníferas sejam encontrados em sua sequência superior, a sudoeste da bacia. Estes estratos são considerados cretáceos por Nóbrega (2004).

Na Paraíba, a Bacia de Boa Vista, no município de mesmo nome, cerca de 60 km a sudoeste de Campina Grande, mostra uma sequência sedimentar com espessura máxima de 35 m preenchendo paleodepressões do embasamento. Apresenta conglomerados e arenitos de finos a médios, folhelhos bentoníticos, dois derrames basálticos subaquáticos, tufos lapilíticos (Petta & Barbosa, 2003) e arenitos de grossos a conglomeráticos depositados em sistema fluvial entrelaçado, pertencentes à Formação Campos Novos (Dias *et al.*, 2003). Os folhelhos, datados por palinomorfos como neo-eocênicos a eo-oligocênicos, têm troncos fósseis de coníferas e restos de peixes de origem lacustre e fluvio-deltaica (Roesner *et al.*, 2004). Das bacias de Pombal (com cerca de 50 km<sup>2</sup> de extensão) e Vertentes (ou Icozinho), marginais no conjunto de áreas sedimentares do Grupo Rio do Peixe, também não são conhecidos macrofósseis em seus clásticos grosseiros eocretáceos da Formação Antenor Navarro (Carvalho & Leonardi, 1992).

No Ceará, a Bacia de Sitiá, situada entre as cidades de Morada Nova e Banabuiú, abrange cerca de 20 km<sup>2</sup> sendo preenchida essencialmente por siliciclastos possivelmente mesozoicos da Formação Sitiá, depositados em leques aluviais distais, barras longitudinais em rios entrelaçados e planícies de inundação (Srivastava & Cavalcante, 2001). Os argilitos esverdeados que afloram na borda nordeste da bacia poderiam revelar macrofósseis, mas que ainda não foram encontrados. Na Bacia de Iborepi, do conjunto de bacias da Mangabeira predomina uma sequência de arenitos fluviais basais jurássicos da Formação Iporebi, com espessura estimada de 60 m a 80 m (Branco *et al.*, 2006), sem fósseis conhecidos (Lima, 1983).

Ainda no Ceará, a noroeste da Bacia do Araripe, está a Bacia neoproterozoica de Jaibaras, preenchida por sedimentos siliciclásticos depositados ao longo do relevo abatido de um rifte. A sequência sedimentar, composta por três unidades, se inicia com a Formação Massapé, caracterizada por ciclos de conglomerados e arenitos (Costa *et al.*, 1979). Acima se encontra

a Formação Pacujá que apresenta finos arenitos cinzentos e arcossianos que gradam para siltitos no topo, com laminação plano-paralela, estratificação cruzada, marcas onduladas e eventualmente gretas de contração. Esta unidade encontra-se afetada por incipiente metamorfismo, pois há *sills*, diques e derrames de basaltos, andesitos, dacitos e riolitos intercalados (Gorayeb *et al.*, 1988). Uma delgada sequência de conglomerados siluro-devonianos da Formação Aprazível recobre discordantemente os pelitos da Formação Pacujá (Quadros, 1996).

Em Pernambuco, a Bacia de Fátima (ou Flores ou Afogados da Ingazeira), com cerca de 270 km<sup>2</sup>, mostra arenitos grossos a conglomeráticos (com intercalações pelíticas) aflorantes em quase 70% de sua extensão, sem macrofósseis, pertencentes à Formação Tacaratu (siluro-devoniana), cuja deposição é tida como ocorrida em um sistema fluvial entrelaçado e planície de inundação (Bontempo Filho & Lima Filho, 2011). Acima desta unidade, ocorrem estratos correlatos à Formação Inajá (Devoniano) da Bacia de Jatobá, ainda pouco investigados. A Bacia de Betânia (ou Araras) é uma bacia alongada na direção nordeste-sudoeste na região central de Pernambuco (Ferreira & Lima Filho, 2007), onde afloram arenitos grossos e conglomeráticos da Formação Tacaratu (Beurlen, 1962b; Duarte *et al.*, 1991; Melo *et al.*, 2008). Entretanto, os testemunhos do poço de água PT-04PE05, perfurado pela Fundação Nacional da Saúde no final da década de 1990 em Roças Velhas, município de Calumbi, e que atingiu 120 m sem alcançar o embasamento, mostram espessas camadas de argilitos avermelhados, calcários laminados róseo-esverdeados, margas verdes e folhelhos verde-azulados (Ferreira & Silva, 2006), de posição estratigráfica indefinida. Até o momento não foram registrados macrofósseis em seus estratos. E a Bacia de Tupanaci também mostra arenitos claros pertencentes à Formação Tacaratu, nos quais ainda não foram encontrados macrofósseis de invertebrados (Braun, 1966).

Na divisa do Estado do Piauí com Pernambuco, a Bacia de Serra Vermelha (ou do Tabuleiro do Borralho ou de Socorro-Santo Ignácio ou do Morro do Caldeirãozinho ou do Morro do Saquinho), de cerca de 300 km<sup>2</sup> de extensão e 500 m de espessura (Costa Filho & Costa, 2000), é considerada afossilífera, com uma sequência sedimentar que mostra arenitos da Formação Tacaratu (Braun, 1966) e folhelhos, margas e calcários possivelmente aptianos (Hessel *et al.*, 2006).

## BACIAS INTERIORES COM INVERTEBRADOS FÓSSEIS

De todas as trinta pequenas bacias sedimentares no interior do Nordeste brasileiro, a que maior variedade

e quantidade de invertebrados fósseis apresentam é a Bacia do Araripe, sendo aqui comentada em primeiro lugar, para permitir sua correlação com as demais bacias e seus fósseis. Logo a seguir, listamos as bacias com fósseis de invertebrados conhecidos que se localizam a norte, nordeste e leste desta bacia e, depois, as bacias ao sul e oeste, para facilitar o entendimento de correlações paleogeográficas e paleoambientais. No apanhado que se segue não são mencionados icnofósseis de invertebrados e nem microfósseis de invertebrados, como os ostracodes. Os nomes genéricos e específicos de conchostráceos foram atualizados com base no trabalho de Gallego & Martins Neto (2006).

**Bacia do Araripe.** A maior das bacias interiores mesozoicas do Nordeste brasileiro está encravada em terrenos pré-cambrianos, numa área que compreende os estados do Piauí (municípios de Caldeirão Grande, Francisco Macedo, Simões, Marcolândia, Padre Marcos e Curral Novo), Pernambuco (municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Bodocó, Exu, Morelândia e Serrita) e Ceará (municípios de Salitre, Araripe, Potengi, Santana do Cariri, Nova Olinda, Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha, Abaiara, Milagres, Mauriti, Jardim, Porteiras e Brejo Santo), tendo sua maior extensão neste último (Braun, 1966). Está situada entre os meridianos 38°30'O e 40°50'O e os paralelos 7°05'S e 7°50'S. É alongada na direção E-O, tendo seu eixo maior aproximadamente 240 km e largura de cerca de 80 km, perfazendo assim uma área total estimada em 12.000 km<sup>2</sup> (Arai *et al.*, 2004). Sua arquitetura interna sugere ser um meio-gráben, com os flancos norte-noroeste controlados por zonas de cisalhamento do lineamento Patos, apresentando acentuados mergulhos para sul-sudeste, onde a sequência sedimentar atinge espessuras de até 1.600 m, com três principais depocentros identificados no eixo leste-oeste da bacia (Castro, 1999). Apresenta uma evolução tectono-sedimentar complexa, sendo uma bacia poli-histórica, constituída por sequências estratigráficas limitadas por discordâncias e que representam o registro sedimentar de bacias geneticamente distintas (Assine, 1992; Hessel & Freitas, 2009).

Há diferentes propostas para a sequência estratigráfica da Bacia do Araripe, mas aqui adotaremos a mais recente, de Assine (2007), com algumas modificações baseadas em observações da autora. A sequência sedimentar se inicia com os arenitos médios e grossos da Formação Cariri (Siluro-Ordoviciano) depositados em um sistema fluvial entrelaçado ou delta. Discordantemente sobre ela estão os clásticos silicosos e argilosos das formações Brejo Santo e Missão Velha (Neojurássico) depositados em ambiente lacustre e fluvial/eólico, respectivamente. Esta sequência é sobreposta por rochas arenosas da

Formação Abaiara (Eocretáceo), cujo topo é truncado por uma superfície erosional, conhecida como discordância pré-aptiana. Após, houve a deposição da Formação Barbalha (Eoaptiano), constituída por arenitos finos a médios, siltitos e folhelhos de origem deltaica a lacustre, e da Formação Santana (Neoaptiano-Eoalbio), com espessura máxima de cerca de 220 m. Nesta, são reconhecidos três membros: na base está o Membro Crato, constituído por calcários finamente laminados com abundantes e diversificados fósseis, e o Membro Ipubi, com sedimentação predominantemente evaporítica, onde se intercalam gipsita, anidrita, folhelhos e carbonatos (Cavalcanti *et al.*, 1994; Andrade & Hessel, 2010); e no topo está o Membro Romualdo, constituído por arenitos finos, folhelhos margosos com concreções carbonáticas e níveis coquínoides bem superiores, que registram uma possível influência marinha em sua origem. Sucedendo a novo hiato estratigráfico, depositou-se a Formação Araripina, caracterizada por arenitos finos e siltitos argilosos de origem fluvial, por sobre a qual repousa discordantemente uma sucessão de arenitos quartzosos e argilosos de origem fluvial da Formação Exu, de provável idade albo-cenomaniana.

Invertebrados fósseis na Bacia do Araripe foram registrados nas formações Brejo Santo, Barbalha e Santana. Na primeira, ocorrem conchostráceos listados por Braun (1966) como pertencentes às espécies "*Liotheria*" *mirandibensis* Carvalho 1993 e "*Bairdestheria*" *barbosai* (Cardoso, 1966). Gallego & Martins Neto (2006) completam a lista com *Estherina costai* (Cardoso, 1966), "*Pseudographa*" *brauni* (Cardoso, 1962), "*Pseudestheria*" *abaetensis* Cardoso, 1971 e "*P.*" *pricei* (Cardoso, 1966). Nos folhelhos da Formação Barbalha aflorantes nas margens do rio da Batateira ocorrem moldes e impressões do conchostráceo *Pseudestherites codoensis* (Arai *et al.*, 2004) e de bivalves dos gêneros *Yoldia*, *Barbatia*, *Malletia* e *Pseudohyria* (Barbosa *et al.*, 2004).

Na Formação Santana são conhecidos macrofósseis de invertebrados nos calcários lacustres do Membro Crato, nos folhelhos do Membro Ipubi, e nas margas, concreções calcárias e bancos coquínoides do Membro Romualdo. Na fauna de invertebrados preservada no Membro Crato, os artrópodos predominam e, em particular, os insetos, tanto em abundância numérica, quanto em diversidade taxonômica. Conchostráceos estão ausentes, provavelmente devido às condições anóxicas e salinas do fundo aquático (Schweigert *et al.*, 2007). Crustáceos decápodos e camarões são raros, assim como ácaros, centopeias, escorpiões e outros grupos pouco conhecidos de artrópodos (mantoídeos, fasmatoídeos, etc.). Centenas de exemplares de aranhas mostram que a maioria pertence a uma única espécie (Dunlop *et al.*, 2007), ainda que três espécies já tenham sido descritas

desde 1996. Ainda há citações de conchostráceos do gênero *Enestheria* (Carvalho & Viana, 1993) e moldes de moluscos bivalves, possivelmente do gênero *Legumen*, observados pela autora.

Cerca de 300 espécies de insetos foram reconhecidas no Membro Crato, pertencentes aos seguintes grupos:

- blatópteros (baratas) são insetos muito abundantes, mas a maioria das formas ainda não foi formalmente descrita, sendo conhecidas oito espécies denominadas por vários autores. A primeira espécie foi mencionada em 1986: *Mesoblattina limai* Pinto & Purper, 1986;

- coleópteros (besouros), ainda que frequentes e pertencentes a seis famílias, foram pouco estudados: cerca de nove espécies, das quais cinco foram descritas por Zherikhin & Gratshev em 2004. O primeiro coleóptero descrito do Membro Crato foi *Caririderma pilosa* Martins Neto, 1990;

- dermápteros (lacrainhas) estão representados por seis espécies de três famílias com representantes atuais, duas descritas em 1990 (*Caririlabia brandaoi* Martins Neto, 1990 e *Cretolabia cearae* Popham, 1990) e as demais neste século, principalmente através do estudo de Haas (2007);

- dípteros (moscas e mosquitos) são conhecidos através de nove espécies, descritas por diversos autores de várias nacionalidades. A primeira forma foi descrita em 1985: *Cretaceosimulium araripense* Vulcano 1985 (provavelmente *nomen nudum*; Martill *et al.*, 2007);

- efemerópteros (efêmeras) são conhecidos através de dezessete espécies pertencentes a nove famílias: a descrição mais antiga é de *Protoligoneuria limai* Demoulin 1955. Depois foram descritas sete espécies por Martins Neto & Caldas (1990), duas espécies por Zamboni (2001) e seis espécies por Staniczek (2007) e Willmann (2007);

- hemípteros cicadomorfos (cigarras) incluem 21 espécies pertencentes a cerca de seis famílias. As mais antigas descrições são de Hamilton (1990), que reconheceu doze espécies. Menon, só ou com colaboradores, descreveu mais sete espécies de 2005 a 2007. Os hemípteros heterópteros (percevejos) reúnem treze espécies de sete famílias, com exemplares em estágio adulto ou de ninfa. Cinco espécies foram descritas por Ruf *et al.* (2005). Em 1992, Nel & Paicheler descreveram pela primeira vez um representante deste grupo no Membro Crato: *Araripebelostomum martinnetoi*. Hemípteros fulgoromorfos (semelhantes a pulgões) são conhecidos através de vinte espécies reunidas em três famílias com representantes atuais. A grande maioria delas (dezoito) foi descrita por Hamilton em 1990, ainda que duas formas tenham sido descritas por Martins Neto poucos anos antes: *Vulcanoia membranosa* Martins Neto, 1988 e *Cretofennabia cretacea* (Martins Neto, 1988);

- himenópteros (vespas e formigas) são conhecidos através de doze espécies reunidas em nove famílias, havendo várias formas mencionadas e ilustradas a serem descritas. A maioria delas, sete, foi descrita por Darling e Sharkey em 1990. A primeira espécie descrita, *Cariridris bipetiolata* Brandão & Martins Neto, 1989, é uma formiga;

- isópteros (cupins) são conhecidos por nove espécies pertencentes a cinco famílias, sendo a mais antiga publicada em 1990, *Nordestinatermes araripena* (Krishna, 1990). Em 1998, foram descritas duas novas formas por Fontes & Vulcano (1998) e, no presente século, Martins Neto *et al.* (2006) descreveram três novas espécies e Bechly (2007) mais três;

- lepidópteros (borboletas), muito frágeis, são conhecidos através de cinco espécies, todas descritas de 1989 a 2002 por Martins Neto, só ou em parceria com Vulcano;

- neurópteros (formigas de asas) tem espécies descritas que pertencem a quatorze famílias. Martins Neto, só ou em parceria com Vulcano, descreveu 50 espécies de 1989 a 2002, formas que necessitam revisão taxonômica. Outras sete espécies conhecidas foram descritas no presente século, principalmente por Makarkin & Menon (2007);

- odonatas (libélulas e donzelinhas) estão representadas por quarenta espécies, principalmente descritas por Carle & Wighton (1990; seis espécies) e Bechly (1998, 2000 e 2007; 26 espécies). A mais antiga forma descrita é *Gomphaeschnaoides obliquus* (Wighton, 1987). Compõem quinze famílias, muitas delas já extintas, com predomínio das formas “Gomphidae”, que somam 50% das espécies;

- ortópteros ensíferos (grilos), que reúnem 36 espécies, todas descritas de 1987 (*Araripegryllus caposae* Martins Neto, 1987) a 2002 por Martins Neto (Figura 2). Ortópteros celíferos (gafanhotos) estão representados provavelmente por 23 espécies de cinco famílias, também todas descritas por Martins Neto de 1990 a 2003. Ambos os grupos necessitam revisão taxonômica;

- rafidiópteros são pouco comuns, reconhecidos por quatro espécies, a maioria descrita por Martins Neto e colaboradores desde 1989;

- tricópteros (pequenas mariposas) são conhecidos por descrições de sete espécies publicadas em 2001 por Martins Neto.

No Membro Ipubi ainda há citações de conchostráceos e diminutos gastrópodes piritizados (Viana, 1990; Arai *et al.*, 2004), ainda não identificados.

Do Membro Romualdo da Formação Santana, há menções de crustáceos, moluscos e equinodermos. Dos crustáceos, se destacam os conchostráceos, reconhecidos nos folhelhos mais superiores por Costa (1963) e Neves (1963), muito deles piritizados



(Carvalho, 1993). Gallego & Martins Neto (2006) listam como pertencentes às espécies *Estheriina costai*, "*Pseudestheria*" *pricei*, "*P.*" *abaetensis*, "*Pseudographa*" *brauni* e ?*Pseudestherites codoensis*. Um pequeno exemplar de crustáceo decápodo foi descrito por Martins Neto (1987), que o nomeou *Araripecarcinus ferreirai*, encontrado numa concreção provinda de Porteirás, Ceará, e outro descrito por William Santana e colaboradores (Santana *et al.*, 2013) que o nomearam *Kellnerius jamacaruensis*. Também há o registro de um camarão da espécie *Paleomattea deliciosa* Maisey & Carvalho, 1995, encontrado em concreções calcárias (Beurlen, 1963), em folhelhos (Viana & Agostinho, 1995) e no conteúdo estomacal de *Rhacolepis* (Maisey & Carvalho, 1995). Milimétricos copépodos da espécie *Katabarina pattersoni* Cressey & Boshall, 1989 foram identificados nas guelras de *Cladocylus gardneri* (Cressey & Patterson, 1973).

O estudo dos equinoides do Membro Romualdo foi iniciado por Beurlen (1966), com o registro de duas espécies de cassiduloides: *Pyguros tinocoi* e *Faujasia araripensis*, esta mais tarde, transferida para o gênero *Pygidiolampas* (Brito, 1981) e depois para o gênero *Bothryopneustes* (Manso & Hessel, 2007). Em 2012, Manso & Hessel descreveram mais duas espécies ocorrentes, estas na região de Araripina, Pernambuco: *Douvillaster benguellensis* (Loriol, 1888), *Hemiaster proclivus*

Cotteau, Peron & Gauthier, 1878. Todas estas formas ocorrem nas camadas mais superiores, eoalbianas, da Formação Santana no oeste da bacia.

Os moluscos mais abundantes são os gastrópodes, principalmente compondo bancos coquínoides acima das concreções calcárias do Membro Romualdo. A primeira publicação a mencioná-los na Bacia do Araripe foi a de Hartt (1870), que observou exemplares da região de Mundo Novo, Ceará, identificando-os provisoriamente como pertencentes ao gênero *Turritelites* (atual *Turritella*). Beurlen (1962a; Figura 3) noticiou a descoberta de uma variada fauna de moluscos ocorrentes na Formação Santana, na qual incluía representantes das famílias "*Turritellidae*, *Epitoniidae*, *Cerithiidae* e *Naticidae*". Em 1963, este autor menciona a presença de uma pequena espécie do gênero *Scala*. Anjos (1963), Leal (1963) e Leite (1963), em suas monografias de graduação na Universidade Federal de Pernambuco, descreveram brevemente ?*Hemicerithium* sp., *Turritella lucianoï*, *T. ipubiensis* e *Epitonium smalli*, coletados em Serra Branca, Pernambuco. Entretanto, como estas monografias não foram publicadas, estas espécies, tidas como novas pelos referidos autores, hoje são *nomen nudum*. Posteriormente alguns gastrópodes foram formalmente descritos por Beurlen (1964), que os denominou *Gymnentome romualdoi* (baseado em

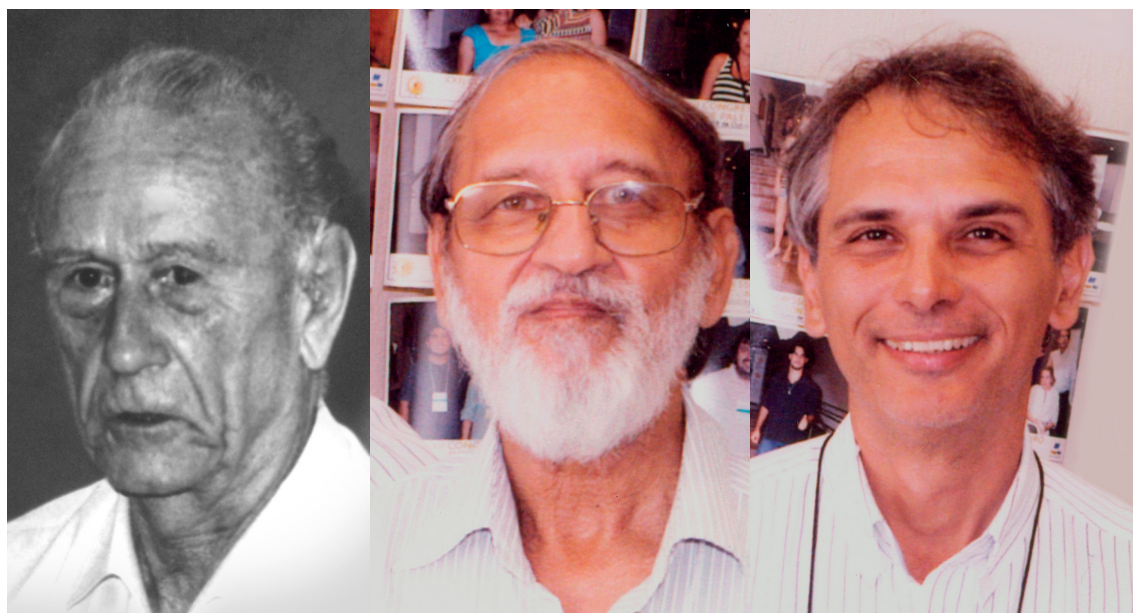


**Figura 2.** Rafael Gioia Martins Neto coletando fósseis nos calcários laminados do Membro Crato em 1989, quando esteve pela primeira vez visitando a Bacia do Araripe.

27 espécimes) e *Craginia araripensis* (baseado em mais de 500 exemplares), coletadas no sítio Romualdo, município do Crato. Estas espécies são também abundantes, próximo à divisa dos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, no leito de pequenos córregos. Silva (1976, 1979) acrescentou os gêneros *Polinices*, *Lunatia*, *Turritella* e ceritídeos indeterminados. Arai & Coimbra (1990) reconhecem a presença de microgastrópodes em dois níveis pelíticos (396,80 m e 397,80 m) desta unidade no testemunho do poço 2-AP-1-CE, localizado pelas coordenadas 7°18'30"S e 40°03'30"O. Maisey (1991) mencionou que diminutos gastrópodes turriteliformes são encontrados nos ietiólitos do Membro Romualdo. Outras formas relacionadas à gastrópodes turriteliformes foram citadas por Sales *et al.* (2003; *Turritella* sp. e *Cerithium* sp.) e por Arai *et al.* (2004; *Paraglauconia* sp.). Com raras e antigas descrições formais de espécies, a gastropodofauna da Bacia do Araripe é quase desconhecida para permitir qualquer correlação com outras bacias (Lima *et al.*, 2010).

Os bivalves ocorrentes no Membro Romualdo estão representados por espécimes que provêm das mesmas áreas onde ocorrem gastrópodes, e também no município de Jardim, Ceará. As primeiras menções deste grupo na bacia encontram-se em Hartt (1870), que identificou provisoriamente uma valva como pertencente ao gênero *Venus*. Beurlen (1962a) noticiou a descoberta de formas pertencentes às famílias Anomiidae, Isognomonidae, Pteriidae, Mytilidae e Veneridae. Beurlen (1963) observou que pequenos

representantes do gênero ?*Brachidontes* ocorrem nos bancos calcários onde *Craginia araripensis* é abundante, e que ao sul de Ipubi e Casa de Pedra, Pernambuco, há bancos constituídos quase que exclusivamente por duas pequenas espécies de *Corbula*, onde ocorrem com frequência duas espécies de *Pteria*. Segundo o autor, no município de Araripina são muito comuns os gêneros *Anomia* e *Brachidontes*, assim como uma diminuta espécie de Veneridae, sendo raros moldes de uma forma que relacionou tentativamente ao gênero *Crassatella*. Em 1976, Silva destacou a presença de microbivalves nas amostras provenientes do intervalo entre 49 m e 53 m de profundidade do furo de sondagem SE-2, efetuado em 1963 pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) na mina Casa de Pedra. Santos (1982) cita a presença de Corbulidae e Arcidae no município de Missão Velha (Ceará), do gênero *Brachidontes* no município de Araripina (Pernambuco) e de *Plicatula* sp. no município de Fronteiras (Piauí). Maisey (1991) mencionou que bivalves semelhantes à corbulídeos são encontrados em algumas concreções calcárias em níveis diferentes das que ocorrem os peixes fósseis. Sales *et al.* (2001) relacionaram conchas de bivalves mitiloides na região de Jardim, de onde uma espécie de *Pseudoptera* foi brevemente descrita por Bruno *et al.* (2008). Nesta mesma localidade ocorre *Legumen ellipticum* Conrad, 1858 (observação pessoal). Outro bivalve, *Aguilera*, citado por Beurlen (1963), é resultado de uma brincadeira de seus alunos que introduziram uma valva desta forma sergipana num afloramento em Lagoa de Dentro. Todas estas formas nunca foram formalmente



**Figura 3.** Karl Beurlen no XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia no Rio de Janeiro em 1984 (esquerda); Narendra Srivastava no XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia em Natal em 2011 (centro); Ismar de Souza Carvalho no XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia em Natal, em 2011 (direita).

descritas e adequadamente ilustradas, de modo que sua identificação taxonômica permanece incerta, assim como há outras localidades, como em Brejinho no município de Araripe, que possuem excelente malacofauna preservada esperando estudos.

**Conjunto das bacias de Iguatu.** No sudeste do Ceará, o complexo sedimentar das bacias do Iguatu compreende quatro bacias localizadas numa área aproximada de 1.300 km<sup>2</sup>, entre os municípios de Iguatu e Orós, cerca de 80 km ao norte da Bacia do Araripe (Ghignone *et al.*, 1988). Trata-se de um conjunto de meio-grábens com quatro depocentros reconhecidos: o de Iguatu (o maior deles, a noroeste), o de Malhada Vermelha, o de Lima Campos e o de Icó (Sá *et al.*, 2007a). Apresentam predominantemente falhas normais com a mesma direção nordeste de seu acamamento, que mergulha para sudeste, com exceção da Bacia de Iguatu, que mostra camadas também mergulhando para noroeste (Matos, 1987). A sequência estratigráfica deste complexo sedimentar compreende as seguintes unidades (das mais antigas para a mais recentes):

- A Formação Quixóá (segundo Mabesoone & Campanha, 1974) (ou Formação Icó, segundo Ponte Filho, 1994) (Berriasiano-Eohauteriviano) é bem exposta na Bacia de Icó (Ponte Filho, 1996); compõe-se essencialmente de arenitos claros de médios a finos, com níveis mais grossos a conglomeráticos, horizontes de siltitos argilosos e folhelhos, e finos leitos de margas calcíferas, às vezes fossilíferas, depositados em ambiente fluvial e de leque aluvial distal sob clima quente pouco úmido (Ferreira, 1979); sua espessura máxima foi estimada em 200 m por Srivastava (1989; Figura 3); seus depósitos definem os depocentros das quatro bacias, sendo descontínuos na Bacia de Iguatu (Sá *et al.*, 2007a);

- A Formação Malhada Vermelha (Berriasiano-Eohauteriviano) é lateral à Formação Quixóá, com as melhores exposições na localidade de Malhada Vermelha da Bacia de Iguatu (Ponte Filho, 1996); é predominante em todas as bacias do complexo, com cerca de 800 m de espessura, tendo um contato superior erosional; se inicia com arenitos finos intercalados por siltitos e folhelhos, passando a arenitos de grossos a conglomeráticos interdigitados por siltitos, folhelhos e margas, recobertos por arenitos supostamente eólicos (Bedregal, 1991), depositados em ambiente de lagos, planícies e deltas aluviais (Sá *et al.*, 2007a);

- A Formação Lima Campos (?Berriasiano-Mesobarremiano) com espessura mínima de 150 m (Bedregal, 1991), se sobrepõe discordantemente às formações Malhada Vermelha e Quixóá, mostrando arenitos finos na base, evoluindo para fácies mais grossa com níveis conglomeráticos, de siltitos e

folhelhos, madeiras silicificadas e restos vegetais depositados em ambientes fluviais, de leques aluviais e de planície de inundação (Srivastava, 1989);

- A Formação Moura (Terciário) é uma cascalheira que se depositou discordantemente sobre todas as unidades mais antigas, estando presente só na Bacia de Iguatu (Carvalho, 1993).

A Bacia de Iguatu situa-se na porção-sul do Ceará, abrangendo os municípios de Iguatu, Quixelô e Lima Campos, abrangendo cerca de 800 km<sup>2</sup>, sendo em parte recoberta pelo açude de Orós. É a maior das quatro bacias deste complexo sedimentar, mostrando um contorno subelíptico com seu eixo principal em direção nordeste-sudoeste. É um meio-gráben extensional com bordas íngremes na falha principal e mergulho suave associado a pequenos falhamentos normais, formando um único e alongado depocentro na borda sudeste cuja profundidade máxima é de pouco menos de 1.800 m (Bedregal, 1991; Castro, 1999). A Formação Quixóá aflora ao longo de uma estreita faixa na borda sul da bacia e em pequenas exposições na parte norte. Também há afloramentos dos arenitos e margas das formações Malhada Vermelha e Lima Campos. Em 1964, Melo mencionou a presença de coquinas compostas predominantemente por uma espécie indeterminada de *Ostrea*, e a ocorrência de bivalves indeterminados e de um exemplar de gastrópode nas margas da Formação Malhada Vermelha. Em 1993, Carvalho relatou a ocorrência de conchostráceos da espécie "*Pseudographtha*" *brauni* na mesma unidade. Gallego & Martins Neto (2006) acrescentam a presença de "*Pseudestheria*" *pricei* e de uma espécie de *Camerunograptia*.

A Bacia de Malhada Vermelha (ou Bacia Cabeça de Negro; Lima, 1983; 1990), com cerca de 65 km<sup>2</sup>, é localizada a leste da Bacia de Iguatu, sendo dela separada pela serra do Morais. É um semi-gráben sub-retangular com blocos escalonados mergulhando para sudeste (Ponte Filho, 1996). A Formação Lima Campos ocorre na borda norte da bacia. Sua sequência sedimentar cretácea mostra raras intercalações de margas da Formação Malhada Vermelha (Sá *et al.*, 2007a), seguida pela Formação Lima Campos, de arenitos e margas. Em 1975, Tinoco & Mabesoone mencionaram a presença de coquinas de ostras, que Mabesoone *et al.* (2000) afirmaram ser de origem lacustre. Em 1989, Srivastava *et al.* indicaram a ocorrência de coquinas de gastrópodes nas margas da Formação Malhada Vermelha (Berriasiano-Eohauteriviano). E em 1993, Carvalho noticiou a presença de duas espécies de conchostráceos: "*Pseudographtha*" *brauni* e "*Pseudestheria*" *pricei*.

A Bacia de Lima Campos localiza-se entre os municípios de Icó e Orós, Ceará, no entorno da localidade de Igaroi, a leste da Bacia de Malhada



Vermelha, da qual se separa pela serra do Mundo Novo. É um meio-gráben oval-alongado, com cerca de 19 km de comprimento no eixo nordeste-sudoeste e 8,5 km de largura, perfazendo quase 120 km<sup>2</sup> (Ponte Filho, 1996), com até 600 m de profundidade (Castro, 1999). Suas camadas mergulham cerca de 10° para sudeste, sendo das quatro bacias, a com menor número de falhas; entretanto tem uma configuração estrutural bastante similar a da Bacia de Iguatu, com um mergulho abrupto na borda sudeste (Castro, 1999). A sequência sedimentar cretácea se inicia com os arenitos da Formação Malhada Vermelha, capeados pelos arenitos mais grossos da Formação Lima Campos, que atinge espessuras de até 300 m. Em 1964, Melo noticiou a presença de bivalves ostréides, e, em 1989, Srivastava *et al.* registraram a ocorrência de coquinas de gastrópodes nas margas da Formação Malhada Vermelha ao sul da localidade de Canto, confirmada por Sá *et al.* (2007c) e Aquino *et al.* (2008). Carvalho (1993) registrou restos e moldes de conchostráceos na localidade de Igaroi e na Vila Nova Conceição. Em 1996, Ponte Filho citou a presença deste grupo de crustáceos nos siltitos e argilitos lacustres da Formação Malhada Vermelha, nomeando os gêneros *Cyzicus* sp. e *Pseudograptia* sp., recentemente relacionados a *Congestheriella* e *Palaeolimnadiopsis* (Gallego & Martins Neto, 2006).

A Bacia de Icó, na região de Igaroi, apresenta contornos fusiformes, sendo estreita e alongada na direção nordeste-sudoeste, com cerca de 51 km de comprimento por 4,5 km de largura, o que perfaz cerca de 230 km<sup>2</sup> (Ponte Filho, 1996), com espessura estimada em 570 m (Campos *et al.*, 1979). Seus estratos mergulham suavemente para sudeste, com palinomorfos que os datam como aptianos (profundidade entre 15 m e 39 m no poço Catavento, norte da bacia; Lima, 1990). Em 1964, Melo registrou um exemplar de gastrópode e camadas coquinoides com restos de *Ostrea* sp. nos calcários aflorantes na fazenda Santa Clara e nas margens do rio Truçú. Gallego & Martins Neto (2006) listam a presença de "*Pseudestheria*" *pricei* e "*Pseudograptia*" *brauni*.

**Conjunto de bacias da Mangabeira.** No sul do Ceará, o conjunto de bacias da Mangabeira, abrangendo uma área de cerca de 60 km<sup>2</sup> no município de Lavras da Mangabeira, reúne três pequenas bacias (ou sub-bacias): Mangabeira, Lavras da Mangabeira e Iborepi (Ponte *et al.*, 1990). Estas bacias estão inseridas em três pequenos meio-grábens basculados para norte-noroeste, controlados por falhas normais. Uma feição peculiar deste conjunto sedimentar é a ocorrência de diques toleíticos datados por K-Ar em 175 Ma. (+ou- 4) e por <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar em 198 Ma. (+ou- 1), idades equivalentes ao Jurássico (Sá *et al.*, 2007b; Barbalho *et al.*, 2008).

Os sedimentos afloram principalmente nas bordas da bacia, pois sua parte central está recoberta por aluvião recente. A sequência estratigráfica é composta por três unidades predominantemente clásticas (Ponte, 1994b), de cor amarelo-avermelhada, a seguir brevemente descritas, das mais antigas para as mais recentes:

- A Formação Iborepi (Eojurássico) apresenta arenitos claros mal classificados, de grossos a conglomeráticos, com estratificação cruzada, depositados em leques aluviais (Branco *et al.*, 2006);

- A Formação Serrote do Limoeiro (Eojurássico?) é constituída por arenitos caulínicos avermelhados, finos a médios, bem classificados, intercalados com siltitos e argilitos e folhelhos, localmente fossilíferos, com espessura aproximada de 300 m, depositados em ambiente fluvial e lacustre raso (Branco *et al.*, 2006);

- A Formação Lavras da Mangabeira (Neojurássico?) é formada por diques de gabros e diabásios subverticalizados e subparalelos às linhas de charneira dos meio-grábens, cuja intrusão foi claramente posterior às formações Serrote do Limoeiro e Iborepi, que mostram feições de metamorfismo de contato (Sá *et al.*, 2007b).

A Bacia de Lavras da Mangabeira abrange quase 25 km<sup>2</sup> (Lima, 1983), com depocentros que variam de 400 m a 800 m (Sá *et al.*, 2007b). Nela afloram os arenitos e conglomerados da Formação Iborepi capeados pelos siltitos, folhelhos e arenitos da Formação Serrote do Limoeiro, sobre a qual, só nesta bacia, há uma unidade superior com arenitos e conglomerados que não foram afetados pelos diques que margeiam a borda sul da bacia (Sá *et al.*, 2007b). Na localidade de Melancia, a cerca de 5 km ao sul de Lavras da Mangabeira, na estrada de ferro entre Lavras da Mangabeira e Iguatu, nas margas intercaladas ao arenito fino ocorrem valvas isoladas de bivalves do gênero *Anodontites* (Cassab & Senra, 1998).

A Bacia da Mangabeira situa-se mais a oeste do conjunto, mostrando na borda oeste sedimentos psamíticos da Formação Serrote do Limoeiro gradando, em direção sul, para sedimentos pelíticos mais finos. A espessura total da sequência sedimentar é de aproximadamente 250 m (Branco *et al.*, 2006). Em 1993, Carvalho & Fernandes mencionaram a ocorrência de raros restos de conchostráceos da espécie "*Pseudestheria*" *pricei* em Flores e em Limoeiro.

**Grupo Rio do Peixe.** Nos limites entre os estados da Paraíba e Ceará, há um conjunto de bacias conhecido como Grupo Rio do Peixe (*sensu* Carvalho & Leonardi, 1992), abrangendo uma área aproximada de 1.080 km<sup>2</sup> (Braun, 1970). De oeste para leste, pertencem a este conjunto as bacias (ou sub-bacias) de Sousa, Pombal, Uiraúna-Brejo das Freiras (ou Triunfo) e Vertentes (ou Icozinho) (Antunes *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2008). Seu



arcabouço estrutural é de meio-grábens encaixado no embasamento através de falhas normais de alto ângulo, gerado no Fanerozoico por mecanismos transcorrentes resultantes de um estiramento crustal (Lins, 1987; Lima Filho, 1992). Toda a sequência mesozoica que compõe o Grupo Rio do Peixe (poço F.EST.LFPB-1 perfurado em 1970 pela empresa Geologia e Sondagens S/A (GEOSOL) em Lagoa do Forno, sudeste da Bacia de Sousa) apresenta *Dicheiropollis etruscus*, sugerindo que foram depositadas num intervalo de tempo contínuo e relativamente curto, do Hauteriviano ao Eobarremiano (Lima & Coelho, 1987). É constituída pelas seguintes unidades, das mais antigas para as mais recentes, com outras idades sugeridas:

- A Formação Antenor Navarro (Neojurássico) tem com espessura máxima de 1.000 m, é constituída por conglomerados e arenitos arcossianos grossos a médios que gradam no topo para arenitos mais finos, localmente calcíferos, depositados em leques aluviais, sendo gradacional para unidade sobreposta;

- A Formação Sousa (Berriasiano a Hauteriviano) é essencialmente formada por folhelhos e argilitos com delgadas lentes calcárias ou areníticas intercaladas, gretas de contração, marcas de ondas e de pingos de chuva (Fernandes & Carvalho, 1997), depositada em ambiente palustre a lacustre raso (Mendonça Filho *et al.*, 2006) sob clima quente e bastante seco (Vasconcelos, 1998), sendo gradacional para a unidade sobreposta;

- A Formação Piranhas (Barremiano a Eoaptiano) se inicia com arenitos finos que evoluem para fácies de arenitos grossos a conglomeráticos no topo, com delgadas intercalações de arenitos finos e siltitos; na Bacia de Sousa atinge 320 m de espessura (Lima & Coelho, 1987).

- A Formação Moura (Terciário) apresenta cascalheiras que se depositaram discordantemente sobre todas as unidades mais antigas (Barbosa Júnior *et al.*, 1986).

A Bacia de Sousa, a sudeste do conjunto, tem aproximadamente 770 km<sup>2</sup> de extensão (Lima, 1983) e uma espessura sedimentar estimada de 1.500 m (Castro, 1999), situando-se a cerca de 70 km a norte-nordeste da Bacia do Araripe (Matos, 1987), principalmente nos municípios de Sousa e Antenor Navarro, com uma pequena parte no município de Pombal, Paraíba (Costa, 1964; Fernandes *et al.*, 2008). O meio-gráben que estrutura a bacia tem seu eixo maior orientado em direção leste-oeste. Apresenta afloramentos das quatro unidades estratigráficas (Barbosa Júnior *et al.*, 1986), com direção de acamamento nordeste e mergulho para sudeste (Matos, 1987; Antunes *et al.*, 2007). Apenas uma camada arenítica e outra siltico-margosa com conchostráceos mal preservados são reconhecidas como fossilíferas

para invertebrados (Costa, 1964). Em 1934, Maury determinou a presença do gênero do conchostráceo *Diplodon luciano* Maury, 1934, pensando ser um bivalvío (Moraes, 1944), engano corrigido por Beurlen & Mabesoone (1969). Em 1975, Tinoco & Kato, mencionaram alguns conchostráceos na Formação Sousa, reunidos por Carvalho (1989; 1993) em seis espécies: "*Pseudographtha*" *brauni*, "*Liostheria*" *cassambensis* (Teixeira 1958), *Camerunograptia brasiliensis* (Oliveira, 1953), *Congestheriella lualabensis* (Leriche, 1913), *Palaeolimnadiopsis freibergi* Cardoso, 1971 e *P. reali* Teixeira, 1958. Hessel *et al.* (1994) e Gallego & Martins Neto (2006) completam com "*Pseudestheria*" *abaetensis*, *Camerunograptia fernandoi* (Cardoso 1965), *C. luciano* (Maury 1934) e "*Bairdestheria*" *barbosai*.

A Bacia de Brejo das Freiras-Uiraúna (ou Triunfo) fica mais a oeste do conjunto do grupo Rio do Peixe, nos municípios de Uiraúna, Poço, Brejo das Freiras Triunfo e Santa Helena, oeste da Paraíba alcançando a parte sudeste do Estado do Ceará. É tectonicamente a menos deformada, apresentando uma espessura sedimentar estimada de 600 m (Castro, 1999) e uma extensão de cerca de 500 km<sup>2</sup> (Carvalho, 1993). É um meio-gráben alongado de direção nordeste-sudoeste controlado pela falha de Brejo das Freiras na borda sudeste, que apresenta um perfil listrico e mergulho para noroeste; a sequência sedimentar é mais espessa em direção à falha de Brejo das Freiras. Nela só ocorrem os arenitos arcossianos grossos a médios, conglomerados e brechas da Formação Antenor Navarro (mais ao norte e nordeste da bacia) e os arenitos finos, folhelhos e argilitos com intercalações de arenitos e siltitos da Formação Sousa. Conchostráceos ocorrem em estratos desta unidade na região centro-sul da bacia, tendo Carvalho (1993) reconhecido representantes de quatro espécies originalmente atribuídas ao gênero *Cyzicus*: "*Liostheria*" *cassambensis*, "*Pseudographtha*" *brauni*, "*Pseudestheria*" *pricei* e "*P.*" *abaetensis*.

**Outras bacias ao leste, nordeste e norte do Araripe.** No Ceará, ao norte da Bacia do Araripe, está a Bacia do Rio dos Bastiões, com cerca de 35 km<sup>2</sup>, a 60 km da cidade de Iguatu (Lima, 1983). É uma depressão estreita e alongada de orientação nordeste-sudoeste com camadas mesozoicas que mergulham para noroeste, contra a falha de Tatajuba (Srivastava & Carvalho, 2007). Originalmente identificada por Campos *et al.* (1979), sua sequência sedimentar é composta por conglomerados e arenitos de grossos a finos (estes com icnofósseis) com intercalações de folhelhos. Foi depositada em ambiente flúvio-lacustre, sendo equivalente à Formação Antenor Navarro (Cavalcante & Ferreira, 1983). Em um afloramento de cerca de 4 m na borda nordeste da bacia, próximo ao povoado de Cacimbas (município de Tarrafas), os folhelhos mostram conchostráceos identificados por Srivastava & Carvalho (2007) como pertencentes a "*Pseudographtha*" cf. *brauni*.

Ainda no Ceará, a leste da Bacia do Araripe está a Bacia do Barro, que se localiza no município de mesmo nome. É um meio-gráben que abrange quase de 15 km<sup>2</sup> de área. Sua sequência sedimentar é composta pelos arenitos conglomeráticos claros, bem arredondados e afossilíferos, com estratificação cruzada e cimento silicoso da Formação Tacaratu (Siluro-Devoniano; Braun, 1966), cobertos por siltitos e folhelhos calcíferos da Formação Aliança (Eojurássico). Carvalho em 1993 observou restos dos conchostráceos "*Pseudestheria pricei* e *Estheriina costai*" nos folhelhos desta bacia. Gallego & Martins Neto (2006) acrescentaram "*Pseudograptha brauni* e *Congestheriella lualabensis*".

No Rio Grande do Norte, a nordeste da Bacia do Araripe, localiza-se a Bacia de Coronel João Pessoa ou do Rio Nazaré, situada no município de Coronel João Pessoa. Tem uma extensão de pouco mais de 20 km<sup>2</sup> (Lima, 1983). É um meio-gráben alongado em direção nordeste-sudoeste cujas bordas estão limitadas por falhas normais de alto ângulo, formada por esforços transcorrentes atuantes no lineamento de Portalegre (Carvalho, 1993). A sequência sedimentar é predominantemente formada por clásticos com mergulhos da ordem de 40° para sul (Medeiros *et al.*, 2007a). Um nível carbonático divide esta sequência em uma unidade inferior, constituída por arenitos arcossianos médios com estratificação cruzada e intercalações de siltitos, argilitos e margas no topo, depositado em leques aluviais, rios meandantes e planícies de inundação (Carvalho & Srivastava, 1996), do Berriasiano ao Eobarremiano (correlacionável à Formação Sousa da Bacia do Rio do Peixe; Medeiros *et al.*, 2007b), e uma unidade superior, com conglomerados e arenitos conglomeráticos arcossianos, mal selecionados, tidos como terciários (Medeiros Neto, 1981; 1982). Em 1993, Carvalho registrou nas margas abundantes restos de *Palaeolimnadiopsis reali* e "*Pseudograptha brauni*", aos quais Gallego & Martins Neto (2006) adicionaram *Congestheriella lualabensis*, *Palaeolimnadiopsis freibergeri* e "*Liostheria cassambensis*".

**Bacias a sul e oeste do Araripe.** A sequência sedimentar das bacias localizadas ao sul da Bacia do Araripe de modo geral inclui as seguintes unidades estratigráficas, das mais antigas para as mais novas, sendo separadas entre si por discordâncias erosionais:

- A Formação Tacaratu (Siluro-Devoniano) é composta por arenitos claros, por vezes de grossos a conglomeráticos, com cimento silicoso, clastos arredondados e estratificação cruzada, sendo considerada afossilífera; representa depósitos de leques aluviais associados a enxurradas episódicas; é correlacionável com a Formação Cariri (siluro-ordoviciana) na Bacia do Araripe (Feitosa & Leal, 1993);

- A Formação 'Aliança' (Neojurássico ou Eocretáceo) compreende siltitos e folhelhos avermelhados com níveis conglomeráticos de caráter fluvial e lacustre; por vezes apresentam calcários margosos laminados;

- A Formação Marizal (Eoaptiano; Neumann, 1999) é representada por arenitos finos a médios, com níveis de siltitos e de conglomerados, depositados em ambiente fluvio-lacustre; é correlacionável com a Formação Muribeca da Bacia de Sergipe-Alagoas (Machado Júnior *et al.*, 1990).

Na fronteira de Ceará e Pernambuco está a Bacia do Cedro, que possui uma área de cerca de 690 km<sup>2</sup>. Sua sequência sedimentar inclui os arenitos da Formação Tacaratu sobrepostos por folhelhos e calcários margosos com menos de 20 m de espessura da Formação Aliança (Ponte *et al.*, 1991), depositados em leques aluviais, rios entrelaçados e lagos efêmeros. Carvalho (1993 e 2001) registrou conchostráceos tridimensionalmente preservados por calcificação da espécie "*Pseudestheria pricei*" e gastrópodes nos calcários laminados da Formação Aliança aflorantes no sítio Barro Vermelho, a 3 km da localidade de Apertada Hora, no município de Cedro, Pernambuco. Gallego & Martins Neto (2006) mencionam "*Pseudograptha brauni*".

No oeste do Estado de Pernambuco situa-se a Bacia de São José do Belmonte, incluindo a região sedimentar ou sub-bacia do Bom Nome, nos municípios de Verdejante, Serrote de Cima, São José do Belmonte e São Tomé. É uma bacia alongada em direção leste-oeste, sendo limitada por falhas normais e ocupando uma área de cerca de 610 km<sup>2</sup>. Ao norte é limitada pela falha de São José do Bonfim. Apresenta arenitos bastante silicificados da Formação Tacaratu e folhelhos com lentes de sulfatos, lâminas de aragonita e de calcários ostracodais da Formação Aliança (Duarte *et al.*, 1991). Em 1993, Carvalho (Figura 3) registrou na região de Lagoa da Aréia restos de "*Pseudograptha brauni*".

No sudoeste de Pernambuco está a Bacia de Mirandiba, no município de mesmo nome, descrita originalmente por Luciano Jacques de Moraes, em 1948. É um meio-gráben limitado por falhas normais, com uma área de cerca de 116 km<sup>2</sup>. Seu eixo maior é disposto em direção leste-oeste, sendo compartimentada por falhas de direção nordeste e leste-oeste. Sua sequência sedimentar é composta pelas formações Tacaratu, Aliança e Marizal. Nos siltitos e folhelhos da Formação Aliança, Carvalho (1993) registrou restos de conchostráceos das espécies "*Pseudestheria pricei*", "*Liostheria mirandibensis*" e "*Bairdestheria barbosai*", e Gallego & Martins Neto (2006), *Estheriina costai* e "*Pseudograptha brauni*".

No sudoeste do Piauí encontra-se a Bacia de Padre Marcos, situada nos municípios de Padre Marcos e Jaicós. É um meio-gráben limitado a oeste pela falha normal do Riacho do Padre. A sequência sedimentar está representada por arenitos grossos a conglomeráticos da Formação Tacaratu, e folhelhos cinzento-claros com restos de vegetais fósseis intercalados por margas e arenitos muito finos com ostracodes e conchostráceos (Córdoba *et al.*, 1995) da Formação Aliança, depositados em sistema lacustre com eventuais períodos de tempestades (Lima Filho *et al.*, 1995), que indicam idade pré-aptiana ou talvez aptiana (Melo *et al.* 2009). Ponte (1994a) sugere que a Bacia de Padre Marcos é um relicto que comprova a ligação entre a Formação Codó e alguma das unidades da Bacia do Araripe. Machado & Cassab (1997) descrevem brevemente cinco exemplares de diminutos gastrópodes pulmonados mal preservados da família Orthalicidae (subfamília Bulimulinae) encontrados nos siltitos de um afloramento situado a 4,5 km da cidade de Padre Marcos na estrada para Jaicós (7°30'S e 41°03'O). Melo *et al.* (2009) mencionaram a coleta de um exemplar de microgastrópode fóssil encontrado entre diversos fragmentos de vegetais.

Também localizada no Piauí está a Bacia Riacho do Padre, por vezes considerada uma sub-bacia da Bacia de Padre Marcos e um remanescente da Bacia do Araripe (Ponte, 1994a). É um estreito meio-gráben com cerca de 15 km<sup>2</sup> (Lima Filho *et al.*, 1995) com folhelhos intercalados por margas da Formação Aliança. Carvalho (1993) reconheceu, nos folhelhos que afloram nos barrancos do riacho do Padre, duas espécies de conchostráceos: "*Pseudographtha*" *brauni* e "*Pseudestheria*" *pricei*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bacias sedimentares interiores do Nordeste do Brasil tiveram uma origem bastante similar, tendo se desenvolvido pelo preenchimento de meio-grábens associados aos grandes lineamentos pré-cambrianos, implantados principalmente durante o Neocomiano ou Eobarremiano, sincronicamente aos riftes que geraram as atuais bacias marginais sul atlânticas. As diversas unidades estratigráficas fanerozoicas conhecidas ainda não puderam ser adequadamente correlacionadas, pois há diversas lacunas sobre as idades de deposição de cada uma delas ou contradições ainda não resolvidas na sua interpretação geológica. Com os dados apresentados (Tabela 2), observa-se que nas bacias situadas a sul e oeste da Bacia do Araripe, inclusive, houve uma deposição eopaleozoica que não preservou fósseis de invertebrados, talvez por não ter ocorrido sob águas marinhas de baixa energia. Somente no Jurássico a área volta a receber sedimentação intracontinental, agora abrangendo também áreas mais setentrionais, com a presença quase constante dos pequenos conchostráceos. No Eocretáceo, nova sequência sedimentar é observada, mais extensa para o norte da Bacia do Araripe, e também mais espessa, ocasionada pela formação dos diversos meio-grábens acima mencionados. Deste tempo foi preservada a maior quantidade e variedade de organismos que habitava a região, tanto invertebrados como vertebrados e vegetais, e que, talvez por isso mesmo, ainda esperam por mais estudos. As formações depositadas no Cenozoico se restringem a áreas ao norte da Bacia do Araripe, indicando que neste tempo a região mais ao sul possuía um relevo mais elevado.

**Tabela 2.** Unidades estratigráficas fanerozoicas encontradas nas diferentes pequenas bacias sedimentares do interior do Nordeste brasileiro com suas possíveis idades, listadas pelo estado de sua ocorrência, sem significar necessariamente que sejam correlatas (X = unidades não denominadas).

Tempo	RN	PB	CE	Araripe	PE	PI
Cenozoico	X	Campos Novos/ Moura	Moura			
Neocretáceo						
Eocretáceo	X	Piranhas Sousa	Lima Campos, Malhada Vermelha e Quixoá	Exu, Araripina, Santana, Barbalha e Abaiara	Marizal	
Jurássico		Antenor Navarro	Serrote do Limoeiro, Iborepi/Aliação	Missão Velha e Brejo Santo	Aliação?	Aliação
Triássico						
Permiano						
Carbonífero						
Devoniano						
Siluriano			Tacaratu		Tacaratu	Tacaratu
Ordoviciano				Cariri		
Cambriano						

Dentre a fauna de invertebrados das pequenas bacias sedimentares do interior do Nordeste brasileiro, os artrópodos, representados principalmente por crustáceos, insetos e aracnídeos, compõem o mais abundante e amplo registro. Os conchostráceos, dulcícolas, são encontrados em quinze das dezessete bacias desta região que apresentam invertebrados fósseis, sendo ausente ou ainda não descrito, apenas nas bacias de Lavras da Mangabeira e Padre Marcos, mas presentes em bacias bem próximas do mesmo complexo sedimentar. A ocorrência de quinze espécies de conchostráceos, muitas delas bem distribuídas em toda a região, sugere que no final do Jurássico e início do Cretáceo havia uma extensa planície fluvial com lagoas e pântanos de água doce nesta parte do Gondwana Ocidental (*sensu* Masters *et al.*, 2006). A conchostraceofauna do nordeste brasileiro é bastante bem conhecida graças aos estudos realizados principalmente por Ismar de Souza Carvalho desde o início da década de 1990. Os insetos, aracnídeos e outros grupos de crustáceos foram registrados apenas na Bacia do Araripe, principalmente nos calcários laminados do Membro Crato da Formação Santana, mas também em alguns ictiólitos do Membro Romualdo. Os insetos, que compõem uma das mais variadas e bem preservadas entomofaunas cretáceas do planeta, têm sido objeto de estudo de incontáveis paleontólogos não brasileiros, que já descreveram centenas de novas espécies, graças ao envio sistemático de exemplares para o exterior, principalmente a partir da década de 1990.

Moluscos estão representados por bivalves e gastrópodes, todos insuficientemente estudados e assim oferecendo poucos subsídios confiáveis à história geológica da região. Gastrópodes ocorrem principalmente na Bacia do Araripe: diminutos espécimes em folhelhos aptianos do Membro Ipubi, e formas centimétricas nos bancos coquinoides das camadas albianas do Membro Romualdo, com duas espécies formalmente descritas e reconhecidas (*Gymnentome romualdoi* e *Craginia araripensis*) e seis gêneros incertos. No conjunto de bacias de Iguatu (ao norte da Bacia do Araripe), assim como na Bacia de Cedro (ao sul) e Bacia de Padre Marcos (a noroeste), ocorrem formas ainda indeterminadas, em geral diminutas e mal preservadas. Com os bivalves não é muito diferente, com apenas uma espécie brevemente descrita e determinada, ocorrente na região de Jardim e de Nova Olinda em camadas correlatas aos gastrópodes (*Pseudoptera* sp.), onde também ocorre representantes de *Legumen ellipticum* Conrad, 1858. Todos os demais gêneros de bivalves mencionados como ocorrentes no Membro Romualdo necessitam revisão taxonômica. Os bivalves do Membro Crato da Formação Santana, assim como os da Formação Barbalha, esperam uma identificação específica e descrição formal. Na

Bacia de Lavras da Mangabeira foram reconhecidos representantes do gênero *Anodontites*. Bastante próximo e também ao norte da Bacia do Araripe, no conjunto de bacias de Iguatu, há citações generalizadas de bancos calcários com ostras, possivelmente mencionadas de modo generalizado como sinônimo de bivalves.

Em bancos calcários depositados na parte mais superior do Membro Romualdo, associados à gastrópodes e bivalves, encontram-se equinoides pertencentes a quatro espécies: *Pyguros tinocoi*, *Bothryopneustes araripensis*, *Dowillaster benguelensis* e *Hemiaster proclivus*. Este grupo de invertebrados, de origem notoriamente marinha, e que tem seus representantes desordenadamente preservados em bancos coquinoides albianos da Formação Santana no oeste do Araripe, poderia ter sido depositado aloctonamente por tsunamis vindos de um mar à oeste, bastante próximo, ocorridos no período tectonicamente ativo de abertura do Atlântico Sul. Posteriormente, estes organismos, junto com gastrópodes e bivalves, morreram por estar em ambiente não marinho e vieram a compor um fundo raso que foi erodido e que concentrou os esqueletos calcários, formando os *hardgrounds* hoje observados na parte mais superior da sequência sedimentar lagunar da Bacia do Araripe. Portanto, a assertiva de Braun (1966) de que as unidades estratigráficas do Mesozoico no interior do Nordeste brasileiro foram geradas em ambiente continental, sem influência marinha, até o Albiano, parece plenamente viável.

Por fim, é conveniente assinalar que uma síntese sobre um tema tão extenso naturalmente contém lacunas e mais de 50% dos artigos, dissertações e teses consultados ficaram sem serem citados, o que não significa que possuam menor importância: apenas, dentro do contexto enfocado, ou era muito específico ou complementar. Também não foi objetivo deste capítulo apresentar uma listagem exaustiva do que já foi publicado sobre a geologia e paleontologia de invertebrados das pequenas bacias interiores do Nordeste. O objetivo principal foi oferecer uma visão panorâmica destas bacias, o que já sabemos sobre elas e qual seu potencial para futuros estudos sobre os invertebrados fósseis que nelas ocorrem, muitos ainda pouco conhecidos e até desconhecidos. Pois novas investigações são necessárias para que se possa elucidar com maior precisão a história geológica desta parte do território brasileiro, muitas vezes esquecida pelos nossos bons paleontólogos.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, J.A.F.G. & Hessel, M.H. 2010. Membros Crato e Ipubi da Formação Santana seriam sincrônicos? In: PALEO-NE 2010, 2010. *Resumos*, Vitória de Santo Antão, SBP, p. 36.



- Anjos, N.F.R. 1963. Conteúdo fóssil e idade da série Araripe. *Symposium*, **5**: 175-178.
- Antunes, A.F.; Oliveira, P.R.A.; Sá, E.F.J.; Lins, F.A.P.L.; Silva, F.C.A.; Sousa, D.C. & Córdoba, V.C. 2007. Estilo tectônico do rifte na Bacia do Rio do Peixe. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22, 2007. *Resumos*, Natal, SBG, 218p.
- Aquino, M.M.; Sá, E.F.J.; Lins, F.A.; Silva, F.C.A.; Sousa, D.C.; Córdoba, V.C.; Scherer, C.M. & Sousa, A.A.T. 2008. O semi-gráben de Lima Campos (CE): exemplo dos controles estruturais do rifte neocomiano no nordeste do Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44, 2008. *Anais*, Curitiba, SBG, 127 p.
- Arai, M. & Coimbra, J.C. 1990. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da chapada do Araripe). *In*: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990. *Atas*, Crato, DNPM/SBP/SBG, p. 225-239.
- Arai, M.; Carvalho, I.S. & Cassab, R.C.T. 2004. Bacia do Araripe. *Phoenix*, **6**:1-6.
- Assine, M.L. 1992. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**:289-300.
- Assine, M.L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**:371-389.
- Barbalho, F.F.; Sá, E.F.J.; Lins, F.A.P.L.; Sousa, A.A.T. & Scherer, C.M.S. 2008. Contexto e significado tectônico dos grábens de Lavras da Mangabeira, SE do Ceará. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44, 2008. *Anais*, Curitiba, SBG, p. 115.
- Barbosa, J.A.; Hessel, M.H. & Neumann, V.H.; 2004. Bivalves da Formação Crato, Bacia do Araripe. *Paleontologia em Destaque*, **20**:41-42.
- Barbosa Junior, W.V.; Silva, I.B.; Santos, R.C.; Santos, A.C.; Pimentel, C.A.C.; Nóbrega, V.A. & Mabesoone, J.M. 1986. Revisão geológica da parte oriental da Sub-bacia de Sousa (Bacia do Rio do Peixe, Paraíba). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986. *Anais*, Goiânia, SBG, p. 308-320.
- Barroso, F.R.G. Viana, M.S.S. Agostinho, S.M.O. & Lima Filho, M.F. 2012. Primeira ocorrência da Fauna de Ediacara no nordeste brasileiro. *Paleontologia em Destaque*, Edição Especial, p.24.
- Bechly, G. 1998. New fossil dragonflies from the Lower Cretaceous Crato Formation of Northeast Brazil (Insecta, Odonata). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* [série B], **264**:1-66.
- Bechly, G. 2000. Two new fossil dragonfly species (Insecta, Odonata, Anisoptera, Araripegomphidae and Lindeniidae) from Crato limestone (Lower Cretaceous, Brazil). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* [série B], **296**:1-16.
- Bechly, G. 2007. Odonata: damselflies and dragonflies. *In*: D.M. Martill; G. Bechly & R.F. Loveridge (eds) *The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 184-221.
- Bedregal, R.P. 1991. Estudo gravimétrico e estrutural da Bacia de Iguatu, CE. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, 155 p.
- Beurlen, K. 1962a. Posição estratigráfica e paleogeográfica da chapada do Araripe. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 16, 1962. *Resumos*, Porto Alegre, SBG, p. 2.
- Beurlen, K. 1962b. A geologia da chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **34**:365-370.
- Beurlen, K. 1963. Geologia e estratigrafia da chapada do Araripe. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 17, 1963. *Anais*, Recife, SBG, p. 1-47.
- Beurlen, K. 1964. As espécies dos Cassiopinæ, nova subfamília dos Turriteliidae, no Cretáceo do Brasil. *Arquivos de Geologia da UFPE*, **5**:1-43.
- Beurlen, K. 1966. Novos equinóides no Cretáceo do nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **38**:455-464.
- Beurlen, K. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na chapada do Araripe (nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, p. 411-415. (Suplemento 43).
- Beurlen, K. & Mabesoone, J.M. 1969. Bacias cretáceas intracontinentais do nordeste do Brasil. *Notas Geomorfológicas*, **9**:19-34.
- Bontempo Filho, E.B. & Lima Filho, M.F. 2011. Sucessão sedimentar da Bacia de Fátima no município de Afogados da Ingazeira, PE. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 24, 2011. *Anais*, Aracaju, SBG, p. 263.
- Branco, R.M.G.C. Souza, M.J. Pinó, T.R.G. & Castro, D.L. 2006. *Levantamentos geofísicos na Bacia de Lavras da Mangabeira*. Fortaleza, CPRM-UFC, 48 p. (Relatório Interno).
- Braun, O.P.G. 1966. *Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da região nordeste do Brasil*. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, Rio de Janeiro, p. 1-76. (Boletim 173).
- Braun, O.P.G. 1970. Geologia da Bacia do Rio do Peixe. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, 1970. *Boletim Especial*, Brasília, SBG, p. 208-209.
- Brito, I.A.M. 1981. O gênero *Hemiasper* no Cretáceo do Brasil (Echinoidea, Spatangioidea). *In*: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2, 1981. *Anais*, Porto Alegre, SBP, p.399-414.

- Bruno, A.P.S.; Hessel, M.H. & Sial, A.N. 2008. Bivalves baquevelídeos da Formação Santana, Eocretáceo da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 44, 1981. *Resumos*, Curitiba, SBG, p. 781.
- Campos, M.; Braga, A.P.G.; Melo, A.A.; Souza, E.M.; Silva, F.A.F. & França, J.B. 1979. Projeto Rio Jaguaribe. Brasília, MME-DNPM, 149 p. (série Geologia 4).
- Carle, F.L. & Wighton, D.C. 1990. Odonata. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **195**:51-68.
- Carvalho, I.S. 1989. Icnocenosos continentais: bacias de Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Mangabeira. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 167 p.
- Carvalho, I.S. 1993. *Os conchostráceos fósseis das bacias interiores do nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PhD thesis, 319 p.
- Carvalho, I.S. 2001. Os conchostráceos da Bacia de Cedro (nordeste do Brasil, Cretáceo Inferior). *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE*, 2, 1997. *Comunicações*, Crato, URCA/DNPM/SBP, p. 156-163.
- Carvalho, I.S. & Leonardi, G. 1992. Geologia das bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes (nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **64**:231-252.
- Carvalho, I.S. & Fernandes, A.C.S. 1993. Icnologia da Bacia de Mangabeira, Cretáceo do Ceará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **65**:253-264.
- Carvalho, I.S. & Viana, M.S.S. 1993. Os conchostráceos da Bacia do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **65**:181-188.
- Carvalho, I.S. & Srivastava, N.K. 1996. Conchostráceos paleolimnadiopsídeos da Bacia de Nazaré (Cel. João Pessoa, Rio Grande do Norte). *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 4, 1996. *Boletim*, São Pedro, UNESP, p. 151-155.
- Cassab, R.C.T. & Senra, M.C.E. 1998. Registro de *Anodontites* (Mollusca, Bivalvia) no Cretáceo da Bacia de Lavras da Mangabeira, Ceará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **70**:378.
- Castro, C. & Sial, A.N. 1971. Esboço da geologia geral e econômica do nordeste. *In: A. Vasconcelos Sobrinho* (ed.) *As regiões naturais do nordeste, o meio e a civilização*, Condepe, p. 225-229.
- Castro, D.L. 1999. Modelagem gravimétrica 3-D das bacias rifte do vale do Cariri, NE do Brasil. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 7, 1999. *Anais*, Lençóis, SGG/ABGP, p. 60-63.
- Castro, D.L. & Branco, R.M.G.B. 1999. Caracterização da arquitetura interna das bacias do vale do Cariri (NE do Brasil) com base em modelagem gravimétrica 3-D. *Brazilian Journal of Geophysics*, **17**:129-144.
- Cavalcante, J.C. & Ferreira, C.A. 1983. *Mapa geológico do Estado do Ceará, escala 1:500 000*. Fortaleza, DNPM-SUDENE, 23 p.
- Cordani, U.G.; Neves, B.B.B.; Fuck, R.A.; Porto Filho, A.T. & Cunha, F.M.B. 1984. Bacias do interior do continente. *Ciência, Técnica, Petróleo*, **15**:59-61.
- Córdoba, V.C.; Lima Filho, F.P.; Neves, B.B.B.; Simões, M.G.; Caldas, E.B. & Lehugeur, L.O. 1995. Contribuição à caracterização tectono-sedimentar da Bacia de Padre Marcos, Piauí. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 16, 1995. *Boletim*, Recife, SBG, v. 1, p. 205-210.
- Costa, M.J. 1963. Geologia da região oeste de Rancharia, município de Araripina, PE. *Boletim de Geologia*, **3**:49-51.
- Costa, W.D. 1964. Nota preliminar da geologia da Bacia do Rio do Peixe. *Boletim de Geologia*, **4**:47-50.
- Costa Filho, W.D. & Costa, W.D. 2000. Caracterização hidrogeológica do Estado de Pernambuco. *In: JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER*, 1, 2000. *Anais*, Fortaleza, UFC, p.1-19.
- Cressey, R. & Patterson, C. 1973. Fossil parasitic copepods from a Lower Cretaceous fish. *Science*, **180**:1238-1285.
- Darling, D.C. & Sharkey, M.J. 1990. Hymenoptera. *Bulletin of American Museum of Natural History*, **195**:123-153.
- Dias, L.G.S.; Souza, Z.S. & Paiva, H.S. 2003. Revisão estratigráfica da bacia terciária de Boa Vista (PB). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 20, 1990. *Boletim*, Fortaleza, SBG, p. 97.
- Duarte, R.X.; Sá, L.T.L.; Sampaio, M.A.F.; Lima Filho, M. & Alheiros, M.M. 1991. Mapeamento preliminar de parte da Bacia de São José do Belmonte em Pernambuco. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 14, 1991. *Atas*, Recife, SBG, p. 330-332.
- Dunlop, J.A.; Selden, P. & Menon, F. 2007. Arachnida: spiders, scorpions and allies. *In: D.M. Martill; G. Bechly & R.F. Loveridge* (eds.) *The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 103-132.
- Feitosa, M.C. & Leal, P.C. 1993. Sistemas deposicionais dos arenitos inferiores das bacias de Cedro, Araripe, São José do Belmonte e Mirandiba (nordeste do Brasil). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 15, 1993. *Atas*, Natal, SBG, p. 344-346.
- Fernandes, A.C.S. & Carvalho, I.S. 1997. Icnofósseis de invertebrados da Bacia de Sousa (Estado

- da Paraíba, Brasil): a localidade de Serrote do Letreiro. *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE*, 2, 1997. *Comunicações*, Crato, DNPM/URCA/SBP, p. 147-155.
- Fernandes, R.P.; Mendonça Filho, J.G.; Mendonça, J.O.; Oliveira, A.D. & Iemini, J.A. 2008. Análise organofaciológica de sedimentos cretáceos da Bacia de Sousa, PB. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 44, 2008. *Anais*, Curitiba, SBG, p. 779.
- Ferreira, E.M.D. 1979. Estudo faciológico da Formação Quixóá (Grupo Iguatu, CE). Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, M.Sc. thesis, 133 p.
- Ferreira, J.A. & Silva, E.G. 2006. Evidência de sedimentos cretáceos na Bacia de Betânia, Nordeste do Brasil. *In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL*, 7, 2006. *Boletim*, São Pedro, SBG, p. 55.
- Ferreira, J.A. & Lima Filho, M. 2007. Proposta de evolução tectônica para a Bacia de Betânia, NE do Brasil. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 11, 2007. *Anais*, Natal, SBG, p. 60-63.
- Fontes, L.R. & Vulcano, M.A. 1998. Cupins fósseis do Novo Mundo. *In: L.R. Fontes & E.B. Filho (eds.) Cupins*, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 243-295.
- Gallego, O.F. & Martins Neto, R.G., 2006. The Brazilian Mesozoic conchostracan faunas: Its geological history as an alternative tool for stratigraphic correlations. *Geociências*, 25:231-239.
- Ghignone, J.I.; Couto, E.A. & Assine, M.L. 1988. Estratigrafia e estrutura das bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34, 1988. *Anais*, Goiânia, SBG, v. 1, p. 271-285.
- Haas, F. 2007. Dermaptera: Earwigs. *In: D.M. Martill; G. Bechly & R.F. Loveridge (eds.) The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 222-233.
- Hartt, C.F. 1870. *Geology and physical geography of Brazil*. Boston, Fields, Osgood & Co., 620 p.
- Hessel, M.H.; Lima, M.L.; Carvalho, I.S. & Fernandes, A.C.S. 1994. The Rio do Peixe Basin. *In: G. Beurlen, D.A. Campos & M.C. Viviers (eds.) Stratigraphic range of Cretaceous mega- and microfossils of Brazil*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 353-370.
- Hessel, M.H.; Tomé, M.E. & Moura, C.R. 2006. Ostracodes mesozoicos das bacias do interior nordestino: estado da arte. *In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL*, 7, 2006. *Boletim*, São Pedro, SBG, p. 66.
- Hessel, M.H. & Freitas, F.I. 2009. A 'polibacia' do Araripe. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 23, 2009. *Resumos*, Fortaleza, SBG, CD-Rom.
- Leal, A.S. 1963. Geologia da região meridional de Serra Branca-Ipubi, Pernambuco. *Boletim de Geologia*, 3:40-42.
- Leite, W.A. 1963. Geologia da folha norte de Rancharia, Pernambuco. *Boletim de Geologia*, 3:58-60.
- Lima, F.G.; Hessel, M.H.; Nogueira Neto, J.A. & Carvalho, G.K.R. 2010. Gastrópodos eocretáceos em pequenas bacias do interior do nordeste do Brasil. *In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGÍA*, 7, 2010. *Resúmenes*, La Plata, Museo de La Plata, p. 178.
- Lima, M.R. 1983. Paleoclimatic reconstruction of the Brazilian Cretaceous base on palynological data. *Revista Brasileira de Geociências*, 13:223-228.
- Lima, M.R. 1990. Estudo palinológico de sedimentos da Bacia de Icó, Cretáceo do Estado do Ceará, Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências*, 21:35-43.
- Lima, M.R. & Coelho, M.P.C.A. 1987. Estudo palinológico da sondagem estratigráfica de Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências*, 18:67-83.
- Lima Filho, F.P.; Córdoba, V.C.; Lehugeur, L.G.O. & Caldas, E.B. 1995. Litofaciologia e sistemas deposicionais da Bacia de Padre Marcos, Piauí. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 16, 1995. *Boletim*, Recife, SBG, p. 262-266.
- Lima Filho, M. 1992. Bacia do Rio do Peixe, PB: um exemplo de bacia transtensional. *In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCEAS BRASILEIRAS*, 2, 1992. *Boletim*, Rio Claro, UNESP, p. 93-94.
- Lins, F.A.P.L. 1987. *Geofísica aplicada ao estudo do arcabouço tectônico das bacias sedimentares entre as bacias Potiguar e Rio do Peixe*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Msc. Thesis, 74p.
- Mabesoone, J.M. & Campanha, V.A. 1974. Caracterização estratigráfica dos grupos Rio do Peixe e Iguatu. *Estudos Sedimentológicos UFRN*, 3/4:22-41.
- Mabesoone, J.M., Viana, M.S.S. & Neumann, V.H. 2000. Late Jurassic to Mid-Cretaceous lacustrine sequences in the Araripe-Potiguar depression of Northeastern Brazil. *AAPG Studies in Geology*, 46:197-208.
- Machado, D.M.C. & Cassab, R.C.T. 1997. Ocorrência de gastrópodes na Bacia de Padre Marcos (Cretáceo Inferior), NE do Brasil. *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE*, 2, 1997. *Boletim de Resumos*, Crato, URCA, p. 26-32.
- Machado Junior, D.L.; Dehira, L.K.; Carneiro, C.D.R. & Almeida, F.F.M. 1990. Reconstruções

- paleoambientais do Juro-Cretáceo no nordeste oriental brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, **19**:470-485.
- Maisey, J.G. 1991. Santana fossils: An illustrated atlas. Neptune City, Tropical Fish Hobbyist, 459p.
- Maisey, J.G. & Carvalho, M.G.P. 1995. First records of fossil sergestid decapods and fossil brachyuran crab larvae (Arthropoda, Crustacea), with remarks on some supposed palaemonid fossils, from the Santana Formation (Aptian-Albian, NE Brazil). *American Museum Novitates*, **3132**:1-17.
- Maikarkin, V.N. & Menon, F. 2007. First record of fossil 'rapismatid-like' Ithonidae (Insecta, Neuroptera) from the Lower Cretaceous Crato Formation of Brazil. *Cretaceous Research*, **28**:743-753.
- Manso, C.L.C. & Hessel, M.H. 2007. Revisão de *Pygidiolampas araripensis* (Beurlen, 1966), (Echinodermata Cassiduloida) da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Geociências*, **26**:271-277.
- Manso, C.L.C. & Hessel, M.H. 2012. Novos equinóides (Echinodermata, Echinoidea) do Albiano da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **42**:187-197.
- Martill, D.M., Bechly, G. & Heads, S.W. 2007. Species list for the Crato Formation. In: D.M. Martill; G. Bechly & R.F. Loveridge (eds.) *The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 582-607.
- Martins Neto, R.G. 1987. Primeiro registro de decápode na Formação Santana, Bacia do Araripe (Cretáceo Inferior), nordeste do Brasil. *Ciência & Cultura*, **39**:406-410.
- Martins Neto, R.G. 2001b. Primeiro registro de Trichoptera (Insecta) na Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil, com descrição de sete novos táxons. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990/2, 1997. *Comunicações*, Crato, DNPM/URCA/SBP: 41, p. 212-226 e 259-263.
- Martins Neto, R.G. & Caldas, E.B. 1990b. Efêmeras escavadoras (Insecta, Ephemeroptera, Ephemeroidea) na Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil: descrição de três novos gêneros e três novas espécies (ninfas). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990. *Atas*, Crato, DNPM/SBP/SBG, p. 265-275.
- Martins Neto, R.G.; Ribeiro Junior, C. & Prezoto, F. 2006. New fossils (Isoptera, Hodotermitidae), from the Santana Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin, Northeast Brazil), with descriptions of new taxa including a new subfamily. *Sociobiology*, **47**:125-134.
- Masters, J.C.; De Wit, M.J. & Asher, R.J. 2006. Reconciling the origins of África, Índia and Madagascar with vertebrate dispersal scenarios. *Folia Primatologica, Liverpool*, **77**:399-418.
- Matos, R.M.D. 1987. Sistema de rifts cretáceos do nordeste brasileiro. In: SEMINÁRIO DE TECTÔNICA DA PETROBRAS, 1, 1987. *Anais*, Rio de Janeiro, Petrobras, p. 126-159.
- Maury, C.J. 1934. Fossil invertebrata from Northeastern Brazil. *Bulletin of American Museum of Natural History*, **67**:123-179.
- Medeiros, L.K.C.; Antunes, A.F.; Sousa, D.C. & Sá, E.F.J. 2007a. Arcabouço estrutural da Bacia de Coronel João Pessoa (extremo oeste do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 11, 2007. *Anais*, Natal, SBG, p. 64-65.
- Medeiros, L.K.C., Sousa, D.C., Antunes, A.F. & Sá, E.F.J. 2007b. Litoestratigrafia da Bacia de Coronel João Pessoa (extremo oeste do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22, 2007. *Resumos*, Natal, SBG, p. 83.
- Medeiros Neto, F.A. 1981. Nota preliminar sobre a ocorrência de uma bacia sedimentar (Bacia do Rio Nazaré) no extremo oeste do Estado do Rio Grande do Norte. *Boletim de Departamento de Geologia*, **2**:38.
- Medeiros Neto, F.A. 1982. A Bacia do Rio Nazaré. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982. *Resumos e Breves Comunicações*, Salvador, SBG, p. 46.
- Melo, F.H.V.; Sales, M.A.F. & Monteiro, F.A.C. 2009. Os fósseis da Bacia de Padre Marcos do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). In: PALEO-NE 2009, 2009. *Resumos*, Crato, SBP, p. 17.
- Melo, P.G., 1964. Geologia da faixa de Igaroi, Icó, Ceará. *Arquivos de Geologia*, **5**:57-78.
- Melo, T.V.N.; Silva, F.C.A. & Araujo Netto, J.M. 2008. Desenvolvimento de bandas de deformação em arenitos porosos das bacias de Betânia e Mirandiba, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44, 2008. *Anais*, Curitiba, SBG, p. 116.
- Mendonça Filho, J.G.; Azevedo, D.A. & Carvalho, I.S. 2006. Contexto geológico e aspectos geoquímicos da ocorrência de hidrocarbonetos na Bacia de Sousa (Cretáceo Inferior), nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7, 2006. *Boletim*, Serra Negra, UNESP, p. 84.
- Moraes, L.J. 1944. Sobre uma coleção de fósseis do nordeste do Brasil. *Boletim da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, **4**:1-6.



- Nel, A. & Paicheler, J.C. 1992. Les Heteroptera aquatiques fossils, état actuel de connaissances (Heteroptera, Nopomorpha et Gerromorpha). *Entomologica Gallica, Tremblay-les-Gonnesse*, **3**:159-182.
- Neumann, V.H. & Cabrera, L. 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, noreste de Brasil. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 5, 1999. *Boletim*, Serra Negra, UNESP, p. 279-285.
- Neves, B.B.B. 1963. Geologia do Espírito Santo, PE, SSW da chapada do Araripe. *Boletim de Geologia*, **3**:43-45.
- Nóbrega, M.A. 2004. *Evolução estrutural e termocronológica meso-cenozoica da zona de cisalhamento Portalegre, nordeste do Brasil*. Programa em Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, M.Sc.thesis, 89p.
- Nóbrega, M.A.; Bezerra, F.H.R.; Sá, J.M. & Ferreira, T.S. 2001. Caracterização geológico-estrutural da Bacia de Gangorra, Umarizal (RN). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS*, 1, 2001. *Resumos*, Natal, UFRN, p. 50.
- Petta, R.A. & Barbosa, R.V.N. 2003. Tectônica e vulcanismo meso-cenozoico na Bacia de Boa Vista (PB). *Revista de Geologia*, **16**:135-142.
- Ponte, F.C. 1994a. Extensão paleogeográfica da Bacia do Araripe no Mesocretáceo. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 3, 1994. *Boletim de Resumos*, Rio Claro, UNESP, p. 131-135.
- Ponte, F.C. 1994b. A posição estratigráfica do grupo Lavras da Mangabeira, interior do Ceará. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 3, 1994. *Boletim de Resumos*, Rio Claro, UNESP, p. 147-151.
- Ponte, F.C.; Dino, R.; Arai, M. & Telles Junior, A.C.S. 1990. Estratigrafia comparada das bacias sedimentares mesozoicas do interior do nordeste do Brasil: uma síntese. *In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS*, 1, 1990. *Boletim de Resumos*, Rio Claro, UNESP, p. 70-73.
- Ponte, F.C.; Hashimoto, A.T. & Dino, R. 1991. Geologia das bacias sedimentares mesozoicas do interior do nordeste do Brasil. Petrobras/CENPES, Rio de Janeiro, 88 p. (Relatório Interno).
- Ponte Filho, F.C. 1994. Sistemas deposicionais nas bacias sedimentares do Iguatu, Estado do Ceará. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 3, 1994. *Boletim*, Rio Claro, UNESP, p. 141-146.
- Ponte Filho, F.C. 1996. *Análise estratigráfica e estrutural das bacias do Iguatu, Estado do Ceará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 192 p.
- Roesner, E.H.; Farias, P.C.R.; Souza, Z.S.; Maizatto, J.R.; Lana, C.C. & Dias, L.G.S. 2004. Sedimentos terciários da Bacia de Boa Vista (PB): radiometria vs. palinologia. *In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS*, 11, 2004. *Boletim de Resumos*, Gramado, UFRGS & UNISINOS, p. 124.
- Ruf, M.L.; Goodwyn, P.P. & Martins Neto, R.G. 2005. New Heteroptera (Insecta) from the Santana Formation, Lower Cretaceous (northeastern Brazil), with description of a new family and new taxa of Naucoridae and Gelastocoridae. *Gaea*, **1**:68-74.
- Sá, E.F.J.; Silva, F.C.A.; Aquino, M.M.; Melo, T.V.N.; Santos, T.A.; Córdoba, V.C.; Sousa, D.C. & Lins, F.A.P.L. 2007a. Relações tectono-estratigráficas entre os grábens de Iguatu e Malhada Vermelha, NE do Brasil. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 22, 2007. *Resumos*, Natal, SBG, 226.
- Sá, E.F.J.; Lins, F.A.P.L.; Sousa, A.A.T. & Barbalho, F.F. 2007b. Os grábens de Lavras da Mangabeira, SE do Ceará: rifte juro-triássico ou remanescentes de sequências pré-rifte? *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 22, 2007. *Resumos*, Natal, SBG, p. 225.
- Sá, E.F.J.; Córdoba, V.C.; Sousa, D.C.; Scherer, C.M.S.; Sousa, A.A.T.; Silva, W.M.V.; Aquino, M.M.; Silva, F.C.A. & Lins, F.A.P.L. 2007c. Arcabouço estrutural e estratigráfico do semi-graben de Lima Campos, SE do Ceará: exemplo de depocentro rifte neocomiano. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 22, 2007. *Resumos*, Natal, SBG, p. 213.
- Sales, A.M.F.; Simões, M.G. & Ghilardi, R.P. 2001. Ocorrência de Mytilidae (Bivalvia, Mollusca) nos calcários superiores do Membro Romualdo (Formação Santana, Albiano, Bacia do Araripe): implicações paleoecológicas e paleogeográficas. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 19, 2001. *Resumos*, Natal, SBG, p. 18-19.
- Sales, A.M.F., Simões, M.G. & Andrade, J.A.F.G. 2003. Concentração coquinóide de macroinvertebrados fósseis (moluscos) da Formação Santana (Cretáceo), região de Araripe, SW da Bacia do Araripe. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 18, 2003. *Boletim de Resumos*, Brasília, SBP, p. 248-249.
- Santos, M.E.C.M. 1982. Ambiente deposicional da Formação Santana, chapada do Araripe (PE/PI/CE). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, 1982. *Anais*, Salvador, SBG, v. 4, p. 1413-1426.
- Santos, T.A.; Oliveira, F.J.S.; Antunes, A.F. & Silva, B.L.V. 2008. Modelagem analógica e digital de

- falhamentos distensionais e estruturas associadas aplicada à Bacia do Rio do Peixe (nordeste do Brasil). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 44, 2008. *Anais*, Curitiba, SBG, p. 125.
- Schweigert, G.; Martill, D.M. & Williams, M. 2007. Crustacea of the Crato Formation. *In: D.M. Martill; G. Bechly & R.F. Loveridge (eds.) The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 133-141.
- Silva, M.D. 1976. Ostracodes não-marinhos da Formação Santana (Cretáceo Inferior) do Grupo Araripe, nordeste do Brasil. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Livre Docência, 326 p.
- Silva, M.D. 1979. Contribuição dos ostracodes para a paleoecologia e paleogeografia da Formação Santana (Grupo Araripe, Cretáceo Inferior, nordeste do Brasil). *Estudos Geológicos*, 3:97-107.
- Srivastava, N.K. 1990. Aspectos geológicos e sedimentológicos das bacias de Iguatu, Lima Campos e Malhada Vermelha (Ceará). *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE*, 1, 1990. *Atas*, Crato, URCA, p. 209-222.
- Srivastava, N.K. & Carvalho, I.S. 2007. Bacia de Rio Bastões (Cretáceo Inferior), nordeste do Brasil: geologia e paleontologia. *In: I.S. Carvalho et al. (eds.) Cenários da vida*, Interciência, p. 481-487.
- Srivastava, N.K.; Lima, M.S.; Nogueira, A.M.B.; Martins, G. & Pereira, M.A.F. 1989. Geologia e estratigrafia das bacias de Pau dos Ferros e do Rio Nazaré (Rio Grande do Norte). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 13, 1989. *Atas*, Fortaleza, SBG, p. 157-161.
- Srivastava, N.K. & Cavalcante, J.C. 2001. Bacia de Sitiá (Ceará): uma reavaliação. *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE*, 2, 2001. *Comunicações*, Crato, DNPM/URCA/SBP, p. 118-125.
- Staniczek, A.H. 2007. Ephemeroptera: Mayflies. *In: D.M. Martill; G. Bechly & R.F. Loveridge (eds.) The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 163-183.
- Tinoco, I.M. & Katoo, I. 1975. Conchostráceos da Formação Sousa, Bacia do Rio do Peixe, Estado da Paraíba. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 7, 1975. *Atas*, Fortaleza, SBG, p. 135-147.
- Tinoco, I.M. & Mabesoone, J.M. 1975. Observações paleoecológicas sobre as bacias mesozoicas de Iguatu, Rio do Peixe e intermediárias. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 7, 1975. *Atas*, Fortaleza, SBG, p. 95-107.
- Vasconcelos, E.C. 1998. Estudo faciológico da Formação Sousa (Grupo Rio do Peixe, PB). Departamento de Geologia da UFPE, p. 100-101. (Publicação Especial 3).
- Viana, M.S.S. 1990. Localidades e conteúdo fossilífero da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36, 1990. *Anais*, Natal, SBG, 1:476-489.
- Viana, M.S.S. & Agostinho, S. 1998. Shrimps of Romualdo Member of Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin). Departamento de Geologia da UFPE, 39 p. (Publicação Especial 4).
- Willmann, R. 2007. Persisting-type stem-group Ephemeroptera. *In: D.M. Martill, G. Bechly & R.F. Loveridge (eds.) The Crato fossil beds of Brazil*, Cambridge University, p. 154-162.
- Zamboni, J.C. 2001. Contribution to the knowledge of the aquatic paleoentomofauna from Santana Formation (Araripe Basin, Lower Cretaceous, Northeast Brazil) with description of new taxa. *Acta Geologica Leopoldensia*, 24:129-135.
- Zherikhin, V.V. & Gratshev, V.G. 2004. Fossil curculionoid beetles (Coleoptera, Curculionoidea) from the Lower Cretaceous of northeastern Brazil. *Paleontological Journal*, 38:528-537.

# O REGISTRO PALEONTOLÓGICO DE MACROINVERTEBRADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Hugo Schmidt-Neto  
João Henrique Dobler Lima

*“A vida é o produto de um passado contingente, não o resultado inevitável e previsível de leis simples, atemporais, da natureza.”*  
Stephen Jay Gould, em “O Sorriso do Flamingo”

**ABSTRACT – THE PALEONTOLOGICAL RECORD OF MACROINVERTEBRATES OF SOUTHERN BRAZIL.**

The main works in macroinvertebrates paleontology conducted in southern Brazil include samples of Porifera, cnidarians, mollusks, crustaceans, insects, trilobites, brachiopods and echinoderms. Initially, the material of all these groups was subjected only to taxonomic or systematic treatment, then going to be really interpreted only in recent decades. Currently, Porifera, cnidarians and trilobites has been used in taphonomic studies, while mollusks, brachiopods and echinoderms have been useful to paleoecological and paleoenvironmental inferences. In turn, crustaceans and insects have taken important role in chronostratigraphic and paleogeographic discussions. The most impressive records are mollusks recorded throughout the southern Brazil, brachiopods and trilobites from the Devonian of Paraná State and insects from the Carboniferous and Permian of the Rio Grande do Sul State.

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho serão abordadas as principais pesquisas em paleontologia de invertebrados realizadas na região Sul do Brasil e publicadas a partir do início do século XX. Seguindo o escopo da obra no qual se insere, este capítulo abrange apenas os registros

fossilíferos cujas dimensões permitem identificação macroscópica das espécies preservadas. Ainda que sob essa restrição, depósitos sedimentares aflorantes na região Sul abrigam exemplares fossilizados dos principais filos que atendem ao critério adotado, quais sejam poríferos, cnidários, moluscos, artrópodes (crustáceos, insetos e trilobitas), braquiópodes e equinodermos.

De fato, estes grupos foram objeto de trabalho de muitos paleontólogos durante a maior parte ou mesmo toda sua vida acadêmica. Assim, a literatura que exprime o estado do conhecimento sobre invertebrados fósseis da região Sul foi selecionada de modo a evitar, na medida do possível, obras de difícil acesso, como teses e dissertações, além de trabalhos nos quais o local de coleta dos espécimes não foi indicado. À luz das publicações que se considerou de maior relevância para uma visão geral do assunto abordado, o texto está estruturado de forma a dedicar tratamento específico aos táxons supramencionados e, em cada um deles, optou-se por organizar o conteúdo com base no estado de origem dos registros fossilíferos.

## PORÍFEROS

Apesar de existirem desde o final do Neoproterozoico, os poríferos deixaram um registro fossilífero pouco expressivo dentro dos limites do Sul do Brasil. Suas ocorrências se fazem na maior parte

das vezes pela preservação das espículas, ocorrendo raros registros corpóreos (Mouro & Fernandes, 2011). Espículas de poríferos da ordem Monactinellida foram registradas por Pinto (1949) em depósitos do Permiano Superior do Rio Grande do Sul. Um trabalho tafonômico foi realizado por Mouro *et al.* (2011), estudando corpos de poríferos completos, incompletos e espículas da Formação Rio do Sul (Carbonífero) preservados em um afloramento do município de Mafra, Santa Catarina.

## CNIDÁRIOS

Todos os registros deste grupo para o sul do país foram coletados no Paraná, em sedimentos de idade devoniana. Clarke (1913) descreveu três espécies, das quais uma foi colocada em sinonímia com *Mesoconularia africana* e outra com *Plectoconularia quichua* por Lange (1954). Leme *et al.* (2004) revisaram a fauna de conulários do Membro Jaguariaíva (basal) da Formação Ponta Grossa, descrevendo e emendando a diagnose das espécies *Conularia quichua* e *Paraconularia africana*, o que foi possível por estarem preservadas feições diagnósticas – morfologia interna da teca – nestes espécimes. Bosetti *et al.* (2011) identificaram exemplares de *C. quichua* e *P. ulrichana* em um afloramento da Formação São Domingos, sobreposta à Formação Ponta Grossa.

Além da taxonomia, foram realizados diversos estudos com foco na tafonomia dos conularídeos do Paraná na última década (*e.g.* Simões *et al.*, 2000; Rodrigues *et al.*, 2003, 2006; Bosetti *et al.*, 2011). Depende-se destes trabalhos que a análise tafonômica é essencial para a compreensão da paleobiologia do grupo e, por consequência, para o delineamento de inferências paleoecológicas e paleoambientais mais seguras. Leme *et al.* (2008) discutiram acerca dos pontos de vista que devem ser capazes de solucionar os problemas que persistem no estudo paleontológico de cnidários em pesquisas futuras.

## MOLUSCOS

O marco inicial dos estudos paleontológicos com invertebrados fósseis na região Sul se traduz nas pesquisas desenvolvidas com moluscos, um grupo com grande potencial de fossilização na forma de registros corpóreos ou moldes. A paleontologia deste grupo em depósitos do Paleozoico no Sul do Brasil apresenta dados fascinantes e intrigantes.

Nos depósitos do Paleozoico Superior da Bacia do Paraná (Carbonífero e Permiano) espécies da família Aviculopectinidea receberam atenção dos pesquisadores por marcarem períodos de mares interglaciais e pós-glaciais com grande variação de

salinidade. O grupo foi registrado no Rio Grande do Sul (Martins, 1951; Schmidt Neto, 2010), Santa Catarina (Rocha-Campos, 1970) e Paraná (Lange, 1952; Beurlen, 1954).

Ao analisar a coleção de fósseis provenientes do afloramento Cambaí Grande (Permiano Inferior do Rio Grande do Sul) depositados na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Simões (2000) apontou que a malacofauna era mais diversificada do que se supunha, mencionando que deveria ser investigada, com abordagem paleontológica atualizada, a possível presença dos gêneros *Schizodus* e *Permophorus*. Com efeito, trabalhos sobre a ampliação da diagnose e os primeiros ensaios tafonômicos com *Aviculopecten cambaíensis* (Figura 1A) foram apresentados por Schmidt Neto (2010), que promoveu ainda a descrição de cinco novos gêneros para os espécimes mencionados por Simões (2000).

No Rio Grande do Sul, uma assembleia de invertebrados marinhos descoberta por Dolianiti (1945) em depósitos do Permiano Superior recebeu tratamento taxonômico por outros autores (Martins, 1948; Pinto, 1949; Martins & Sena Sobrinho, 1950), que observaram a presença de bivalves do gênero *Aviculopecten*. Segundo Schmidt Neto (2010), este elemento está associado a uma fauna permocarbonífera composta por gêneros gondwânicos (*e.g.* *Oriocrassatella* sp.) característicos de águas frias, e tetianos (*Wilkingia* sp. e *Septimyalina* sp.), que representam ambientes de águas com temperaturas mais elevadas.

De fato, o maior volume de estudos sobre moluscos na região Sul se apoia sobre os depósitos das formações Palermo e Teresina (Permiano Superior) no Rio Grande do Sul. Em depósitos da Formação Palermo são apresentadas por Simões (1992) as implicações na evolução da fauna neopaleozoica da Bacia do Paraná. A assembleia deste estudo é representada por organismos que colonizaram mares rasos e deltas de mares epicontinentais durante o Neopaleozoico do Gondwana. Os táxons preservados contemplam três famílias: Megadesmidae (quatro gêneros), Edmondiidae (gênero *Edmondia*?) e Permophoridae (gênero *Stutchburia*, Tabela 1), sendo esta última a única representante da infauna, já que as demais são da epifauna bentônica. Klein (1997) descreveu nos depósitos da Formação Teresina (Permiano Superior) uma fauna suspensívora constituída por escavadores rasos e gêneros da semi-infauna bissada (Tabela 1), registrados em depósitos de tempestito distal, conforme apontado após estudos tafonômicos (Klein & Simões, 1998; Klein *et al.*, 1999).

Lopes & Buchmann (2008) e Lopes & Simone (2012) dedicaram esforços ao estudo do conteúdo paleontológico do Quaternário da planície costeira do Rio Grande do Sul. O primeiro apresenta um estudo focado



nas concentrações fossilíferas classificadas como *shellbeds*, com resultados acerca do tamanho dos bioclastos, sua identificação taxonômica, identificação dos sinais bioerosivos, graus de abrasão, fragmentação e mistura temporal. O segundo trabalho apóia sua importância na primeira descrição dos gastrópodes *Diodora patagonica*, *Zidona dufresnei*, *Olivancillaria carcellesi*, *Lamniconus lemniscatus carcellesi* e do molusco bivalve *Arcinella brasiliense*. Outros apontamentos importantes são as interpretações feitas acerca da dinâmica deposicional que gerou estes depósitos e ao fato de que quase todas as espécies identificadas são encontradas vivendo atualmente na costa do estado do Rio Grande do Sul (Lopes & Simone, 2012).

Reed (1930) produziu uma monografia descrevendo taxonomicamente os moluscos coletados na cidade de Taió (SC), apontando suas semelhanças com as faunas australianas e sua importância como uma fauna ímpar dentro do registro gondwânico da América do Sul. Duas décadas após conjecturar para esta assembleia um caráter semelhante ao de uma malacofauna da Austrália, Kegel & Costa (1951) realizaram um trabalho com foco específico trazendo a primeira revisão taxonômica dos aviculopectinídeos de Taió, propondo o novo gênero *Heteropecten* e dividindo os exemplares em quatro espécies.

De acordo com Rocha-Campos (1970), em Santa Catarina ocorre uma malacofauna supostamente contemporânea à do Rio Grande do Sul em conjunto com uma assembleia mais diversificada, composta de elementos tipicamente marinhos. Nestes depósitos, os aviculopectinídeos são representados pela espécie *Heteropecten catharinae* (Figura 1B), além de ser registrada por Yochelson & Rocha-Campos (1966) a presença de um gastrópode do gênero *Warthia* (Figura 1J). Outro gênero que ocorre nesta fauna é *Australomya* (Figura 1L), um bivalvío megadesmídeo comum nas assembleias do Permiano da Austrália (Rocha-Campos & Simões,

1993). Estas descobertas impulsionaram a elaboração de estudos paleoecológicos com a malacofauna do Permiano de Santa Catarina (e.g. Rocha-Campos & Rösler, 1978; Rocha-Campos & Simões, 1993).

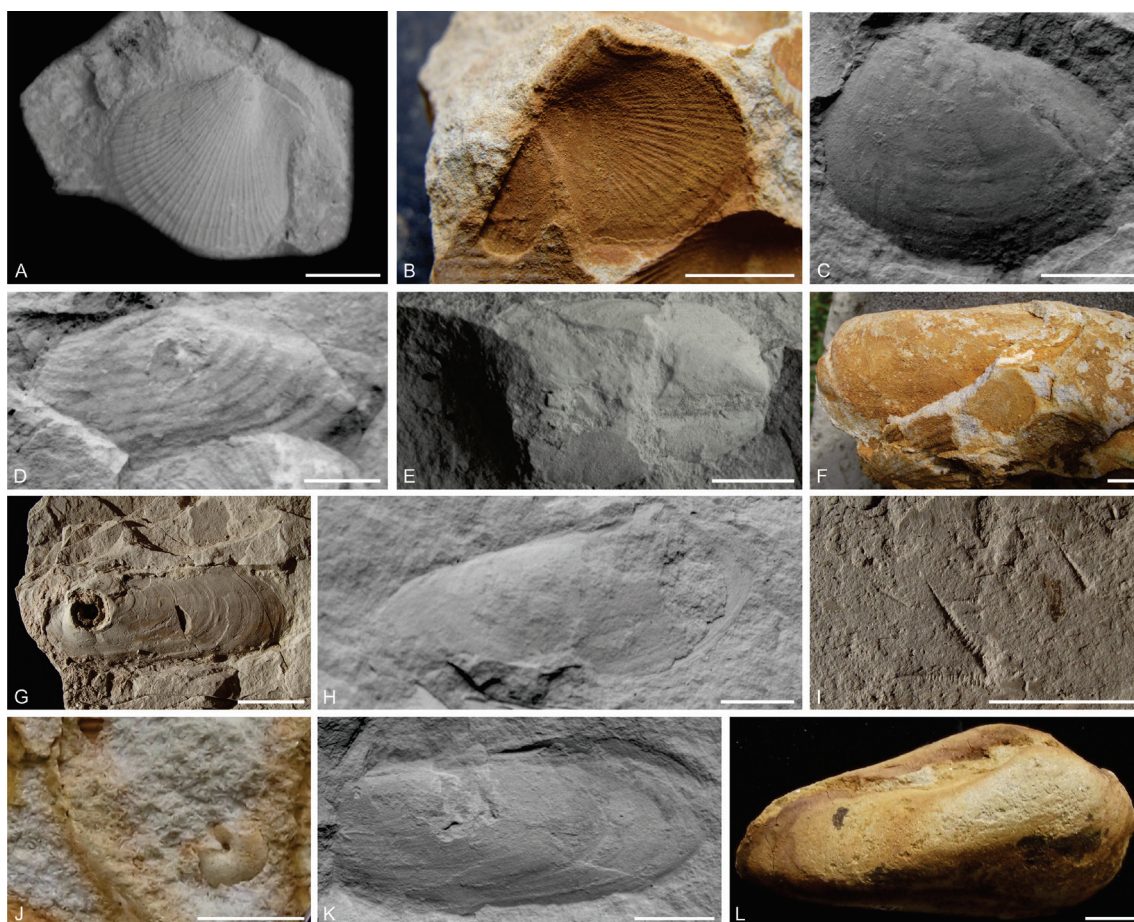
Apesar de muitos pesquisadores perceberem semelhanças entre as faunas permocarboníferas do Sul do Brasil com a Fauna de *Eurydesma* do Permiano Inferior da Austrália, sua correlação ainda não foi confirmada. Entretanto, os gêneros *Schizodus*, *Septimyalina*, *Oriocrassatella* e *Stutchburia* (Figuras 1C-E, H) são de comum ocorrência nas porções mais austrais do Brasil e correspondem a uma pequena parte da Fauna de *Eurydesma* (Beurlen, 1954; Schmidt Neto, 2010).

Na primeira metade do século passado, os estudos com a paleofauna de moluscos do Paraná foram conduzidos essencialmente sob o ponto de vista taxonômico. Alguns destes trabalhos se revestem de maior impacto, por que melhor subsidiaram pesquisas futuras, e foram compilados por Lange (1954). Clarke (1913) descreveu duas espécies de cefalópodes, seis de gastrópodes e 24 de bivalves do Devoniano da Formação Ponta Grossa, além de invertebrados de outros filos, tecendo conclusões de caráter paleoecológico e paleoambiental. Uma nova espécie de bivalvío e uma nova espécie de gastrópode foram descritas por Lange (1943) para a Formação Ponta Grossa.

Merece destaque outros estudos com espécies inéditas no registro do Paraná e importantes revisões sistemáticas de bivalves (Morsch, 1986; Kotzian, 1995; Simões & Rohn, 1997), gastrópodes (Kotzian & Marchioro, 1997; Marchioro *et al.*, 1998) e tentaculídeos (Ciguel, 1989; Azevedo-Soares, 1999). Recentemente, Bosetti *et al.* (2011) apontaram que depósitos do Devoniano Médio do estado contêm uma singular fauna de invertebrados de fenótipos subnormais, devido a um fenômeno

**Tabela 1.** Malacofauna permiana do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIA	LOCALIDADE	LITOESTRATIGRAFIA	GÊNERO
Martins (1951)	Vila Nova do Sul	Formação Rio Bonito	<i>Aviculopecten</i>
Simões (1992)	São Sepé	Formação Palermo	<i>Astartila</i>
			<i>Megadesmus?</i>
			<i>Myonia</i>
			<i>Pyramus</i>
			<i>Edmondia?</i>
			<i>Stutchburia</i>
			<i>Pinzonella</i>
Klein (1997)	São Gabriel	Formação Teresina	<i>Terraia</i>
			<i>Jacquesia</i>
			<i>Naiadopsis?</i>
			<i>Tambajuba</i>



**Figura 1.** Malacofauna fóssil da região Sul do Brasil. **A**, *Aviculopecten cambahyensis*; **B**, *Heteropecten catharinae*; **C**, *Schizodus* sp.; **D**, *Oriocrassatella* sp.; **E**, *Septimyalina* sp.; **F**, *Cowpeerredia* sp.; **G**, *Edmondia* sp.; **H**, *Stutchburia* sp.; **I**, *Tentaculites*; **J**, *Warthia* sp.; **K**, *Wilkingia* sp.; **L**, *Australomya sinuosa*. Escalas = 10 mm.

denominado “Efeito Lilliput”. Esta fauna é pouco diversa composta de alguns sobreviventes da fauna malvinocáfrica associados a elementos exógenos descritos em diversos trabalhos (Bosetti *et al.*, 2009, 2010, 2011; Zabini *et al.*, 2010).

Ao analisar uma coleção de fósseis coletados em 31 localidades do Permiano do Paraná, Reed (1929) identificou as espécies que compunham uma abundante e outra menos variada fauna, constituídas principalmente de bivalves. Beurlen (1954) descreveu e interpretou seis faunas de bivalves de depósitos paranaenses que datam do Permiano Superior. Dois estudos essencialmente tafonômicos (Neves *et al.*, 2010, 2011) foram realizados com tempestitos conchíferos amalgamados depositados durante o Permiano Superior (Formação Teresina). No município de Prudentópolis (PR), Neves *et al.* (2010) analisaram camadas em duas pedreiras que continham conchas de bivalves desarticuladas, fragmentadas e empacotadas, tecendo conclusões de caráter peleocológico e paleoambiental. Neves *et al.* (2011)

publicaram um trabalho de metodologia semelhante com as rochas depositadas na pedreira de Rio Preto, município de Irati (PR).

## ARTRÓPODES

A macrofauna fóssil de artrópodes da região Sul é ampla e bem conhecida e trabalhos acerca dos três grupos mais representativos foram publicados seguindo uma tendência semelhante a dos trabalhos com moluscos, ou seja, o material inicialmente submetido apenas a tratamento taxonômico/sistemático passou a ser analisado sob ponto de vista interpretativo, mais precisamente geocronológico e peleobiológico.

## CRUSTÁCEOS

Na porção mais austral da Bacia do Paraná, os crustáceos são exclusivamente representados pela extinta ordem Pygocephalomorpha. Carapaças

quitinosas são as estruturas destes animais que resistem aos processos de fossilização e as características presentes nas margens destas carapaças – sulcos, espinhos, carena e olhos – são as chaves para a identificação dos espécimes (Adami-Rodrigues & Pinto, 2000). Em função do grau de preservação ou da ausência dos elementos diagnósticos, muitos exemplares coletados na região Sul (e em outras partes do mundo) não foram classificados de forma adequada. Isto tem levado a necessidade de reexaminar e reclassificar os achados, conforme sumarizado por Pinto & Adami-Rodrigues (1996).

Destacam-se os trabalhos que abrangem a paleofauna de crustáceos coletada em cinco localidades com depósitos permianos do Rio Grande do Sul e uma de Santa Catarina (Beurlen, 1953; Cunha, 1976; Adami-Rodrigues & Pinto, 2000). Alguns destes registros serviram como critério para discussões de caráter cronoestratigráfico (Pinto & Adami-Rodrigues, 1996), paleogeográfico (Adami-Rodrigues & Pinto, 2000) e paleoecológico (Adami-Rodrigues, 2001). Além disso, Mezzalana (1954) registrou dois gêneros coletados no Estado do Paraná.

## INSETOS

Segundo Pinto (2000), a asa é um elemento valioso na sistemática de insetos fósseis, pois é a estrutura com maior chance de fossilização e sua forma e nervura são os critérios utilizados na determinação

taxonômica do grupo. O autor também aponta que os insetos são excelentes marcos estratigráficos, já que desde o Carbonífero muitas espécies se extinguíram após curto período de existência.

Os registros mais antigos se concentram nos depósitos carboníferos dos estados de Santa Catarina e Paraná, que apresentam principalmente fragmentos da ordem Blattoptera (Pinto, 1990a, 1996). No município de Anitápolis (SC), em camadas do Grupo Itararé, Pinto (1990b) relatou a ocorrência de um inseto da ordem Paraplecoptera que se assemelha a formas exclusivamente carboníferas dos Estados Unidos e da Ásia.

Além dos trabalhos de cunho descritivo, que resultaram na classificação dos registros dentro das ordens que compõem a Tabela 2, Irajá Damiani Pinto e seus colaboradores conduziram discussões acerca da idade dos depósitos nos quais se deu a preservação da paleoentomofauna do Sul do Brasil (*e.g.* Pinto & Ornellas, 1978; Pinto & Purper, 1979; Pinto, 1990a, 1996).

## TRILOBITAS

Um dos grupos mais representativos do Devoniano paranaense, os trilobitas (Figura 2), é encontrado sem dificuldades nas áreas aflorantes do município de Ponta Grossa e cidades vizinhas. Clarke (1913), com 13 espécies e Kozłowski (1913), com três espécies, foram os primeiros a registrar fósseis do

**Tabela 2.** Paleoentomofauna da região Sul do Brasil.

LOCALIDADE	REFERÊNCIA	PERÍODO	ORDEM
Minas do Leão (RS)	Pinto (1972a)	Permiano	Mecoptera
	Pinto (1972a)	Permiano	Blattoptera
	Pinto & Ornellas (1980)	Permiano	Neuroptera
	Pinto & Ornellas (1981)	Permiano	Homoptera
	Pinto (1987a)	Permiano	Homoptera
	Pinto (1987b)	Permiano	Coleoptera
	Pinto (1990a)	Carbonífero	Homoptera
Passo das Tropas (RS)	Pinto (1956)	Triássico	Trichoptera
	Pinto (1956)	Triássico	Homoptera
	Pinto & Ornellas (1974)	Triássico	Blattoptera
	Pinto & Ornellas (1974)	Triássico	Coleoptera
Durasnal (RS)	Pinto & Ornellas (1978)	Carbonífero	Paraplecoptera
São Gabriel (RS)	Pinto (1972b)	Permiano	Mecoptera
Anitápolis (SC)	Pinto (1990b)	Carbonífero	Paraplecoptera
Poço Preto (SC)	Martins-Neto & Rohn (1996)	Permiano	Auchenorrhyncha
Mafra (SC)	Pinto & Sedor (2000)	Permiano	Blattoptera
Teixeira Soares (PR)	Pinto & Purper (1979)	Carbonífero	Blattoptera



grupo no estado. Recentemente, o acervo catalogado em universidades do Paraná e de São Paulo serviu como base para estudos de caráter sistemático (e.g. Carvalho & Edgecomb, 1991; Popp *et al.*, 1996; Soares *et al.*, 2008b; Simões *et al.*, 2009) e tafonômico (e.g. Ghilardi, 2004; Soares *et al.*, 2008a; Bosetti *et al.*, 2009, 2011).

No entanto, a abundância de espécimes não se reflete em diversidade taxonômica, resumindo-se a poucas espécies das famílias Calmoniidae e Homalonotidae, ambas da ordem Phacopida (Ghilardi & Simões, 2007; Soares *et al.*, 2008b). Ghilardi (2004) apontou a impossibilidade de se classificar em nível sistemático inferior a gênero os 660 espécimes de trilobitas por ele analisados, devido ao estado de conservação das amostras, enquanto Soares *et al.* (2008a) e Simões *et al.* (2009) discutiram o quanto a qualidade da preservação pode influenciar nas definições taxonômicas para o grupo.

### BRAQUIÓPODES

Os braquiópodes atingiram o máximo de sua diversidade e número de indivíduos no limite final do Devoniano, sofrendo drástica redução em diversidade com o evento de extinção ocorrido no final da Era Paleozoica. Em toda a região Sul são apresentados exemplares da família Discinidae. Martins & Sena Sobrinho (1950) comunicaram a presença de braquiópodes no RS, em depósitos do Permiano Inferior, no município de Vila Nova do Sul, sendo o grupo representado pelos gêneros *Orbiculoidea* e *Lingula*. No mesmo estado, no município de Gravataí, foi registrada a ocorrência de Discinidae associados a restos vegetais e um fragmento abdominal de um artrópode indeterminado por Dutra *et al.* (1989). No Estado de Santa Catarina, a família é representada por *Orbiculoidea itajaiensis* (Rocha-Campos, 1964), que está associado à fauna de moluscos dos arenitos de Taió, datados para a Formação Rio Bonito, do Permiano Superior (Rocha-Campos, 1964, 1967).

Quanto aos registros paranaenses, 24 espécies foram descritas por Clarke (1913) e onze por Kozłowski (1913) para o Devoniano, sendo que duas estão presentes nos dois trabalhos. Lange (1943) descreveu as novas espécies *Orbiculoidea excentrica* e *Pholidops kozłowskii*. Parte dos exemplares de Clarke (1913) foi objeto de revisão sistemática por Bosetti (1989), que adotou novos critérios de classificação para lingulídeos infaunais e propôs três novas espécies. Este mesmo gênero foi o material do estudo tafonômico realizado por Zabini *et al.* (2010). Hoje se sabe que nos depósitos devonianos do Paraná é registrada a maior diversidade do grupo para a Região Sul (Figuras 3A-D), sendo representados na literatura exemplares articulados e inarticulados (Bosetti *et al.*, 2009, 2010, 2011).



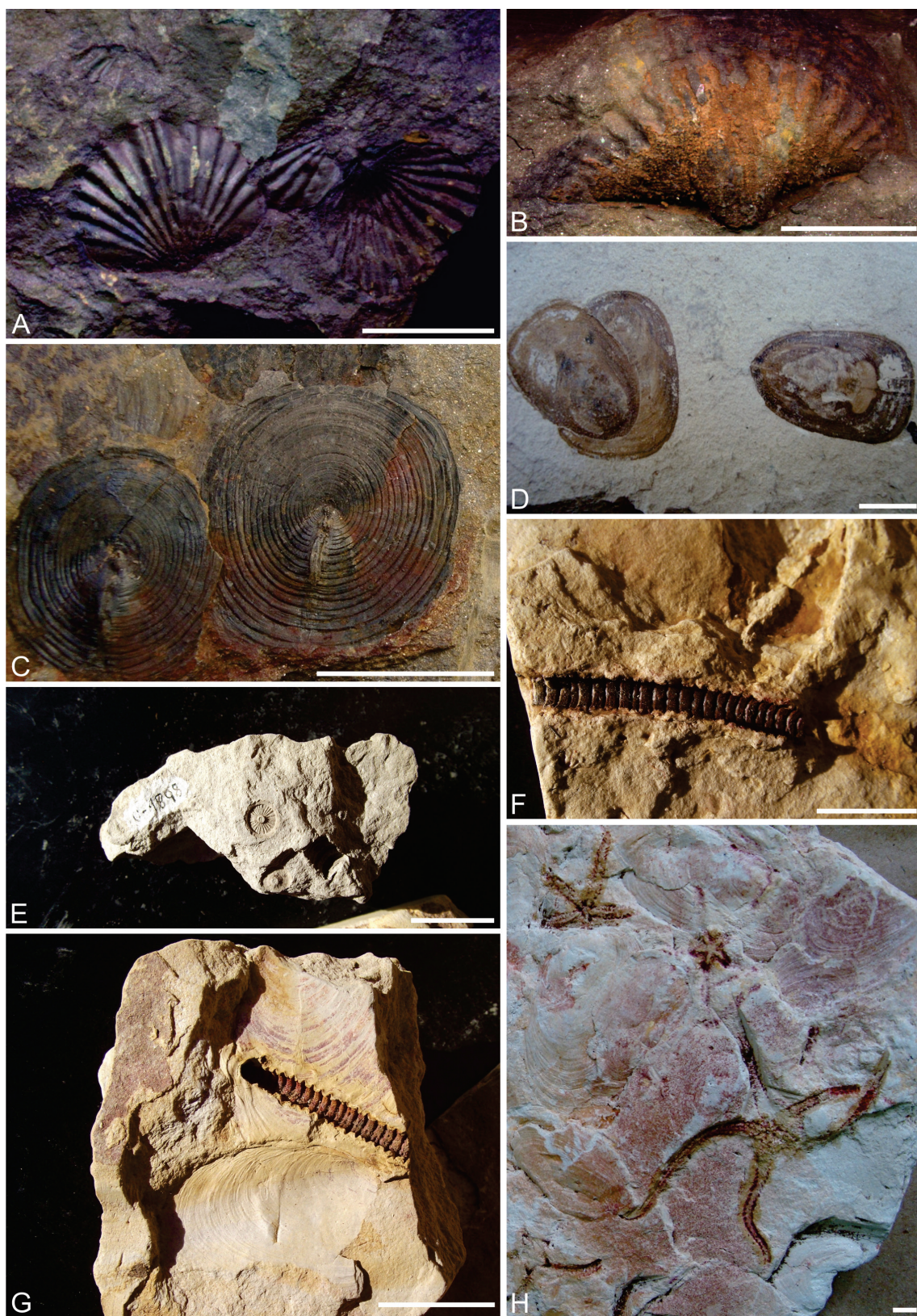
**Figura 2.** Trilobita do Devoniano do Paraná. Escala = 10 mm.

### EQUINODERMOS

Todas as classes de equinodermos encontradas no registro fossilífero do Paleozoico brasileiro estão presentes nos depósitos da Bacia do Paraná, nos estratos do Devoniano paranaense, onde podem ser observados diversos padrões morfológicos classificados em seis classes diferentes (Scheffler, 2011). A classe mais comumente encontrada são os crinoides, sendo que as partes corpóreas deste grupo com maiores chances de fossilização são as peças colunais, constituídas de pequenos a grandes fragmentos de pedúnculos. No entanto, cálices completos, incluindo braços e braquiólos também estão presentes (Scheffler & Bolzon, 2002; Scheffler, 2010).

São os registros da Formação Ponta Grossa (Devoniano) que apresentam a maior diversidade morfológica do grupo em território nacional (Figuras 3E-H). O conjunto de espécies, “paraespécies” e morfotipos dos fósseis das classes Crinoidea e Blastoidea estudados por Scheffler (2010) resultou no reconhecimento de 32 padrões morfológicos





**Figura 3.** Braquiópodes e equinodermos da região Sul do Brasil. **A**, *Australocoelia palmata*; **B**, *Australospirifer* sp.; **C**, *Orbiculoidea* sp.; **D**, *Lingula* sp.; **E**, colunar de crinoide; **F-G**, pluricolunais de crinoide; **H**) exemplar da classe Ophiuroidea. Escalas = 10 mm.



distintos na Formação Ponta Grossa. Clarke (1913) descreveu duas novas espécies da classe Asteroidea, dos quais uma é considerada atualmente um ofiuoide (Scheffler, 2011).

Petri (1948) fez o registro de crinoides e carpoides em afloramentos do Paraná, com base no material coletado pelo autor e por Frederico Waldemar Lange. Neste trabalho, são mencionados “cistoides” que Caster (1954a,b) redescreveu e classificou como duas novas espécies da classe Stylophora. Estes trabalhos representam a publicação dos primeiros carpoides descritos para a América do Sul e o segundo e terceiro de todo o hemisfério Sul.

Um estudo, conduzido em depósitos da Formação Ponta Grossa, resultou na descrição de cálices da classe Blastoidea, apresentada de forma inédita para o território nacional por Scheffler & Fernandes (2003). Scheffler & Fernandes (2007a,b) também contribuíram com a ampliação da variabilidade taxonômica dos blastoides e crinoides desta formação. Entre os espécimes descritos por Scheffler *et al.* (2010) foram identificados diversos cálices de pequenos crinoides, da família Pisocrinidae, que se mostraram valiosos para a análise dos processos evolutivos que envolveram esta e outras famílias.

Rocha-Campos (1961, 1964, 1966, 1967, 1968) descreveu nos estratos do Permiano de Santa Catarina, Formação Rio Bonito, a ocorrência de asteroides e ofiuoides que ocorrem associados à braquiópodes, moluscos bivalves e gastrópodes.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas em paleontologia de invertebrados desenvolvidas na região Sul desde o início do século passado resultaram em coleções e publicações compatíveis com os recursos humanos e materiais de cada período. De fato, o banco de dados de que se dispõe atualmente é composto pelas assembleias coletadas em áreas nas quais se supunha haver depósitos passíveis de extração comercial e nos consagrados cinturões de afloramentos mais acessíveis, alguns deles já não mais existentes, explorados à exaustão por abnegados paleontólogos movidos, sobretudo, por sua paixão pelas ciências naturais.

Desta forma, os principais registros que foram objeto de estudos sistemáticos, paleobiológicos e geocronológicos neste período são as assembleias de moluscos do Permiano dos três estados, seguidas pelos braquiópodes e trilobitas do Devoniano do Paraná (região de Ponta Grossa) e os insetos carboníferos e permianos do centro-leste do Rio Grande do Sul. Muitas destas coleções foram estudadas diversas vezes e por pesquisadores diferentes, fenômeno que acompanhou a tendência da inclusão do caráter

interpretativo nos estudos paleontológicos ao longo do tempo.

Assim, os fósseis de invertebrados da região Sul vem assumindo papel cada vez mais significativo como ferramentas de análise paleoecológica e paleoambiental, à medida que os grupos mais bem representados são, ou foram, animais de hábito bentônico e os fatores ecológicos limitantes para a vida nesse contexto ambiental impõem aos organismos uma série de exigências fisiológicas específicas. Com o uso do princípio do atualismo e abordagens mais atualizadas, como a tafonômica, tem sido possível inferir os paleoambientes deposicionais com precisão maior do que o fariam pesquisadores que tivessem apenas as rochas e suas estruturas sedimentares à disposição para análise.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a R.P.Ghilardi e S.M. Scheffler por nos terem confiado parte de uma obra revestida de tal importância para a paleontologia de invertebrados no país. Agradecemos também à R.G. Netto pela orientação durante a redação do capítulo, a E.P. Bosetti pelo acesso a parte da bibliografia consultada e pela revisão crítica da obra e a W. Matsumura pelas ilustrações da paleofauna de macroinvertebrados do Paraná.

### REFERÊNCIAS

- Adami-Rodrigues, K. 2001. A ocorrência de novos crustáceos paleozóicos e a contribuição para interpretações paleozóicas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2:130-130.
- Adami-Rodrigues, K. & Pinto, I.D. 2000. Os Crustáceos – Ordem Pygocephalomorpha. In: M. Holz & L.F. De Ros (eds.) *Paleontologia do Rio Grande do Sul*, CIGO/UFRGS, p. 141-147.
- Azevedo-Soares, H.L.C. 1999. *Classe Tentaculita na Formação Ponta Grossa: uma proposta de sistematização*. Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 132 p.
- Beurlen, K. 1953. *O gênero Paulocaris Clarke nas camadas Irati do Brasil Meridional*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, 8 p. (Notas preliminares e estudos 65).
- Beurlen, K. 1954. As faunas de lamelibrânquios do sistema gonduânico no Paraná. In: F.W. Lange (ed.) *Paleontologia do Paraná*, Comissão de Comemoração do Centenário do Paraná, p. 107-136.
- Bosetti, E.P. 1989. Revisão sistemática dos Lingulida (Brachiopoda: Inarticulata) da Formação Ponta Grossa (Devoniano) Estado do Paraná,

- Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 1, 1989. *Anais*, Curitiba, UFPR, p. 73-89.
- Bosetti, E.P.; Godoy, L.C.; Mysinski Junior, L.J.; Horodyski, R.S. & Zabini, C. 2009. Interpretação paleoambiental na sequência basal da Formação Ponta Grossa (Devoniano) do município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Terra Plural*, **3**:137-156.
- Bosetti, E.P.; Grahn, Y.; Horodyski, R.S.; Mauller, P.M.; Breuer, P. & Zabini, C. 2011. An earliest Givetian Lilliput effect in the Paraná Basin, and the collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. *Palaeontologische Zeitschrift*, **85**:49-65.
- Bosetti, E.P.; Horodyski, R.S.; Zabini, C.; Matsumura, W.M.K. & Penteado, A.C. 2010. Ocorrência de fenótipos subnormais no limite Neo-Eifeliano/Eo-Givetiano, Tibagi, Estado do Paraná: implicações tafonômicas e paleossinecológicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **5**:135-149.
- Carvalho, M.G.P. & Edgecombe, G.D. 1991. Lower-Early Devonian calmonioid trilobites from Mato Grosso, Brazil, and related species of Paraná. *American Museum Novitates*, **3022**:1-13.
- Caster, K.E. 1954a. A Devonian Placocystoid Echinoderm from Paraná, Brazil. In: F.W. Lange, (ed.) *Paleontologia do Paraná, Curitiba*, Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná, p. 137-148.
- Caster, K.E. 1954b. A new Carpodid Echinoderm from the Paraná Devonian. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **26**:123-147.
- Ciguel, J.H.G. 1989. *Bioestratigrafia dos Tentaculoidea no flanco oriental da Bacia do Paraná e sua ocorrência na América do Sul (Ordoviciano-Devoniano)*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, M.Sc. thesis, 237 p.
- Clarke, J.M. 1913. Fósseis devonianos do Paraná. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 353 p. (Monografia 1).
- Cunha, M.C.L. 1976. Contribuição à paleontologia estratigráfica do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia*, **1**:1-49.
- Dolianiti, E. 1945. Descoberta de fósseis na Formação Maricá, Estado do Rio Grande do Sul. *Mineração e Metalurgia*, **5**:110.
- Dutra, T.L.; Netto, R.G.; Nowatzki, C.H. & Andreis, R.R. 1989. Achado de braquiópodes inarticulados (Discinidae?) na região de Gravataí. Considerações estratigráficas e paleoecológicas. *Acta Geológica Leopoldensia*, **12**:61-76.
- Ghilardi, R.P. 2004. *Tafonomia comparada e paleoecologia dos macroinvertebrados (ênfase em Trilobites) da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Sub-bacia Apucarana), Estado do Paraná, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, PhD thesis, 126 p.
- Ghilardi, R.P. & Simões, M.G. 2007. History and development of trilobite research in Brazil. In: D.G. Mikulic; E. Landing & J. Kluesendorf (eds.) *Fabulous fossils – 300 years of worldwide research on trilobites*, New York State Museum, p.97-104. (Bulletin **507**).
- Kegel, W. & Costa, M.T. 1951. Espécies neopaleozóicas do Brasil, da Família Aviculopectinidae, ornamentadas com costelas fasciculadas. Divisão de Geologia e Mineralogia do Brasil, p. 1-48 (Boletim 137).
- Klein, C. 1997. *Contribuição ao estudo das concentrações fossilíferas do Grupo Passa Dois, na região de Tiaraju, RS e suas implicações paleoambientais*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, M.Sc. thesis, 153 p.
- Klein, C. & Simões, M.G. 1998. Tafonomia de pelecípodes da Formação Teresina (Permiano), Tiaraju, RS, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **70**:617-625.
- Klein, C.; Leipnitz, I.I. & Nowatzki, C.H. 1999. Fácies sedimentares e observações bioestratigráficas das concentrações fossilíferas da Formação Teresina na região de Tiaraju, RS, Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*, **49**:75-92.
- Kotzian, C.B. 1995. *Estudo sistemático e morfo-funcional de bivalves (Mollusca) das formações Vila Maria (Siluriano) e Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil: Interpretação do regime hidrodinâmico – sedimentar*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PhD thesis, 337 p.
- Kotzian, C.B. & Marchioro, A. 1997. Gastrópodes (Mollusca) devonianos da Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná). Gêneros: *Ptomatis* Clarke, 1899, *Pleurotomaria* (?) Defrance, 1826 e *Platyceras* Conrad, 1840. *Ciência e Natura*, **19**:143-185.
- Kozłowski, R. 1913. Fossiles devoniens de l'État de Paraná (Brésil). *Annales de Paleontologie*, **8**:14-19.
- Lange, F.W. 1943. Novos fósseis devonianos do Paraná. *Arquivos do Museu Paranaense*, **3**:215-232.
- Lange, F.W. 1952. Revisão da fáunula marinha do Folhelho Passinho. *Dusenja*, **3**:81-91.
- Lange, F.W. 1954. Paleontologia do Paraná. In: F.W. Lange (ed.) *Paleontologia do Paraná*, Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná, p. 1-105.
- Leme, J.M.; Rodrigues, S.C.; Simões, M.G. & Van Iten, H. 2004. Sistemática dos conulários (Cnidaria) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), do Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **7**:213-222.
- Leme, J.M.; Simões, M.G.; Rodrigues, S.C.; Van Iten, H. & Marques, A.C. 2008. Major developments in conulariid research: problems of interpretation and future perspectives. *Ameghiniana*, **45**:407-420.

- Lopes, R.P. & Buchmann, F.S.C. 2008. Comparação tafonômica entre duas concentrações fossilíferas (shell beds) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gaea*, **4**:65-77.
- Lopes, R.P. & Simone, L.R.L. 2012. New fossil records of pleistocene marine mollusks in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15**:49-56.
- Marchioro, A.; Kotzian, C.B. & Simões, R.I. 1998. Belerofontinas (Mollusca: Gastropoda?) devonianos do Estado do Paraná (Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná): gênero *Bucanella* Meek, 1871. *Ciência e Natura*, **20**:143-185.
- Martins, E.A. 1948. Fósseis marinhos na Série Maricá, Estado do Rio Grande do Sul. *Mineração e Metalurgia*, **7**:237-239.
- Martins, E.A. 1951. *Aviculopecten cambabyensis* n. sp. do permo-carbonífero do Rio Grande do Sul. *Boletim do Museu Nacional*, **13**:1-5.
- Martins, E.A. & Sena Sobrinho, M. 1950. Novos fósseis e a idade da Formação Maricá, Rio Grande do Sul. *Boletim do Museu Nacional*, p8.
- Martins Neto, R.G. & Rohn, R. 1996. Primeiro registro de inseto na Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, com descrição de novo táxon. *Geociências*, **15**:243-251.
- Mezzalana, S. 1954. Novas ocorrências de crustáceos fósseis da Formação Irati do sul do Brasil. In: F.W. Lange (ed.) *Paleontologia do Paraná*, Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná, p. 165-173.
- Morsch, S.M. 1986. Bivalves (Mollusca) na Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná-Devoniano): Revisão Sistemática. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **58**:403-431.
- Mouro, L.D.; Fernandes, A.C.S. 2011. Poríferos e cnidários fósseis do Brasil: histórico das pesquisas. In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava; O. Strohschoen Jr. & C.C. Lana. (orgs.). *Paleontologia: Cenários de Vida*, Interciência, v. 4, p.315-326.
- Mouro, L.D.; Dias, E.V.; Fernandes, A.C.S.; Rogério, D.W.; Waichel, B.L. & Guimarães, A.T.B. 2011. Nova abordagem sobre as classes tafonômicas dos poríferos do afloramento Campáleo, Folhelho Lontras, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22, 2011. *Atas*, Natal, SBP, p. 476-478.
- Neves, J.P.; Rohn, R. & Simões, M.G. 2010. *Tafonomia de bivalves em calcários oolíticos da Formação Teresina (Bacia do Paraná, Permiano Médio, Prudentópolis, PR)*. Geologia da Universidade de São Paulo, p.19-36. (Série Científica 10).
- Neves, J.P.; Rohn, R. & Simões, M.G. 2011. Tafonomia de tempestitos conchíferos amalgamados da Formação Teresina em Rio Preto (Estado do Paraná, Permiano Médio, Bacia do Paraná) e suas implicações paleoambientais. Geologia da Universidade de São Paulo, p. 131-147 (Série Científica 11).
- Petri, S. 1948. *Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense*. Divisão de Geologia e Mineralogia do Brasil, 125 p. (Boletim 129).
- Pinto, I.D. 1949. *Contribuição ao Reconhecimento de Novos Fósseis na Formação Maricá (Afloramento Budó)*. Faculdade de Filosofia, **2**:1-6.
- Pinto, I.D. 1956. Artrópodos da Formação Santa Maria (Triássico Superior) do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **5**:76-87.
- Pinto, I.D. 1972a. Permian insects from the Paraná Basin, South Brazil. I – Mecoptera. *Revista Brasileira de Geociências*, **2**:105-116.
- Pinto, I.D. 1972b. Late Paleozoic Insects and Crustaceans from the Paraná Basin, and their bearing on chronology and Continental Drift. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **44**:248-254.
- Pinto, I.D. 1987a. Permian insects from Paraná Basin, South Brazil. IV – Homoptera. 2 – Cicadidea. *Pesquisas*, **19**:13-22.
- Pinto, I.D. 1987b. Permian insects from Paraná Basin, South Brazil. V – Coleoptera. *Pesquisas*, **19**:5-12.
- Pinto, I.D. 1990a. Permian insects from Paraná Basin, South Brazil. VI – Homoptera. 3 – Fulgoringruidae. *Pesquisas*, **17**:3-6.
- Pinto, I.D. 1990b. A new Upper Carboniferous Paraplecopteran Insect from South Brazil. *Pesquisas*, **17**:7-10.
- Pinto, I.D. 1996. Paleobotanical and paleozoological age divergences in South American strata. *Pesquisas*, **22**(2):46-52.
- Pinto, I.D. 2000. Insetos Fósseis. In: M. Holz & L.F. De Ros (eds.) *Paleontologia do Rio Grande do Sul*, CIGO/UFRGS, p. 131-140.
- Pinto, I.D., & Adami-Rodrigues, K. 1996. Pygocephalomorph crustacea: new data and interpretations with emphasis on Brazilian and South African forms. *Pesquisas*, **23**:41-50.
- Pinto, I.D. & Ornellas, L. 1974. A new insect *Triassoblatta cargini* Pinto et Ornellas, sp. nov., a Triassic Blattoid from Santa Maria Formation, South Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **46**:515-521.
- Pinto, I.D. & Ornellas, L.P. 1978. Upper Carboniferous insects (Protorthoptera and Paraplecoptera) from the Gondwana (South America, Africa and Asia). *Pesquisas*, **11**:305-321.
- Pinto, I.D. & Ornellas, L.P. 1980. Permian insects from the Paraná Basin, South Brazil. II – Neuroptera. *Pesquisas*, **13**:153-159.
- Pinto, I.D. & Ornellas, L.P. 1981. Permian insects from the Paraná Basin, South Brazil. III – Homoptera – 1 - Pereboridae. In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA E BIOESTRATIGRAFIA,



- 2, e CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 1, 1978. *Anais*, Buenos Aires, v. 4, p. 207-213.
- Pinto, I.D. & Purper, I. 1979. Brazilian Paleozoic blattoids: revision and new species. *Pesquisas*, **12**:9-23.
- Pinto, I.D. & Sedor, F.A. 2000. A new Upper Carboniferous Blattoid from Maфра Formation. Itararé group, Paraná Basin, Brazil. *Pesquisas*, **27**:45-48.
- Popp, M.T.B.; Coimbra, J.C. & Hauch, A. 1996. Revisão do gênero *Paracalmonia* Struve, 1958 (pro Proboloides Clarke, 1913), trilobita - um ensaio em sistemática filogenética. *Gaia*, p. 19-32.
- Reed, F.R.C. 1929. *Faunas triássicas do Brasil*. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, p. 1-97. (Monografia 9).
- Reed, F.R.C. 1930. *Uma nova fauna permocarbonífera do Brasil*. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, p. 1-45. (Monografia 10).
- Rocha-Campos, A.C. 1961. Ocorrência de novos fósseis marinhos em Taió, Santa Catarina. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **33**.
- Rocha-Campos, A.C. 1964. Contribuição à estratigrafia da região de Taió, S.C. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, PhD thesis, 62 p.
- Rocha-Campos, A.C. 1966. Novas ocorrências de fósseis marinhos no Grupo Tubarão em São Paulo e Santa Catarina. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **15**:5-13.
- Rocha-Campos, A.C. 1967. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: J.I. Bigarella; R.D. Becker & I.D. Pinto (eds.) *Problems in Gondwana Geology*, (Brazilian contribution to the I International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Paleontology), Imprensa da Universidade Federal do Paraná, p. 27-102.
- Rocha-Campos, A.C. 1968. Moluscos permianos da Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão, Santa Catarina. *Ciência e Cultura*, **20**:159-160.
- Rocha-Campos, A.C. 1970. Moluscos Permianos da Formação Rio Bonito (Subgrupo Guata), SC. Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, p. 13-24. (Boletim 251).
- Rocha-Campos, A.C. & Rösler, O. 1978. Late paleozoic faunal and floral successions in the Paraná Basin, Southeastern Brazil. *Boletim IG-USP*, **9**:1-16.
- Rocha-Campos, A.C. & Simões, M.G. 1993. *Australomya sinuosa* sp. n., um novo Megadesmídeo (Mollusca, Pelecypoda) da Formação Rio Bonito (Permiano), Bacia do Paraná, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **65**:29-39.
- Rodrigues, S.C.; Simões M.G.; & Leme, J.M. 2003. Tafonomia Comparada dos Conulatae (Cnidaria), Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, **33**:1-10.
- Rodrigues, S.C.; Leme, J.M. & Simões M.G. 2006. Significado paleobiológico de agrupamentos (coloniais/gregários) de *Conularia quichua* Ulrich, 1890 (Cnidaria), Formação Ponta Grossa, Devoniano (Pragian-Emsiano), Bacia do Paraná, Brasil. *Ameghiniana*, **43**:273-284.
- Scheffler, S.M. 2010. Crinóides e Blastóides do Devoniano brasileiro. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PhD thesis, 288 p.
- Scheffler, S.M. 2011. Equinodermas do Paleozóico Brasileiro. In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava; O. Strohschoen Jr. & C.C. Lana. (orgs.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Interciência, 2011, v. 4, p. 191-210.
- Scheffler, S.M. & Bolzon R.T. 2002. Scanning Eletronic Microscopic analisys in Crinoidea from Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná State, Brazil. In: SIMPÓSIO DE METODOLOGIAS INTEGRADAS NO ESTUDO DA BIOLOGIA, 1, 2002. *Resumos*, Curitiba, UFPR, CD-Room.
- Scheffler, S.M. & Fernandes, A.C.S. 2003. Primeira ocorrência de cálice de Blastoidea na Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 18, 2003. *Anais*, Brasília, SBP
- Scheffler, S.M. & Fernandes, A.C.S. 2007a. Blastoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, **65**:99-112.
- Scheffler, S.M. & Fernandes, A.C.S. 2007b. Crinoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, **65**:83-98.
- Scheffler, S.M.; Silva, C.F.; Fernandes, A.C.S. & Fonseca, V.M.M. 2010. Microcrinóides (Disparida, Pisocrinidae) do Devoniano do Paraná (Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná). In: REUNIÃO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA PALEO 2010 PR/SC, 2010. *Anais*, Cascavel, SBP, v. 1, p. 4.
- Schmidt Neto, H. 2010. *Diversidade e tafonomia dos fósseis de moluscos da Formação Rio Bonito, Permiano Inferior da Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul: proposta de correlação com as camadas de Taió, Santa Catarina*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, trabalho de conclusão de curso, 35 p.
- Simões, M.G. 1992. *Pelecípodes da Formação Palermo (Permiano) de São Sepé (RS) e Guiratinga (MT): implicações na evolução da fauna neopaleozóica da Bacia do Paraná, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, PhD thesis, 286 p.

- Simões, M.G. 2000. Assembléias de Invertebrados Marinhos do Neopaleozóico da Bacia do Paraná, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *In*: M. Holz & L.F. De Ros (eds.) *Paleontologia do Rio Grande do Sul*, CIGO/UFRGS, p. 107-125.
- Simões, M.G. & Rohn, R. 1997. A new megadesmid genus (Pelecypoda, Mollusca) from the Upper Permian of the Paraná Basin. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15, 1997. *Boletim de Resumos*, Rio Claro, UNESP, p. 67.
- Simões, M.G.; Mello, L.H.C.; Rodrigues, S.C.; Leme, J.M. & Marques, A.C. 2000. Conulariid taphonomy as a tool in paleoenvironmental analysis. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**:757-762.
- Simões, M.G.; Leme, J.M. & Soares S.P. 2009. Systematics, Taphonomy, and Paleoecology of Homalonotid Trilobites (Phacopida) from the Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**:27-42.
- Soares, S.P.; Simões, M.G. & Leme, J.M. 2008a. O papel da fossilização e do intemperismo na sistemática dos trilobites Phacopida (Calmoniidae e Homalonotidae), Formação Ponta Grossa, (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **11**:117-128.
- Soares, S.P.; Simões, M.G. & Leme, J.M. 2008b. *Metacryphaeus rotundatus*, um Novo Elemento da Fauna de Trilobites Calmoniidae (Phacopida), da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *Geologia da Universidade de São Paulo*, p.15-24 (Série Científica 8).
- Yochelson, E. & Rocha-Campos, A.C. 1966. The Late Paleozoic Gastropod Warthia in Brazil. *Journal of Palaeontology*, **40**:750-751.
- Zabini, C.; Bosetti, E.P. & Holz, M. 2010. Taphonomy and taphofacies analysis of lingulid brachiopods from Devonian sequences of the Paraná Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **292**:44-56.

# MACROINVERTEBRADOS FÓSSEIS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Fábio Augusto Carbonaro  
Renato Pirani Ghilardi  
Luiz Ricardo L. Simone

*“A biologia busca conhecer na natureza os seres vivos de hoje, assim como a paleontologia investiga nos fósseis a flora e a fauna de ontem.”*

Sérgio Mezzalana

## ABSTRACT – FOSSIL MACROINVERTEBRATES OF SÃO PAULO STATE.

The fossil macroinvertebrates of São Paulo State are represented by mollusks, crustaceans, brachiopods, eurypterids, and insects which occur in Paraná and Bauru basins and in Costeira, (Mar Pequeno Group), Planalto Atlântico (Taubaté Basin) and Depressão Periférica provinces. The age of this material is correspondent to the Carboniferous, Permian, Cretaceous and Cenozoic. The present work presents a list of macroinvertebrates that were recorded in São Paulo State. Among the fossils with the highest number of occurrences are the bivalve mollusks and the insects, where Diptera is the most representative order. Considering the importance of the fossil invertebrates, mainly because of their significative contribution to a better understanding of paleoenvironments, biostratigraphy and paleobiogeography, the number of published works about this fossil group is still low.

## INTRODUÇÃO

Invertebrados fósseis são elementos importantes para estudos paleontológicos, pois auxiliam nas interpretações paleoambientais, bioestratigráficas e paleogeográficas, além de serem muito bem representados no registro fossilífero.

Os registros de fósseis de paleoinvertebrados do Estado de São Paulo estão relacionados a rochas do

Carbonífero, Permiano, Cretáceo e Cenozoico das bacias do Paraná e Bauru e das províncias Costeira (Grupo Mar Pequeno), Planalto Atlântico (bacia de Taubaté) e Depressão Periférica. Dentre os invertebrados fósseis encontrados, estão os moluscos, braquiópodes, conchostráceos, ostracodes, isópodes, decápodes, peracaridos, sincarídeos, euripterídeos, insetos e equinodermos. Contudo, o presente trabalho somente irá tratar dos macroinvertebrados fósseis encontrados nesse estado.

Para fins explicativos, os macrofósseis são considerados organismos que podem ser observados sem a utilização de lupas e/ou microscópios, incluindo nesse grupo os insetos, moluscos, alguns crustáceos, oligoquetas, hirudíneos, alguns platelmintos, espongiários, cnidários, briozoários etc. (Antunes & Azevedo, 2011). Já os microinvertebrados constituem organismos de dimensões reduzidas que somente podem ser observados com o auxílio de equipamentos adequados. Tais organismos abarcam alguns platelmintos, rotíferos, a maioria dos nematelmintos, alguns crustáceos, cladóceros, copépodes, dentre outros, que serão assunto de outro capítulo deste livro.

## MOLUSCOS

Os moluscos fósseis do Estado de São Paulo são encontrados em rochas do Carbonífero no Subgrupo Itararé, do Permiano no Grupo Passa Dois e do Cretáceo Superior no Grupo Bauru.

As rochas carboníferas abarcam os fósseis de moluscos bivalves classificados como *Nuculana limai* Mezzalira, 1956, coletado na região do município de Itaporanga e, *Limipecten capivariensis* (Mendes, 1952), encontrado nos arredores de Capivari. Há apenas uma espécie de gastrópode descrita para o Carbonífero, a qual foi coletada no município de Capivari e classificada como *Peruvipsira delicata* (Chronic, 1949).

Os moluscos bivalves do Permiano no Grupo Passa Dois são representados pelas espécies *Terraia aequilateralis* Mendes, 1952, *T. altissima* (Holdhaus, 1918), *Anhembia froesi* (Mendes, 1949), *Anhembia? gigantea* (Mendes, 1949), *Roxoa intricans* Mendes, 1952, *R. corumbataiensis* Mendes, 1952, *Jacquesia brasiliensis* (Reed, 1928), *J. elongata* (Holdhaus, 1918), *Runnegariella fragilis* Simões & Anelli, 1995, *Tambaquyra camargoi* (Beurlen, 1954), *Favalia arcuata* Mendes, 1962, *Holdhausiella elongata* (Holdhaus, 1918), *H. almeidai* Mendes, 1952, *Cowperesia anceps* (Reed, 1935), *Angatubia cowperesioides* Mendes, 1962, *Ferrazia cardinalis* Reed, 1932, *F. simplicicarinata* Maranhão, 1986, *Plesiocyprinella carinata* Holdhaus, 1918, *Casterella gratiosa* Mendes, 1952, *Pinzonella illusa* Reed, 1932, *Pinzonella* cf. *illusa* Reed, 1932, em Mendes, 1952, *P. neotropica* (Reed, 1928) em Mendes, 1952, *P. elongata* Beurlen, 1954, *Coxesia mezzalirai* Mendes, 1952, *Naiadopsis lamellosus* Mendes, 1952, *Anthraconaia? mezzalirai* Maranhão, 1995, *Kidodia stockleyi* (Cox, 1936), *Barbosaia angulata* Mendes, 1952, *Rioclaroa lefevrei* Mezzalira, 1957, *Othonella araguaiana* Mendes, 1963, *Itatamba paraíma* Simões, Marques, Mello & Anelli, 1997, *Maackia contorta* Mendes, 1954 e *Mendesia piracicabensis* Maranhão, 1986 (Figuras 1, 2). Esses bivalves são encontrados nos arredores dos

municípios de Piracicaba, Rio das Pedras, Angatuba, Porto Ferreira, Rio Claro, Tambaú, Conchas, Anhembí, Porangaba, Cordeirópolis, Laranjal Paulista, Corumbataí, Descalvado, Santa Cruz das Palmeiras, Leme, Rio das Pedras, Pirassununga, Charqueada, Paranapanema, Araras e Ipeúna. Conforme Rohn (1994), tais moluscos são agrupados nas assembleias *Anhembia froesi*, *Pinzonella illusa* e *Pinzonella neotropica* (Tabela 1).

Os registros de moluscos cretáceos do Grupo Bauru (Figura 3) compreendem as espécies de bivalves *Diplodon? arrudai* Mezzalira, 1974, *Anodontites freitasi* Mezzalira, 1974, *Sancticarolis toletinoi* Mezzalira, 1974, *Monocondylaea cominatoi* Mezzalira, 1974, *Castalia cretacea* Mezzalira & Simone, 2001, *C. minuta* Mezzalira & Simone, 2001, *Taxodontites paulistanensis* (Mezzalira, 1974) em Simone & Mezzalira, 1997, *Itaimbea priscus* Ihering, 1913 e *Itaimbea* sp. em Ghilardi, D'agosta & Simone, 2007, coletadas nas cidades de Presidente Prudente, Pacaembu, São Carlos, Álvares Machado, Fernando Prestes e Monte Alto. Já os gastrópodes, são representados pelas espécies *Physa aridi* Mezzalira, 1974, *P. mezzalirai* Ghilardi, Carbonaro & Simone, 2010 e *Hydrobia? prudentinensis* Mezzalira, 1974, encontrados nos municípios de São José do Rio Preto, Marília e Presidente Prudente.

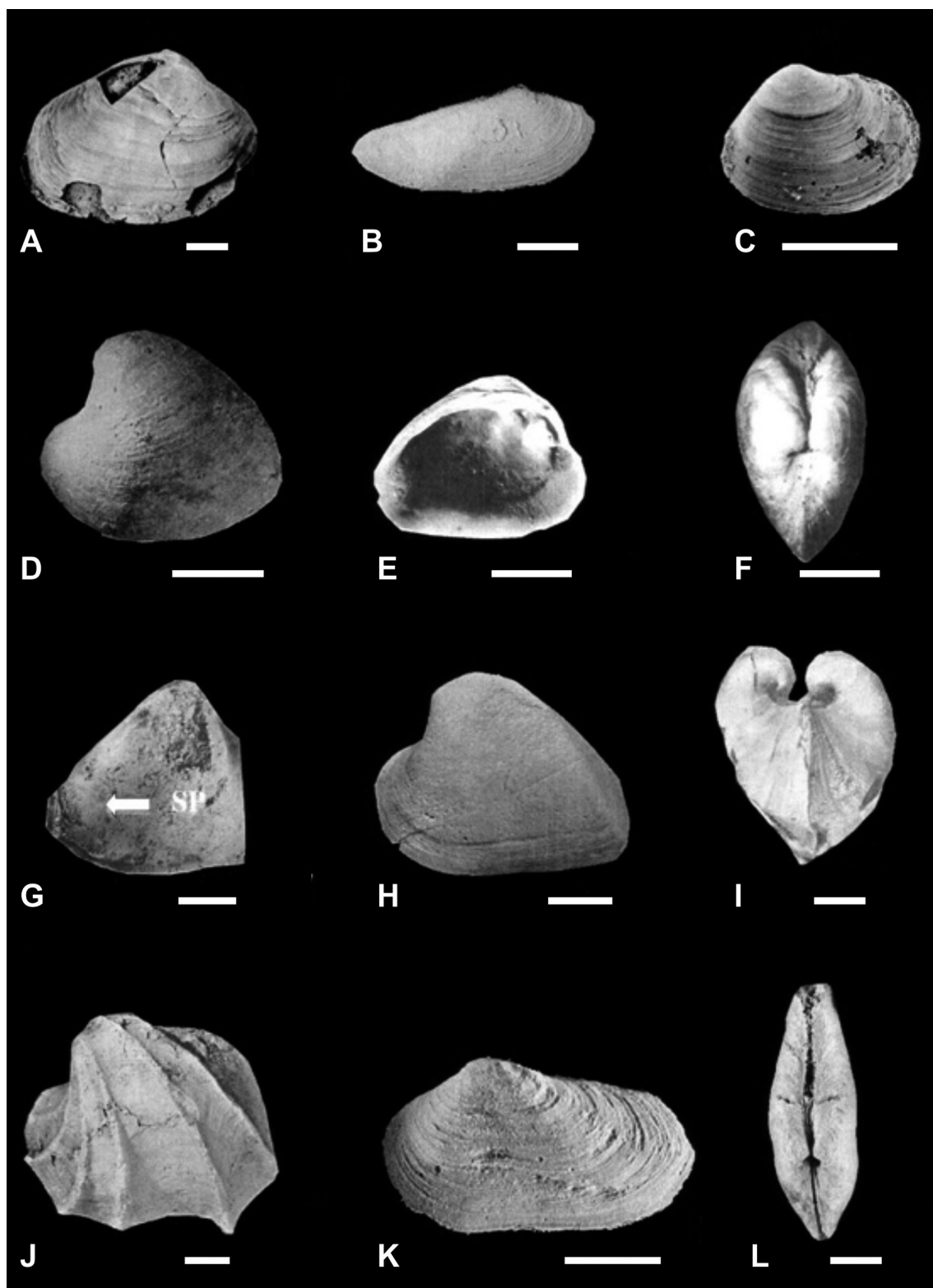
## BRAQUIÓPODES

Apesar dos braquiópodes possuírem grande diversidade morfológica e continuidade geológica, apresentando registro desde o início do Paleozoico

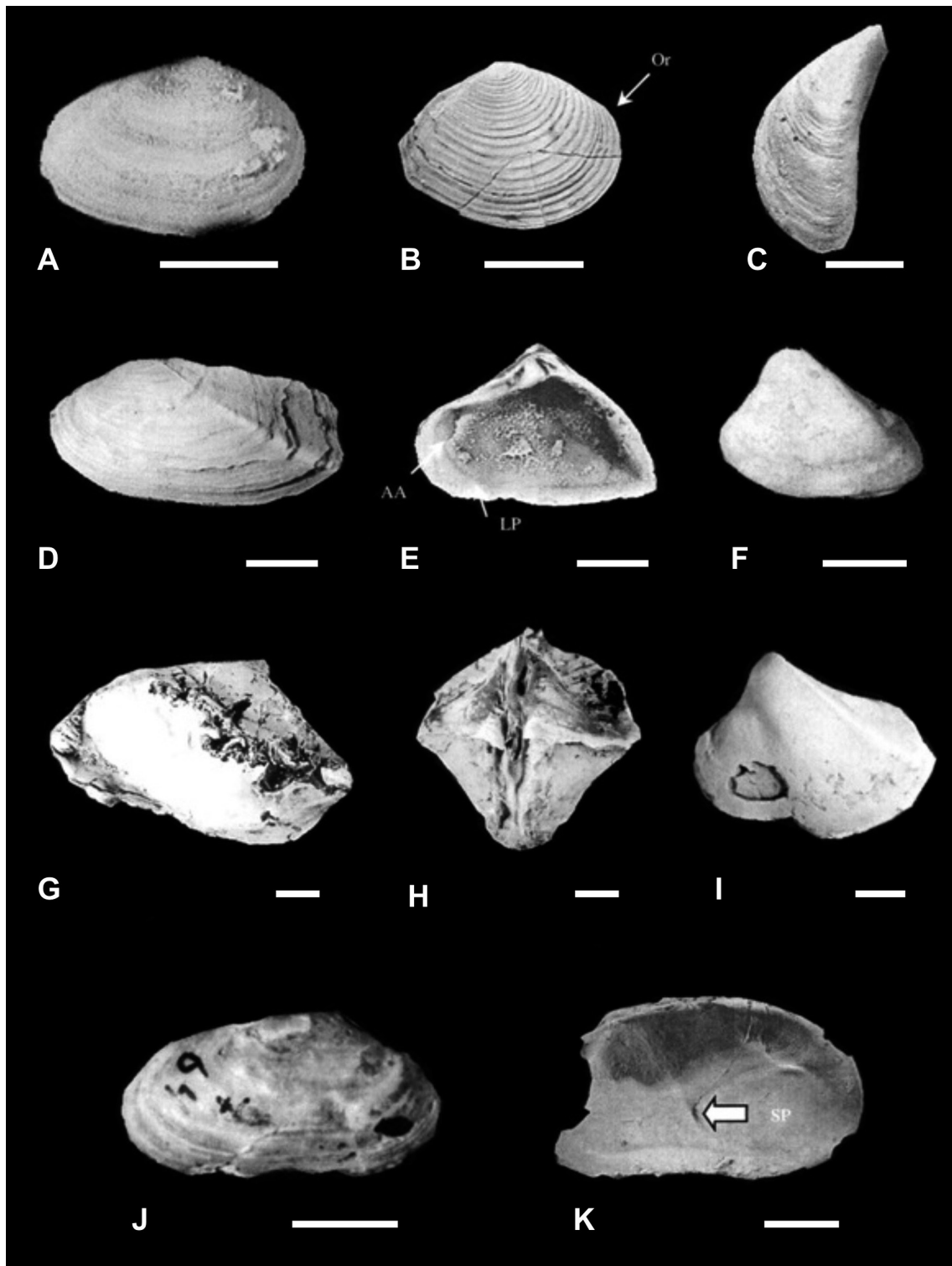
**Tabela 1.** Composição faunística das assembleias de moluscos bivalves do Grupo Passa Dois, conforme Rohn (1994).

ASSEMBLEIAS	COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA	UNIDADES GEOLÓGICAS CORRESPONDENTES
<i>Anhembia froesi</i>	<i>Anthraconaia? mezzalirai</i> , <i>Barbosaia angulata</i> , <i>Tambaquyra camargoi</i> , <i>Ferrazia simplicicarinata</i> , <i>Holdhausiella almeidai</i> , <i>Anhembia froesi</i> , <i>Jacquesia elongata</i> , <i>Pinzonella</i> cf. <i>illusa</i> , <i>Rioclaroa lefevrei</i> , <i>Maackia contorta</i> e <i>Mendesia piracicabensis</i>	Formação Serra Alta e base da Formação Corumbataí
<i>Pinzonella illusa</i>	<i>Casterella gratiosa</i> , <i>Coxesia mezzalirai</i> , <i>Ferrazia cardinalis</i> , <i>Favalia arcuata</i> , <i>Holdhausiella elongata</i> , <i>Pinzonella illusa</i> , <i>Plesiocyprinella carinata</i> , <i>Cowperesia anceps</i> , <i>Angatubia cowperesioides</i> , <i>Roxoa corumbataiensis</i> , <i>Terraia aequilateralis</i> , <i>Othonella araguaiana</i> , <i>Runnegariella fragilis</i> e <i>Itatamba paraíma</i>	Formações Terezina e Corumbataí, porções inferior/média
<i>Pinzonella neotropica</i>	<i>Casterella gratiosa</i> , <i>Ferrazia cardinalis</i> , <i>Jacquesia brasiliensis</i> , <i>Holdhausiella elongata</i> , <i>Naiadopsis lamellosus</i> , <i>Pinzonella neotropica</i> , <i>Cowperesia anceps</i> e <i>Roxoa intricans</i>	Formações Terezina e Corumbataí, topo

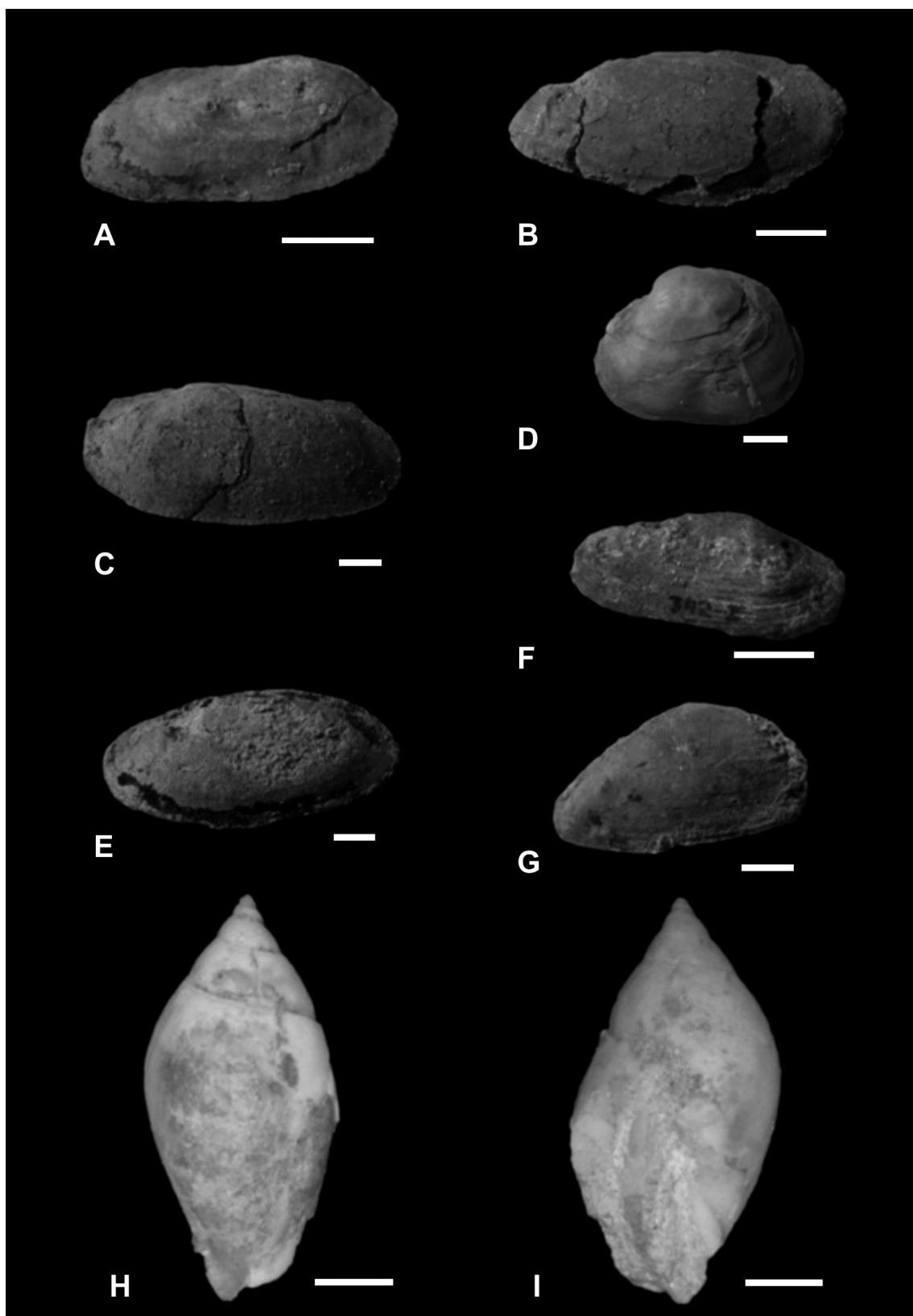




**Figura 1.** Moluscos bivalves do Grupo Passa Dois. **A**, *Othonella araguaiana*; **B**, *Favalia arcuata*; **C**, *Runnegariella fragilis*; **D**, *Itatamba paraima*; **E-F**, *Pinzonella illusa*; **G**, *Casterella gratiosa*, molde interno; **H**, *Plesiocyprinella carinata*; **I**, *Plesiocyprinella carinata*; **J**, *Ferrazia cardinalis*; **K**, *Roxoa corumbataiensis*; **L**, *Roxoa corumbataiensis*. **Abreviação:** SP, sinus palial. Retirado de Ghilardi (1999). Escalas = 5 mm.



**Figura 2.** Moluscos bivalves do Grupo Passa Dois. **A**, *Angatubia cowperesioides*; **B**, *Cowperesia anceps*; **C**, *Coxesia mezzalirai*; **D**, *Holdhausiella elongata*; **E**, *Terraia aequilateralis*; **F**, *Pinzonella neotropica*; **G-H**, *Naiadopsis lamellosus*; **I**, *Jacquesia brasiliensis*, molde interno; **J**, *Roxoa intricans*; **K**, *Roxoa intricans*. **Abreviações:** **AA**, músculo adutor anterior; **LP**, linha palial; **Or**, ornamentação concêntrica; **SP**, sinus palial. Retirado de Ghilardi (1999). Escalas = 5 mm.



**Figura 3.** Algumas espécies de moluscos fósseis do Grupo Bauru (Cretáceo Superior). **A-B**, *Florenceia peiropolensis*; **C**, *Anodontites pricei*; **D**, *Taxodontites paulistanensis*; **E**, *A. pricei*; **F**, *A. freitasi*; **G**, *Diplodon arrudai*; **H**, *Physa mezzalirai* (vista esquerda); **I**, *P. mezzalirai* (vista dorsal, abapertural). Retirado de Ghilardi *et al.* (2011). Escalas: A-G = 10 mm, H-I = 2 mm.

até o Recente (Willians *et al.*, 1996), no Estado de São Paulo, estes organismos não estão bem representados.

Há evidências de fósseis de braquiópodes do Carbonífero no Subgrupo Itararé, os quais foram classificados como *Orbiculoidea* cf. *O. guaraunensis* (Oliveira, 1930), provindos das cidades de Itaporanga e Araçoiaba da Serra, e *Crurithyris* aff. *planoconvexa* (Schumard, 1855) e *Rhyncopora grossopunctata* Mendes, 1952, encontrados no município de Capivari.

## ARTRÓPODES

**Crustáceos.** Os registros da macrofauna de crustáceos fósseis de São Paulo são bastante extensos e incluem decápodes, isópodes e peracaridos.

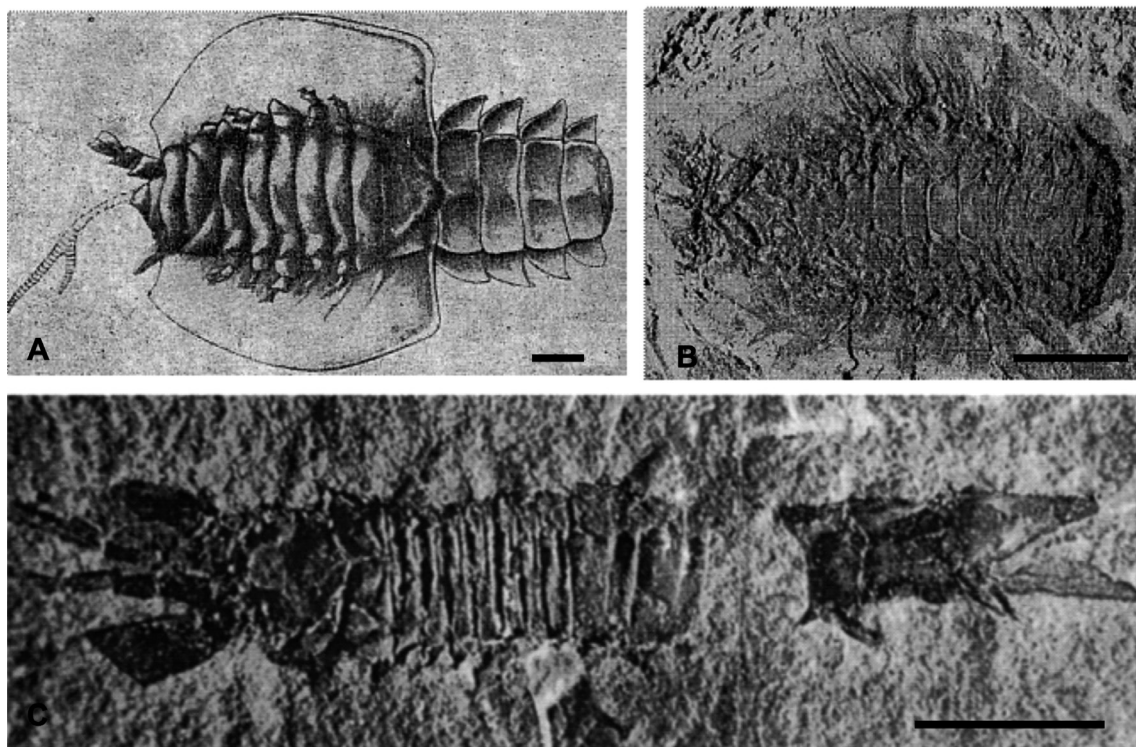
A maior quantidade de fósseis de crustáceos descritos provém das rochas do Permiano, havendo registros nos grupos Passa Dois (no Subgrupo Irati) e Guatá (na Formação Tatuí). No Subgrupo Irati ocorre a espécie de sincarídeo *Clarkecaris brazilucus* (Clarke, 1920) (Figura 4), a qual é endêmica do Estado de São Paulo, e os peracaridos, *Pygaspis brasiliensis* Beurlen, 1934, *Liocaris angustata* Beurlen, 1931, *L. huenei* Beurlen, 1931, *Paulocaris pachecoi* Clarke, 1920, *P. clarkei* Beurlen, 1953, *P. mariano* Beurlen, 1953 e *P. brasiliensis* Beurlen, 1934, encontrados em diversas cidades como Guareí, Piracicaba, Tatuí, Rio das Pedras, Limeira,

Ipeúna, Charqueada, Anhembí, Laranjal Paulista e Rio Claro. Também neste subgrupo ocorre o isópode *Pseudopalaega iratiensis* Martins-Neto, 2001, descrito no município de Tietê.

A Formação Tatuí, no entanto, apresenta somente registro de fósseis de isópodes como *Pseudopalaega granulifera* Mezzalana & Martins-Neto, 1992, *P. microcelata* Mezzalana & Martins-Neto, 1992, *Protourda tupiensis* Mezzalana & Martins-Neto, 1992 e *Protourda? circumspecta* Mezzalana & Martins-Neto, 1992, descritos no município de Piracicaba.

Há também registros de crustáceos na Formação Tremembé, Oligoceno da Bacia de Taubaté. Dentre esses estão os decápodes *Atyidea tremembeensis* Beurlen, 1950, *Bechleja robusta* Martins-Neto & Mezzalana, 1991, *Propalaemon longispinata* Martins-Neto & Mezzalana, 1991 e *Pseudocaridinella tremembeensis* (Beurlen, 1950), além do isópode *Palaega tremembeensis* Martins-Neto, 2001, todos encontrados no município de Tremembé, excetuando *P. longispinata* que foi descrita na cidade de Campos do Jordão.

**Eurípterídeos.** De acordo com Dunlop *et al.* (2008), os eurípterídeos representam o grupo mais diversificado de quelicerados do Paleozoico, com cerca de 190 espécies de fósseis descritos em diversos países. Há registro desses organismos desde o Ordoviciano



**Figura 4.** Alguns peracaridos e sincarídeos fósseis encontrados no Estado de São Paulo. **A**, *Paulocaris pachecoi*; **B**, *Pygaspis brasiliensis*; **C**, *Clarkecaris brazilucus* em vista dorsal. Escala = 5 mm. Fontes: A-B, Pinto (1971); C, Brito & Quadros (1978).



ao Permiano, quando esses foram extintos, sendo que há evidências de um claro aumento de sua diversidade durante o Siluriano (Dunlop *et al.*, 2008).

Os euripterídeos encontrados em São Paulo são provenientes do Subgrupo Itararé da Bacia do Paraná, sendo representados por *Hastimima whitei* White, 1908, descrito no município de Tatuí e, *Eurypterus* sp. em Millan, 1975, coletado nas cidades de Tatuí, Tietê e Monte Mor.

**Insetos.** Os insetos fósseis do Estado de São Paulo são encontrados em várias bacias do Carbonífero, Permiano e Oligoceno, sendo representados por diversas ordens como Grylloblattida, Odonoptera, Heteroptera, Auchenorrhyncha, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, Permotrichoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Martins-Neto, 2005).

Muitas espécies pertencentes à ordem Grylloblattida foram descritas para as rochas do Carbonífero no Subgrupo Itararé, como *Proedischia mezzalirai* Pinto & Ornellas, 1978, *Irajanarkemina rohdendorfi* (Pinto & Ornellas, 1978), *Cacurgulopsis*

*sanguinetti* Pinto & Adami-Rodrigues, 1995, *Carpenteroptera rochacamposi* (Pinto & Ornellas, 1978) e *Paranarkemina martinsnetoi* Würdig, Pinto & Adami-Rodrigues, 1998, todas encontradas no município de Boituva. Ainda para as rochas desse período, há evidências de um Permotrichoptera, encontrado na cidade de Monte Mor (Martins-Neto *et al.*, 1988).

Para o Permiano, do Subgrupo Irati, Grupo Passa Dois, foi descrita uma espécie pertencente à ordem Odonoptera, a qual foi classificada como *Gondwanoptilon brasiliensis* Rösler, Rohn & Albamonte, 1981. Esse exemplar foi coletado na região do município de Piracicaba.

Apesar dos insetos do Paleozoico serem comuns no registro fóssilífero, os mais abundantes e diversificados do Estado de São Paulo são os insetos cenozoicos do Oligoceno na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, os quais pertencem a várias ordens como Heteroptera, Auchenorrhyncha, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera e Hymenoptera (Tabelas 2, 3 e 4).

Em outros depósitos oligocênicos paulistas, como a Formação Pirassununga, foram descritos

**Tabela 2.** Insetos pertencentes às ordens Coleoptera e Hymenoptera do Oligoceno na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

ORDEM	ESPÉCIE	LOCAL DE COLETA
Coleoptera	<i>Tremembecarabus rotundus</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Psephenella ferreirai</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Microbasis longinota</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
Hymenoptera	<i>Taubatehymen minuta</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Paratilgidopsis praecursora</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé

**Tabela 3.** Dípteros do Oligoceno na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

ORDEM	ESPÉCIE	LOCAL DE COLETA
Diptera	<i>Archaeodrapetiopsis nefera</i> Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992	Tremembé
	<i>Archaeodrapetiopsis mezzalirai</i> Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992	Tremembé
	<i>Archaeodrapetiopsis transversa</i> Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992	Tremembé
	<i>Archaeodrapetiops elongata</i> Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992	Tremembé
	<i>Tremembella gracilis</i> Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992	Tremembé
	<i>Eternia papaveri</i> Martins-Neto, Vieira, Kucera-Santos & Fragoso, 1992	Tremembé
	<i>Tipula? tremembeensis</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Heliuss? oligocenicus</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Taubatempis trompetilia</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Taubatempis gracilis</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Taubatempis elongata</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Tabanus tremembeensis</i> Martins-Neto, 1997b	Tremembé
	<i>Taubatemya oligocaenica</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Sackenia? elongata</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé
	<i>Prodiastatinopsis pulchra</i> Martins-Neto, 1999	Tremembé

indivíduos pertencentes à ordem Auchenorrhyncha nos arredores do município de Vargem Grande do Sul. Tais organismos foram classificados como *Parafitopterix duarteae* Martins-Neto, 1989.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

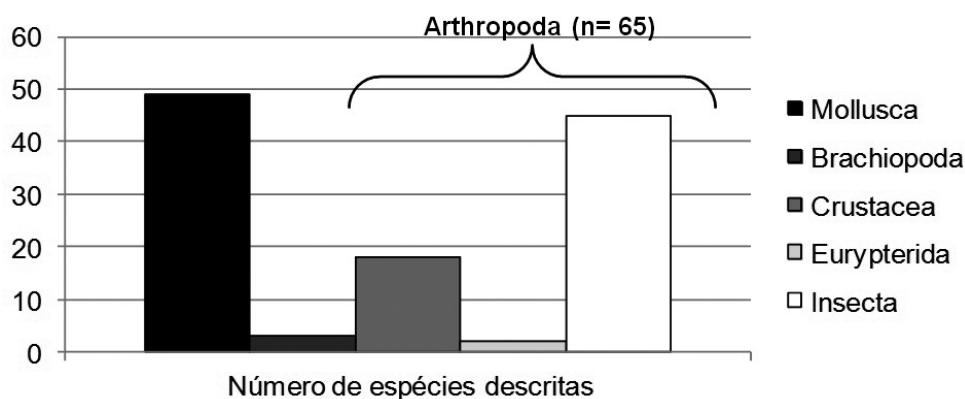
Os registros de macroinvertebrados fósseis do Estado de São Paulo compreendem 49 espécies de moluscos (sendo quatro de gastrópodes e 44 de bivalves), três de braquiópodes, 18 de crustáceos (sendo sete de peracaridos, uma de sínarídeo, seis de isópodes e quatro de decápodes), dois de euríptérides e 45 de

insetos. Como se pode notar, os artrópodes apresentam maior número de espécies descritas (Figura 5), com destaque para os insetos, que têm os dípteros como representantes mais numerosos (Figura 6). Contudo, vale também destacar a grande quantidade de espécies de moluscos bivalves, em sua maior parte, descritos nas rochas do Permiano no Grupo Passa Dois.

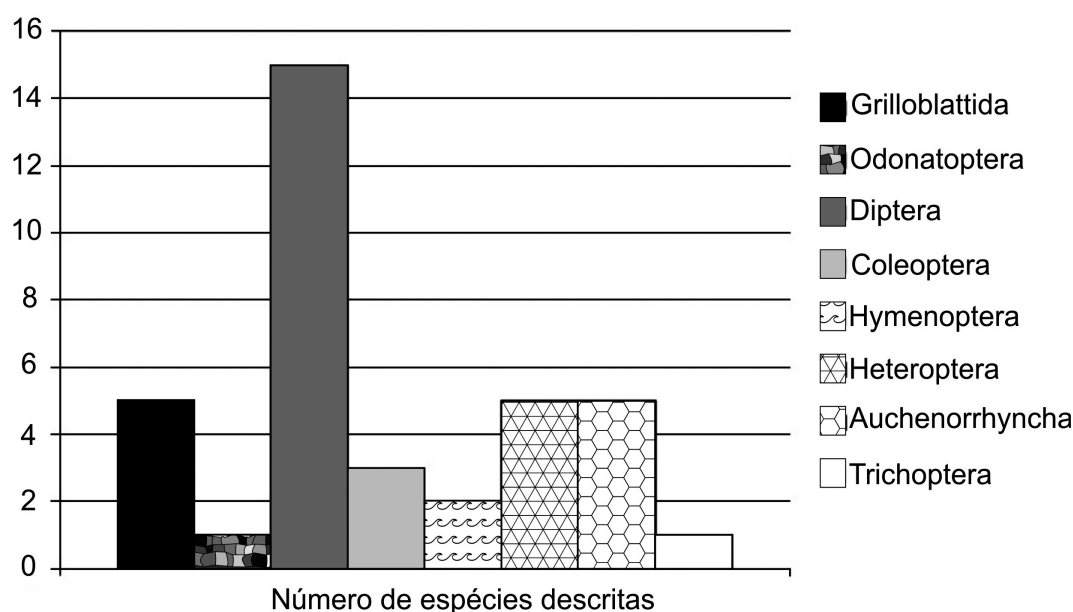
Enfim, os invertebrados fósseis continuam negligenciados na literatura quando se tratam de estudos paleontológicos no Estado de São Paulo. Contudo, esses organismos, provavelmente, ainda reservam muitos dados importantes que podem ser utilizados para o melhor entendimento dos

**Tabela 4.** Insetos Heteroptera, Auchenorrhyncha, Trichoptera e Lepidoptera do Oligoceno na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

ORDEM	ESPÉCIE	LOCAL DE COLETA
Heteroptera	<i>Taubatecoris quadratiformis</i> Martins-Neto, 1997a	Tremembé
	<i>Palaeohebrus tremembeensis</i> Martins-Neto, 1997a	Tremembé
	<i>Taubarixa macrocelata</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Tauborixella santosae</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Tauborixiellopsis breviclavata</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
Auchenorrhyncha	<i>Taubocicadellina breviptera</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Tremembellina microcellata</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Trulaxia primula</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Tremembaetaliom minutum</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
Trichoptera	<i>Indusia suguioi</i> Martins-Neto, 1989	Taubaté
Lepidoptera	<i>Kleopatra noctodiva</i> Martins-Neto, 1998b	Tremembé
	<i>Kleopatra nemogypsia</i> Martins-Neto, 1998b	Tremembé
	<i>Philodarchia cigana</i> Martins-Neto, 1998b	Tremembé
	<i>Petisca dryellina</i> Martins-Neto, 1998a	Tremembé
	<i>Archaeolycorea ferreirai</i> Martins-Neto, 1989	Taubaté
	<i>Neorinella garciae</i> Martins-Neto, 1993	Tremembé
	<i>Nepticula? almeidae</i> Martins-Neto, 1989	Campos do Jordão
	<i>Phyllonoryctes? oliveirai</i> Martins-Neto, 1989	Taubaté



**Figura 5.** Número de espécies de macroinvertebrados descritas no Estado de São Paulo, destacando o maior número de artrópodes.



**Figura 6.** Número de espécies das diversas ordens de insetos descritas no Estado de São Paulo.

paleoambientes, além de contribuir para análises bioestratigráficas e, até mesmo, paleogeográficas.

#### REFERÊNCIAS

- Antunes, R.L. & Azevedo, R.L.M. 2011. Micropaleontologia e bioestratigrafia na indústria do petróleo. In: I.S. Carvalho (ed.) *Paleontologia: Microfósseis, Paleoinvertebrados*, v. 2, 3ª edição, Interciência, p.3-33.
- Beurlen, K. 1931. Crustaceenreste aus den Mesosaurierchichten (Unterperm) von Brasilien (S. Paulo). *Paläontologische Zeitschrift*, B, **13**:25-50.
- Beurlen, K. 1934. Die Pygaspiden eine neue Crustaceen (entomostracen)-Gruppe aus den Mesosaurier führenden Iraty-Schichten Brasiliens. *Paläontologische Zeitschrift*, **16**:122-138.
- Beurlen, K. 1950. Alguns restos de crustáceos decápodes de água doce fósseis no Brasil. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, **22**:453-456.
- Beurlen, K. 1953. O gênero *Paulocaris* Clark nas camadas Irati do Brasil Meridional. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, :1-8. (Notas Preliminares e Estudos 65).
- Beurlen, K. 1954. Horizontes fossilíferos das Camadas Serra Alta do Paraná. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, p. 1-30. (Boletim 152).
- Brito, I.M. & Quadros, L.P. 1978. Ocorrência inédita de *Clarkecaris brasiliensis* (Crustacea – Malacostraca) no Permiano do Estado do Paraná. *Anais da academia Brasileira de Ciências*, **50**:417-421.
- Chronic, B.J. 1949. *Invertebrate paleontology (excepting fusulinids and corals)*. *Upper Paleozoic of Peru*, p. 46-173.
- Clarke, J.M. 1920. New Paleozoic Crustacean. II – Crustacea of the Permian of São Paulo, Brazil. *Bulletin of New York State Museum*, **219**:135-137.
- Cox, L.R. 1936. Karroo Lamellibranchia from Tanganyika Territory and Madagascar. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **5**:32-57.
- Dunlop, J.A.; Penney, D.; Tetlie, O.E. & Anderson, L.I. 2008. How many species of fossil arachnids are there? *The Journal of Arachnology*, **36**:267-272.
- Ghilardi, R.P. 1999. *Paleoautoecologia dos bivalves do Grupo Passa Dois (Neopermiano), no Estado de São Paulo: bivalves fósseis como indicadores da dinâmica sedimentar*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, M.Sc. thesis, 160 p.
- Ghilardi, R.P.; Carbonaro, F.A. & Simone, L.R.L. 2010. *Physa mezzalirai*: um novo gastrópode da Formação Adamantina (Bacia Bauru), Cretáceo Superior, São Paulo, Brasil. *Gaea - Journal of Geoscience*, **6**:63-68. doi: 10.4013/gaea.2010.62.02
- Ghilardi, R.P.; D'agosta, F.C.P. & Simone, L.R.L. 2007. *Itaimbea* sp. nov., uma nova espécie de Iridinidae fóssil (Bivalvia: Etherioidea) do Grupo Bauru (Bacia Bauru, Cretáceo Superior), Monte Alto, São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 20, 2007. *Anais, Búzios, SBP*, 170 p.
- Ghilardi, R.P.; Rodrigues, S.C.; Simone, L.R.L.; Carbonaro, F.A.; Nava, W.R. 2011. Moluscos fósseis do Grupo Bauru. In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava; O. Strohschoen Jr. & C.C. Lana (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*, Editora Interciência Ltda., **4**:239-250.

- Holdhaus, K. 1918. Sobre alguns lamelibranchios fósseis do sul do Brasil. Serviço Geológico e Mineralógico, p. 1-24. (Monografia 2).
- Ihering, H. 1913. *Pleiodon priscus* sp.n. In: Comissão Geográfica e Geológica. Exploração do Rio Grande e seus afluentes, São José dos Dourados, p.1-39.
- Maranhão, M.S.A.S. 1986. *Contribuição ao conhecimento da malacofauna das camadas basais da Formação Corumbataí (Permiano), Estado de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo São Paulo, M.Sc. thesis, 89 p.
- Maranhão, M.S.A.S. 1995. *Fósseis das formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo: subsídios ao conhecimento paleontológico e bioestratigráfico*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo São Paulo, Ph.D. thesis, 2v.
- Martins-Neto, R.G. 1989. Novos insetos terciários do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, **19**:375-386.
- Martins-Neto, R.G. 1993. Nova espécie de borboleta (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Acta Geologica Leopoldensia*, **16**:5-16.
- Martins-Neto, R.G. 1997a. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos hemípteros (Insecta). *Revista Universidade Guarulhos*, **2**:66-69.
- Martins-Neto, R.G. 1997b. Dípteros da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. III - Família Tabanidae. *Acta Geologica Leopoldensia*, **44**:51-57.
- Martins-Neto, R.G. 1998a. A Paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: novos Hemiptera, Auchenorrhyncha, Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera (Insecta). *Revista Universidade Guarulhos*, **3**:58-70.
- Martins-Neto, R.G. 1998b. A paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos lepidópteros (Insecta). *Acta Geologica Leopoldensia*, **31**:75-82.
- Martins-Neto, R.G. 1999. Dípteros da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo II – Famílias Diastatidae, Empididae, Tipulidae e Mycetophilidae. *Revista Universidade Guarulhos*, **4**:116-129.
- Martins-Neto, R.G. 2001. Review of some Crustacea (Isopoda and Decapoda) from Brazilian deposits (Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic) with descriptions of new taxa. *Acta Geologica Leopoldensia*, **24**:237-254.
- Martins-Neto, R.G. 2005. Estágio atual da paleoartropodologia brasileira: hexápodes, miriápodes, crustáceos (Isopoda, Decapoda, Eucrustacea e Copepoda) e quelicerados. *Arquivos do Museu Nacional*, **63**:471-494.
- Martins-Neto, R.G. & Mezzalira, S. 1991. Descrição de novos crustáceos (Caridea) da Formação Santana, Cretáceo Inferior do nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **63**:155-160.
- Martins-Neto, R.G.; Rösler, O. & Perinotto, J.A.J. 1988. Primeiro registro de Inseto Permotrichoptera, no Subgrupo Itararé, em Monte Mor, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **60**:1-103.
- Martins-Neto, R.G.; Vieira, F.R.M.; Kucera-Santos, J.C.; Fragoso, L.M.C. 1992. Dípteros (Insecta. Empidoidea) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. I - Família Hybotidae. *Acta Geologica Leopoldensia*, **36**:31-48.
- Mendes, J.C. 1949. *Novos lamelibrânquios fósseis da Série Passa Dois do Brasil*. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, p. 1-40. (Boletim 153).
- Mendes, J.C. 1952. Faunula permo-carbonífera marinha de Capivari. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo*, **134**:1-17.
- Mendes, J.C. 1954. Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo*, **175**:1-119.
- Mendes, J.C. 1962. Lamelibrânquios permianos do oólito de Angatuba, Estado de São Paulo (Formação Corumbataí). *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **11**:37-56.
- Mendes, J.C. 1963. Novos aspectos da estratigrafia das camadas eogondânicas da Bacia do Paraná. *Engenharia, Mineralogia, Metalurgia*, **38**:189-192.
- Mezzalira, S. 1956. Novas ocorrências de camadas marinhas permo-carboníferas no Estado de São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **5**:61-69.
- Mezzalira, S. 1957. Ocorrências fossilíferas novas da Série Passa Dois na região de Limeira-Rio Claro-Piracicaba. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **6**:37-58.
- Mezzalira, S. 1974. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, **51**:1-163.
- Mezzalira, S. & Martins-Neto, R.G. 1992. Novos crustáceos do Paleozóico do Estado de São Paulo, com descrição de novas taxa. *Acta Geologica Leopoldensia*, **36**:49-66.
- Mezzalira, S. & Simone, L.R.L. 2001. Two new species of *Castalia* Lamarck, 1819 (Mollusca, Bivalvia, Unionoida) in Cretaceous of Bauru Group, São Paulo State, Brazil. *Revista Universidade Guarulhos*, **4**:58-60.



- Millan, J. H. 1975. Tafoflórula Monte Mor do Estado de São Paulo: seus elementos e seu significado no gondwana inferior do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **5**:1-14.
- Oliveira, E. P. 1930. Fósseis marinhos de Série Itararé do Estado de Santa Catarina. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **2**:1-18.
- Pinto, I.D. 1971. Reconstituição de *Pygaspis* Beurlen, 1934 (Crustácea – Pygocephalomorpha). Sua posição sistemática, seu significado e de outros fósseis para Gondwana. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **43**:387-401.
- Pinto, I.D. & Ornellas, L.P. 1978. Upper Carboniferous insects (Protorthoptera and Paraplecoptera) from the Gondwana (South America, Africa and Asia). *Pesquisas*, **11**:305-321.
- Pinto, I.D. & Adami-Rodrigues, K. 1995. A new Upper Carboniferous insect from Itararé subgroup, Paraná Basin. *Pesquisas*, **22**:53-57.
- Reed, F.R.C. 1928. Triassic fossils from Brazil. *Annals and Magazine of Natural History*, **10**:39-48.
- Reed, F.R.C. 1932. Sobre alguns novos fósseis triássicos da Brasil. *Annals and Magazine of Natural History*, **10**:479-487.
- Reed, F.R.C. 1935. Some Triassic lamellibranchs from Brazil and Paraguay. *Geological Magazine*, **72**:33-42.
- Rohn, R. 1994. *Evolução ambiental da Bacia do Paraná durante o neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo São Paulo, Ph.D. thesis, 250 p.
- Rösler, O.; Rohn, R. & Albamonte. 1981. Libélula perminana do Estado de São Paulo, Brasil (Formação Irati); *Gondvanoptilon brasiliense* gen. et sp. nov. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2, 1981. *Anais*, Porto Alegre, SBG, v. 1, p. 221-232.
- Shumard, B.F. 1855. Description of new species of organic remains. *Missouri Geological Survey*, p.185-208.
- Simões, M.G. & Anelli, L.E. 1995. *Runnegariella*, um novo gênero de Megadesmidae (Pelecypoda) da Formação Corumbataí (Neopermiano), Bacia do Paraná, Brasil. *Geociências*, **14**:161-173.
- Simões, M.G.; Marques, A.C.; Mello, L.H.C. & Anelli, L.E. 1997. Phylogenetic analysis of the genera of the extinct family Megadesmidae (Pelecypoda, Anomalodesmata), with remarks on its paleoecology and taxonomy. *Journal of Computational Biology*, **2**:75-90.
- Simone, L.R.M. & Mezzalana, S. 1997. The systematic position of some Unionoidea bivalves from Bauru Group (Upper Cretaceous) of Brazil. *Revista Universidade Guarulhos*, **11**:63-65.
- White, D. 1908. Report on the fossil flora of the coal measures of Brazil. In: J.C. White (ed.) *Final report on the coal measures and associated rocks of South Brazil*, National Press, p. 377-607.
- Williams, A.; Carlson, S.J.; Brunton, C.H.C.; Holmer, L.E. & Popov, L. 1996. A supra-ordinal classification of the Brachiopoda. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, **351**:1171-1193.
- Würidig, N.L.; Pinto, I.D. & Adami-Rodrigues, K. 1998. South American paleozoic faunulae and two new insects: Chronological, paleogeographical and systematic interpretation. In: PALAEOENTOMOLOGICAL CONFERENCE, 1, 1998. *Proceedings*, Moscow, p.177-184.



# PALEOINVERTEBRADOS DA REGIÃO NORTE DO BRASIL

Vladimir de Araújo Távora  
Ignácio de Loiola Alvares Nogueira Neto  
Cândido Simões Ferreira†

*“Ao sopé da collina que avança para o mar mergulhando para E.S.E.,  
achei extraordinaria quantidade de fosséis ou moldes e estampas de  
molluscos e de outros animaes inferiores”*

(D.S. Ferreira Penna, 1876 quando em busca de sambaquis,  
descreveu pela primeira vez os calcários fossilíferos  
da Formação Pirabas na ilha de Pirabas, Pará)

ABSTRACT – FOSSIL INVERTEBRATES OF  
NORTHERN BRAZIL.

The fossil invertebrates in northern Brazil are very important association with great significance to knowledge of the environmental and biogeographic context to the Amazonas, Solimões, Acre and Pirabas basins. The Trombetas Group and Solimões Formation need detailed studies while Maecuru and Pirabas formations are the best researched geologic units. The Devonian species of the Amazonas Basin reveal a mixture of three main biogeographic realms, while the miocenic fossils of the Pirabas Formation presents affinities with Caribbean biogeographic province, and the mollusks at Solimões Formation are very with the Paleocene of USA. The taxonomy is diffculted by taphonomic features resulting in considerable number of taxa with open nomenclature.

## INTRODUÇÃO

Os invertebrados fósseis são os elementos dominantes nas biotas marinhas pretéritas desde quando a vida surgiu na Terra, e por conta das limitações tecnológicas foram os mais estudados nos primórdios da ciência paleontológica. No Brasil, as pesquisas com estes grupos também representam as primeiras notícias sobre seu patrimônio fossilífero, principalmente na fase das expedições estrangeiras

e nas primeiras décadas quando o país se tornou república.

Ao longo do século XX estes estudos foram continuados, mas dessa vez também se concentraram nos vertebrados e vegetais, elementos que também contribuem de maneira significativa para a elucidação da geohistória brasileira, principalmente dos ambientes continentais, e mais recentemente nos microfósseis, utilizados na caracterização dos sistemas petrolíferos.

As pesquisas com os paleoinvertebrados brasileiros estão hoje concentradas em poucos especialistas, que dentro de suas possibilidades e infraestruturas desenvolvem projetos de pesquisa onde a abordagem paleobiológica tem sido fundamental para um avanço significativo de sua aplicabilidade na moderna análise de bacias. Os refinamentos taxonômicos são fundamentais neste processo, favorecendo pormenorização ou reavaliação dos sistemas deposicionais do passado geológico determinadas através da relação entre os eventos geológicos e biológicos.

Este trabalho compreende a compilação dos dados sobre os estudos contemporâneos executados ou em execução na região Norte brasileira, fascinante não só pela exuberante floresta amazônica, mas também pelo conjunto fossilífero rico e variado, que registra alguns momentos da história da Terra, permitindo entendimento sobre a geografia dos continentes durante os tempos fanerozoicos. Assim, através

dos estudos com os paleoinvertebrados silurianos e devonianos têm sido esclarecidas as relações entre a Bacia do Amazonas e outras existentes na Venezuela, margem oeste da América do Sul e noroeste da África. A paleofauna da Formação Pirabas auxilia ao entendimento do último episódio de manifestação extensional na margem equatorial brasileira, relacionado ao evento de separação América do Sul – África. O conteúdo malacológico da Formação Solimões, por sua vez, tem sido decisivo para a caracterização do complexo sistema deposicional da região, bastante divergente entre os pesquisadores.

As unidades litoestratigráficas com paleoinvertebrados estão distribuídas entre os estados do Pará, Amazonas e Acre, estando inseridas nos grupos Trombetas, Urupadi, Curuá e Tapajós (idade paleozoica), e formações Pirabas (Pará) e Solimões (Amazonas e Acre) (Figura 1).

### INVERTEBRADOS FÓSSEIS DO PALEOZOICO

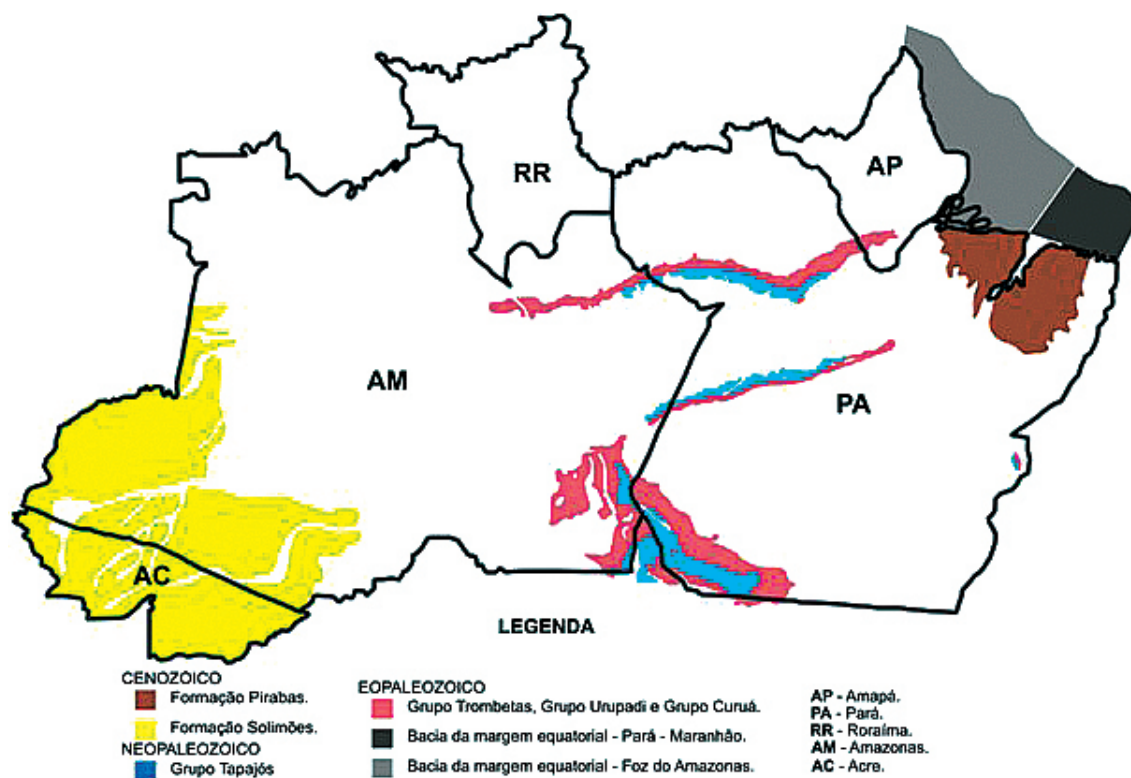
A associação entre densa cobertura vegetal e ampla distribuição dos mantos de intemperismo e coberturas meso-cenozoicas torna raros ou difíceis os acessos às exposições paleozoicas na Bacia do Amazonas. As áreas aflorantes concentram-se nos

leitos dos rios e igarapés que cortam as duas faixas marginais distribuídas ao longo das bordas norte e sul da bacia (Fonseca & Ponciano, 2011).

Os paleoinvertebrados do Paleozoico da região Norte estão concentrados em seis unidades litoestratigráficas, sendo que a maior diversidade e abundância estão concentradas nas formações Maecuru e Ererê (Devoniano) e Itaituba (Carbonífero), enquanto que as ocorrências mais restritas estão nas formações Pitinga e Manacapuru (Siluriano) e Formação Barreirinha (Devoniano).

**Siluriano.** O estágio inicial de deposição na Bacia do Amazonas teve caráter pulsante, e as rochas depositadas nesta fase, correspondentes à sequência ordoviciana-devoniana, estão reunidas no Grupo Trombetas, constituído por quatro formações, com destaque neste trabalho para as unidades Nhamundá, Pitinga e Manacapuru, compostas respectivamente por arenitos neríticos, folhelhos e diamictitos marinhos e arenitos e pelitos neríticos e litorâneos (Cunha *et al.*, 1994).

Após as contribuições pioneiras de Clarke (1899), Katzer (1903) e Ruedmann (1929 *apud* Ponciano, 2011), que registraram três espécies de bivalves, duas de gastrópodes, uma de tentaculídeo, uma de conularídeo e braquiópodes do grupo dos



**Figura 1.** Mapa de localização das unidades litoestratigráficas com paleoinvertebrados da região Norte.



lingulídeos (*Lingula* e *Orbiculoides*), duas espécies de ortídeos (gênero *Orthis*) e um atrípídeo (*Chonetes*) na Formação Pitinga. Em sua área aflorante no flanco norte da bacia, as pesquisas contemporâneas sobre os paleoinvertebrados silurianos da região Norte do Brasil, apesar de significativas, ainda são muito pontuais e generalistas. Os táxons de cefalópodes identificados nas pesquisas pioneiras, *Orthoceras* sp. e *Cyrtoceras* sp. foram apenas citados em um estudo preliminar de Ferreira & Cassab (1996), o reconhecimento de braquiópodes lingulídeos e moldes de formas articuladas não identificadas nas formações Pitinga e Manacapuru (Grahm & Melo, 1990 *apud* Ponciano, 2011), espículas isoladas de poríferos por Hessel (1982) e Cardoso (2005) na Formação Nhamundá e, conularídeos na Formação Manacapuru por Ramos *et al.* (2003a,b) constituem os resultados adicionais sobre a paleontologia de invertebrados do intervalo Siluriano-Devoniano Inferior da Bacia do Amazonas.

**Devoniano.** Os grupos Urupadi e Curuá representam a sequência devoniana-carbonífera, e testemunham um outro ciclo transgressivo-regressivo na unidade geotectônica em questão. Do Grupo Urupadi, as formações Maecuru e Ererê são as mais importantes do ponto de vista paleontológico, sendo a primeira composta por arenitos finos a grossos e pelitos depositados em sistema de leques deltaicos interrompidos por uma rápida e curta transgressão marinha, seguida por outro sistema de leques deltaicos prográdantes. O registro paleontológico de invertebrados desta unidade litoestratigráfica conta até o momento com 20 espécies de braquiópodes, 13 de trilobitas, 21 de bivalves, 13 de gastrópodes, 18 de crinoides, seis de belerofontídeos, três de tentaculídeos, duas de briozoários, duas de corais e uma de conularídeo. A Formação Ererê é composta por siltitos micáceos intercalados com folhelhos e arenitos finos, depositados em ambiente deltaico a nerítico. A sua associação fóssilífera é menos diversa, também com a supremacia dos braquiópodes, representados por 15 espécies, sendo quatro comuns com a unidade Maecuru e, lingulídeos ainda indeterminados. Além disso, foram reconhecidas 14 espécies de bivalves, duas de gastrópodes, três de trilobitas, três de crinoides e uma de tentaculídeo (Cunha *et al.*, 1994; Silva & Fonseca, 2005; Ponciano, 2011).

A Formação Barreirinha do Grupo Curuá é definida por uma sequência marinha de folhelhos cinza escuros a pretos, laminados e fisséis, com finas intercalações de siltitos silicificados e arenitos finos, representando a transgressão marinha global frasniana. Os seus paleoinvertebrados são bem mais restritos, incluindo apenas uma espécie de nautiloide, *Spyroceras* sp., braquiópodes lingulídeos, gastrópodes e pequenos

bivalves, ainda não tratados taxonomicamente em sua maioria (Cunha *et al.*, 1994; Ponciano, 2011).

As contribuições pioneiras de Derby (1877), Rathbun (1879), Clarke (1896, 1899) e Katzer (1903, 1933), para a caracterização dos invertebrados fósseis devonianos, foram por muito tempo as únicas referências relacionadas a este tema. Estes pesquisadores estrangeiros publicaram os resultados de seus estudos em monografias e artigos científicos em seus países de origem, e em suas instituições de origem depositaram todas as amostras descritas, classificadas e ilustradas.

A retomada das pesquisas desses grupos teve como primeiras dificuldades o acesso aos exemplares das séries tipo e o extravio de holótipos e parátipos nas coleções do exterior, o reduzido número de exemplares nas coleções brasileiras e o seu tipo de fossilização. As novas coletas realizadas incentivaram o reestudo sistemático desses invertebrados devonianos por um grupo de pesquisa multiinstitucional, sob a luz dos avanços na ciência paleontológica. A retomada destes estudos aconteceu a partir de 1986 quando foi realizada a expedição O.A. Derby, auspiciada pela empresa Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), que coletou toneladas de rochas, abrindo caminho para a efetivação de pesquisas que são desenvolvidas desde então, hoje grande parte sob a guarda da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro-UNIRIO. A este material foram adicionadas as amostras coletadas previamente pelas Expedições Morgan, Comissão Geológica do Império e Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, catalogadas nos acervos do Museu Nacional e Departamento Nacional da Produção Mineral, na cidade do Rio de Janeiro.

Ressalta-se que o marco desta retomada foram as pesquisas com os bivalves das formações Maecuru e Ererê, efetivadas por Machado (1990a). A partir destes trabalhos, a autora juntamente com colaboradores produziu outras importantes contribuições, tais como Machado (1990b, 1991, 1999) e Machado & Moraes Rego (1996). Com relação aos braquiópodes as pesquisas mais recentes são Carvalho (1975), Melo (1985), Fonseca & Melo (1987) e Fonseca (2001, 2004). Os estudos integrados destes macrofósseis produziram avanços em seus aspectos paleobiológicos, com destaque para Machado *et al.* (1996), Moraes Rego (1997), Moraes Rego & Machado (1998), Lima & Machado (1999), Silva (2004), Ponciano & Machado (2006), Ponciano *et al.* (2006), Fonseca & Ponciano (2011) e Ponciano (2011). Os gastrópodes e belerofontídeos, com exceção de uma pesquisa preliminar de Machado *et al.* (2005), permanecem sem estudos subsequentes aos efetuados por Clarke (1899) e Katzer (1903), onde seus exemplares estão depositados na coleção do *New York State Museum*. Os trilobitas foram reestudados por Melo (1985,

1988) e Silva & Fonseca (2005), cujos espécimens fazem parte das coleções paleontológicas do Museu Nacional, Departamento Nacional da Produção Mineral e Universidade Federal do Rio de Janeiro, necessitando ainda de aprofundamentos em sua caracterização sistemática. Entre os equinodermos registrados na Bacia do Amazonas, os crinoides estão representados por moldes externos de pluricolunais, colunais isolados e fragmentos de pedúnculos, onde 13 padrões morfológicos estão agrupados em gêneros, nove em nível de espécie e um em nível de família, além de outros 11 morfotipos ainda não tratados taxonomicamente (Scheffler, 2011a). Dos grupos de invertebrados fósseis pouco expressivos, Fonseca & Costa (1999) e Távora & Souza (1999a,b) reconheceram respectivamente um novo táxon de conularídeo e outro de coral rugoso, ambos em nomenclatura ainda aberta em nível específico, enquanto Oliver Jr. (1980) corroborou a espécie *Pleurodictium amazonicum* proposta por Katzer (1898). Entre os briozoários, a homomorfia externa entre os trepostomados, cistoporados e criptostomados impediu avanços em suas pesquisas, já que não foram preservadas as estruturas internas que são diagnósticas para a classificação sistemática.

As contribuições atuais, além de revisão sistemática, trazem interpretações paleoecológicas, biocronológicas, paleobiogeográficas e tafonômicas. O grande desafio para a maturação do conhecimento dos paleoinvertebrados devonianos amazônicos é enfrentar as limitações preservacionais do material, bem como a complexidade do arranjo da classificação sistemática destes indivíduos, que impede o refinamento em nível genérico e específico. O panorama atual mostra que estas pesquisas ainda representam um campo extremamente fértil para o refinamento das classificações em aberto, expressas através do considerável número de morfotipos nos crinoides e posicionamento duvidoso nas categorias taxonômicas inferiores dos braquiópodes, bivalves e trilobitas.

A associação fossilífera devoniana concentra-se principalmente entre os estratos da porção superior da Formação Maecuru e da seção inferior da Formação Ererê, representando uma das mais abundantes e diversificadas do Paleozoico brasileiro, onde a espécie endêmica *Mucrospirifer katzeri* (Figura 2) tem sido considerada a mais representativa do filo Brachiopoda em tempos devonianos (Fonseca & Ponciano, 2011.).

As feições tafonômicas da concentração fossilífera politípica e densamente empacotada da Formação Maecuru, sugerem deposição de seus restos em um paleoambiente marinho de baixa energia, com seleção hidrodinâmica incipiente, porém influenciada por eventos episódicos associados a tempestades (Ponciano, 2011).

Os paleoinvertebrados da Formação Maecuru estão agrupados em dois tipos de concentrações fossilíferas que refletem variações nos seus paleoambientes deposicionais. A associação “*Schuchertella*” *agassizii*–*Ptychopteria eschwegei* caracteriza ambiente marinho de águas rasas e agitadas próximo à costa, sendo composta por 20 espécies de braquiópodes e 21 de bivalves, sendo que 11 delas em cada um dos grupos apresentam caracterização genérica duvidosa. A estes táxons associam-se 12 espécies de trilobitas com nove duvidosas em seu posicionamento genérico, oito espécies de gastrópodes platiceratídeos, sendo quatro atribuídos a este gênero com reservas, seis espécies de belerofontídeos e três de tentaculídeos.

A segunda associação, denominada *Mucrospirifer katzeri*–*Ptychopteria eschwegei*, tipifica ambiente marinho de águas um pouco mais profundas e calmas, e incluem 17 espécies de braquiópodes, sendo oito indeterminadas ou com atribuição genérica duvidosa e com predomínio dos espiriferídeos, além de seis espécies de bivalves com três definições genéricas incertas, cinco espécies de gastrópodes do gênero *Platyceras*, duas espécies de tentaculídeos, sendo uma indeterminada, duas espécies de corais sendo uma indeterminada, três espécies de briozoários com duas duvidosas, duas espécies de trilobitas com posicionamento incerto em nível de gênero, e uma espécie indeterminada de conularídeo. As análises paleoecológicas permitiram a caracterização dos hábitos de vida destes elementos, tendo sido quatro entre os braquiópodes, três entre os bivalves, e um entre os demais grupos (Ponciano, 2011).

Na Formação Maecuru o registro dos crinoides é composto por moldes externos ou internos de óxidos de ferro de colunais isoladas, fragmentos de pedúnculo e placas calicinais isoladas. O reestudo dos exemplares coletados pela Comissão Geológica do Império foi realizado por Ferreira & Fernandes (1985, 1989) e Fernandes *et al.* (2000), sendo que a ampliação sobre o conhecimento destes equinodermos foi realizada por Scheffler *et al.* (2006) e Scheffler (2010, 2011a), que além de executarem revisões taxonômicas nas formas anteriormente registradas também individualizaram e descreveram novos táxons, revelando hoje em dia uma paleocrinozoofauna amazônica bem mais rica e diversa do que se supunha (Scheffler, 2011a).

Os equinodermos da Formação Ererê também estão representados por moldes externos de colunais isoladas e fragmentos de pedúnculos de crinoides, cujo estudo foi retomado a partir da contribuição de Fernandes *et al.* (2008), que abriu espaço para as pesquisas de Scheffler (2010, 2011b), que registrou a primeira ocorrência não duvidosa do gênero *Botryocrinus* e outros dois tipos morfológicos (Scheffler, 2011a).





**Figura 2.** *Mucrospirifer katzeri*, a espécie mais representativa de braquiópode no Devoniano brasileiro. **A**, lastro UNIRIO 292-BQ; **B**, lastro UNIRIO 136-BQ; **C**, lastro MN-7383-I; (modificado de Ponciano, 2011). Escala = 10 mm.

A biocronologia e paleobiogeografia do Devoniano da Bacia do Amazonas estão baseadas principalmente na fauna de braquiópodes articulados, que tem sido os organismos mais utilizados para a definição de unidades paleobiogeográficas marinhas de plataformas rasa dos períodos Siluriano e Devoniano

(Fonseca, 2011). Estes elementos têm amplitude cronoestratigráfica mesodevoniana, corroborada por datações baseadas em palinomorfos, favorecendo posicioná-la como diacrônica em relação a outras ocorrências em outras regiões do globo. Do ponto de vista paleobiogeográfico apresenta aspecto misto,

por incluir componentes abundantes nos domínios Américas Orientais e Velho Mundo e, raros no Malvinocáfrico. Esta mistura e maior identidade com as faunas sincrônicas da América do Norte deveu-se a posição geográfica desta unidade geotectônica, intermediária entre os três domínios, bem como à transgressão marinha neoeifeliana, que favoreceram a ligação entre a Bacia do Amazonas e outras existentes na Venezuela, margem oeste da América do Sul e noroeste da África (Fonseca & Ponciano, 2011).

O registro de espículas de poríferos em camadas devonianas na Bacia do Solimões (Formação Uerê) por Silva (1987) representa os paleoinvertebrados reconhecidos até o momento nesta bacia.

**Carbonífero.** O último ciclo transgressivo-regressivo na Bacia do Amazonas corresponde à sequência permo-carbonífera incluída no Grupo Tapajós, cuja unidade de interesse da presente pesquisa é a Formação Itaituba, que se caracteriza litologicamente por intercalações de carbonatos e evaporitos, com folhelhos, siltitos e arenitos que representam depósitos marinhos rasos de infra e intermaré (Cunha *et al.*, 1994).

Os invertebrados fósseis da Formação Itaituba foram inicialmente referidos por Derby (1874), Rathbun (1878) e Katzer (1903, 1933), cujos elementos dominantes são os braquiópodes, crinoides e briozoários, secundarizados por corais, trilobitas, gastrópodes, bivalves e espículas de poríferos. Os braquiópodes são os mais numerosos e diversificados, e estão agrupados em 13 gêneros, com supremacia dos productídeos. As contribuições de Dresser (1954) e Mendes (1956a, 1956b, 1957, 1959, 1961) ampliaram o conhecimento sobre o grupo após as primeiras pesquisas, que continuaram com Carvalho (1975) e Fonseca (1990). Entre os corais rugosos e tabulados (Derby, 1894; Katzer, 1903; Duarte, 1938) foram individualizados oito gêneros com sete espécies indeterminadas, até que Pinto (1977) efetuou uma profunda revisão sistemática, resumindo a coralinoфаuna carbonífera para quatro gêneros e seis espécies de rugosos e uma espécie de tabulado. Os trabalhos de Derby (1894) e Katzer (1903, 1933) também formalizaram cinco espécies de bivalves, uma de gastrópode, uma de cefalópode e duas de trilobitas (também estudadas por Kegel, 1951). Nestas pesquisas também consta a caracterização da briozoofauna, que acrescidas as contribuições de Barbosa (1961, 1965) totalizam em nove gêneros individualizados. Além de Katzer (1903, 1933), Strimple (1960) e Lane (1964) reportaram a presença de quatro gêneros de crinoides, preservados sob a forma de pluricolumnais ou conulais isolados. As pesquisas mais recentes sobre

estes paleoinvertebrados foram realizadas por Anelli (1999), que tratou sobre análise cladística de algumas espécies de braquiópodes e bivalves, Moutinho (2002), que corroborou espécies de braquiópodes, corais e briozoários já descritos, Vasconcelos (1992) que discutiu os aspectos paleoecológicos da coralinoфаuna, e Moutinho (2006) que integrou as assinaturas tafonômicas dos invertebrados com análises estratigráficas e paleoecológicas.

## PALEOINVERTEBRADOS DO CENOZOICO

Assim como a Era Paleozoica, o Cenozoico na região Norte do Brasil está bem documentado, por uma fauna de invertebrados rica e variada, concentrada em duas unidades litoestratigráficas miocênicas distintas, situadas respectivamente nas porções ocidental e oriental da região. O *status* do conhecimento acerca destes fósseis é também variado, estando diretamente ligado com sua localização geográfica e acesso às áreas aflorantes bem como ao efetivo de pesquisadores que trabalharam ou trabalham nestas unidades. Enquanto a Formação Pirabas tem sido continuamente estudada desde os anos 1950 do século passado por especialistas variados, inclusive pertencentes aos tradicionais centros da paleontologia brasileira, na Formação Solimões após os trabalhos clássicos do século XIX, as pesquisas têm sido pontuais, e recentemente realizadas por um grupo interinstitucional, composto por paleontólogos dos estados do Pará e Acre e estrangeiros liderados por F.P. Wesselingh.

A Formação Solimões compreende uma sequência terciária das bacias do Solimões e Acre composta litologicamente por argilitos, siltitos e arenitos com intercalações de finos níveis de calcário linhito e turfa (Figura 3). O ambiente deposicional destes depósitos tem sido controverso entre os pesquisadores, variando entre marinho marginal, lacustre com influência marinha, lacustre a fluviolacustre (Guimarães, 2011). As pesquisas pioneiras sobre os paleoinvertebrados da Formação Solimões, trataram sobre o reconhecimento de sua malacofauna, incluindo observações em afloramentos do Equador, Peru e Brasil. Gabb (1868), Conrad (1871, 1874), Woodward (1871), Boettger (1878), Etheridge (1879), Roxo (1924), Marshall (1928) reconheceram 24 espécies de bivalves e 29 de gastrópodes, sendo cerca de 90% novas. Steimann (1929) e Roxo (1935, 1937) e Maury (1937) foram os primeiros pesquisadores a separar estes elementos em cinco grupos ecológicos marinhos, dulcícolas, salobres, mistos de salobres e marinhos, mistos de salobres e dulcícolas e, mistos de marinhos, salobres e dulcícolas (Purper, 1977).





Figura 3. Afloramentos da Formação Solimões: sítio Morro do Careca, BR-364, município de Feijó, Acre (esquerda); sítio Cachoeira do Bandeira, rio Acre, município de Brasiléia, Acre (direita) ([www.ufac.br/unidades-academicas/laboratorios/laboratorio-de-paleontologia/fotos/](http://www.ufac.br/unidades-academicas/laboratorios/laboratorio-de-paleontologia/fotos/)).

As contribuições mais contemporâneas de cunho predominantemente sistemático são Santos & Castro (1967) e Costa (1979, 1980). Anderson *et al.* (2006, 2010) confirmaram influência marinha intermitente no sistema lacustrino da Formação Solimões, através de estudos com espécies de bivalves corbulídeos, comparando-os com as formas paleocênicas do Estado de Montana (EUA), que viveram em condições ambientais similares. Outras pesquisas (Kaandorp *et al.*, 2006) atestaram por meio de isótopos estáveis em carapaças, a coexistência de pelo menos dois grupos ecológicos, fluvial e lacustrino. Guimarães (2011) realizou estudo taxonômico dos gastrópodes procedentes de uma perfuração e dois afloramentos no Estado do Amazonas. Guimarães (2011) reconheceu seis famílias, três gêneros e nove espécies, já registradas anteriormente, que permitiram caracterizar o ambiente como hiposalino e com baixa energia, bem como correlacionar o pacote sedimentar estudado com as biozonas MZ8 a MZ12, correspondentes ao intervalo Mioceno médio a Mioceno inferior. Além de moluscos, foram reconhecidos carapaças e fragmentos de carapaças e dedos de crustáceos decápodes (K. Adami-Rodrigues, com. verbal).

A Formação Pirabas aflora de maneira descontínua principalmente no nordeste do Estado do Pará, sendo também reconhecida nas bacias da margem equatorial (Pará-Maranhão e Foz do Amazonas). Esta sucessão miocênica do Estado do Pará desenvolveu-se sob condições de forte controle tectônico, com o desenvolvimento de vales incisos que se encaixam ao longo de zonas de falhas. O arranjo dos depósitos da Formação Pirabas evidencia padrão geral prográdacional, revelado pela superposição de fácies de plataforma aberta por fácies progressivamente mais costeiras, associadas a sistema

deposicional contendo ilhas-barreiras. Também foram conhecidos vales estuarinos incisos, através da abundância de depósitos formados sob influência de processos de marés em ambientes canalizados, típicos de estuários. Estes depósitos caracterizados por litologias típicas com gradações laterais e verticais, geneticamente relacionadas com uma variedade de outros depósitos comuns a sistemas estuarinos, destacando-se particularmente delta de maré/leque de transbordamento, barra em pontal, baixio de maré/planície de areia, baía/laguna estuarina, planície de maré/mangue. O relacionamento destes depósitos com estratos atribuídos à plataforma rasa, e a associação icnológica, com representantes de ambientes marinhos estressados e com influência de água salobra, são importantes elementos na caracterização da natureza estuarina desses estratos (Rosseti & Góes, 2004).

Os trabalhos pioneiros de White (1887) e Maury (1925) descreveram as primeiras espécies do abundante e diverso conteúdo de paleoinvertebrados procedentes da ilha de Fortaleza (Figura 4) e Estação Agronômica. A partir das contribuições de Candido Simões Ferreira no final dos anos 1950, o reconhecimento desta paleofauna tem sido ampliado continuamente, a partir de novas coletas tanto em ocorrências inéditas, quanto em áreas já conhecidas no nordeste do Estado do Pará. Assim foram reconhecidos, descritos e classificados todos os principais grupos zoológicos, com destaque para os moluscos (Figura 5), grupo bastante comum nos tempos cenozoicos, e que na Formação Pirabas atinge cerca de 400 espécies (Távora *et al.*, 2010). As pesquisas contemporâneas estão concentradas principalmente no refinamento sistemático e paleoambiental sob a luz da análise tafonômica



Figura 4. Seção-tipo da Formação Pirabas localizada na ilha de Fortaleza, município de São João de Pirabas, Pará.

dos moluscos, corais escleractíneos, crustáceos decápodes, cirrípedes balanomorfos e briozoários, estes últimos inclusive apresentando uma diversidade específica bem maior do que se supunha.

Os paleoinvertebrados marinhos dos sedimentitos Pirabas são compostos por táxons cujo surgimento ou grande expansão deu-se no Oligoceno e Mioceno, que guardam estreitas relações de afinidade ou correlação com outras unidades sincrônicas dos Estados Unidos (Flórida) e região do Caribe, principalmente Panamá, Jamaica, República Dominicana, Trinidad e Porto Rico. A estreita relação entre os táxons evidencia um baixo grau de endemismo, sugerindo franca dispersão ou permuta de muitas espécies estabelecidas na costa norte e nordeste do Brasil e na região caribenha e sudeste dos Estados Unidos (Távora *et al.*, 2004).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

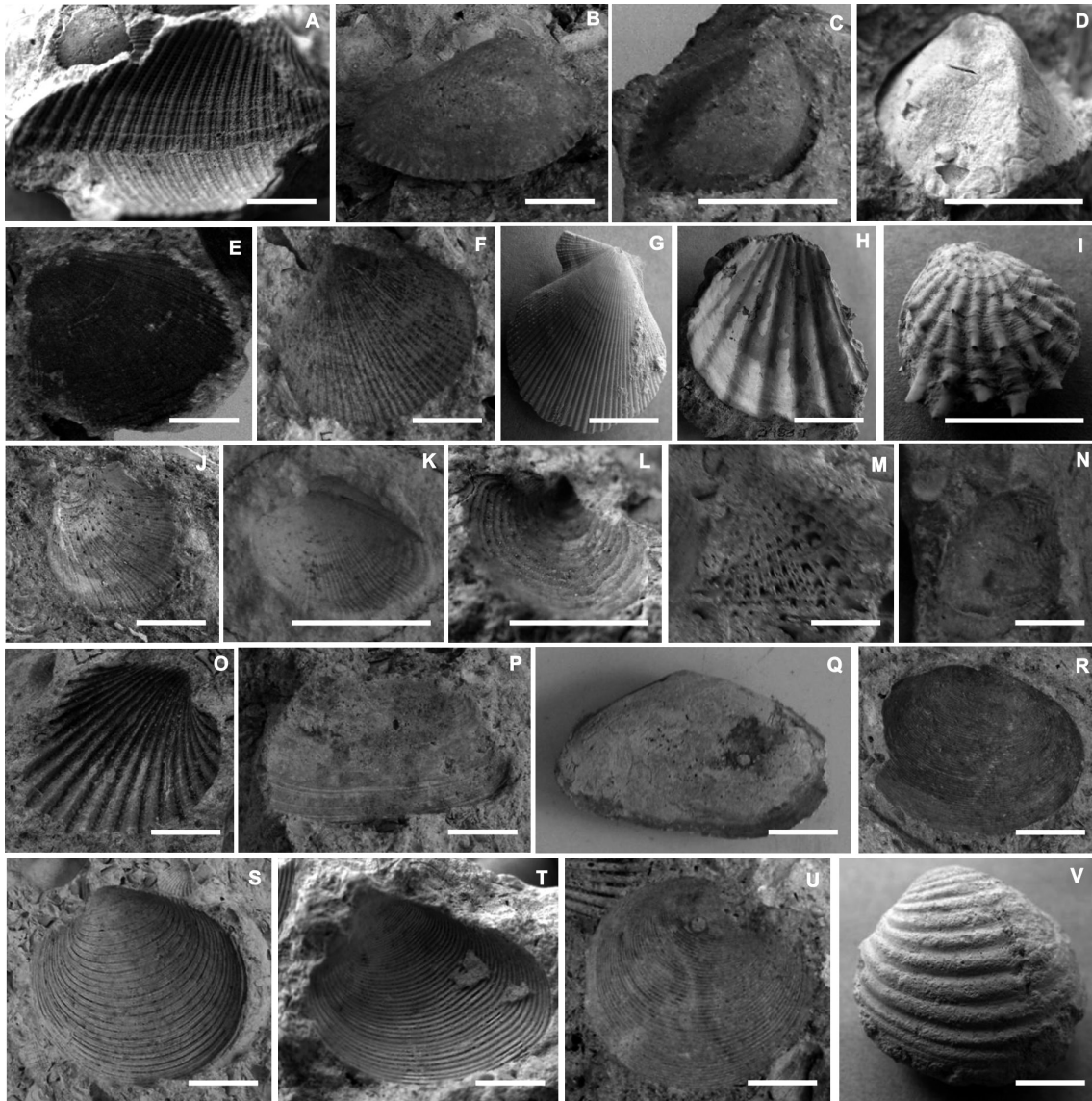
Os dados apresentados neste manuscrito atestaram a grande abundância e diversidade de paleoinvertebrados da região Norte do Brasil em distintos intervalos de tempo geológico. As unidades litoestratigráficas mais estudadas até o momento, do

ponto de vista sistemático e paleobiológico foram as formações Maecuru e Pirabas, enquanto que o Grupo Trombetas e a Formação Solimões, representam extensos campos para pesquisas a serem explorados.

Nas formações Pitinga, Manacapuru, Ererê e Barreirinha os dados existentes correspondem predominantemente aos levantados pelos trabalhos pioneiros, enquanto que na unidade Solimões são necessárias extensas revisões em sua malacofauna e trabalhos de caracterização sistemática dos demais grupos de paleoinvertebrados, que hoje não passam de breves citações de registros. A Formação Itaituba que teve sua paleofauna de invertebrados, bem caracterizada, principalmente os braquiópodes, ainda precisa de pesquisas detalhadas acerca de sua paleobiologia, e assim subsidiar o conhecimento refinado da hidrodinâmica deposicional do Carbonífero na região.

As limitações para o detalhamento de alguns grupos sistemáticos são resultados das características preservacionais, tais como a associação da Formação Ererê, os crinóides da Formação Maecuru e gastrópodes da Formação Pirabas, cujas feições diagnósticas foram apagadas ou obliteradas durante a formação das concentrações fossilíferas. No entanto, considera-se





**Figura 5.** Moluscos bivalves mais representativos da Formação Pirabas. **A-B**, *Scapharca* (*S.*) *textilicostata*; **C**, *Anadara* s.l.; **D**, *S.* (*Cunearca*) *paraensis*; **E**, *Glycymeris acuticostata*; **F**, *G. binemini*; **G**, *Chlamys* (*C.*) *sentis*; **H**, *C.(C.) thalera*; **I**, *Plicatula eroessa*; **J**, *Spondylus bostrychites*; **K**, *Lucina* (*Lucinica*) *fluctivaga*; **L**, *Linga* (*L.*) *glenni*; **M**, *Arcinella arcinella*; **N**, *A. yaquensis*; **O**, *Venericardia philotima*; **P-Q**, *Mactra chipolana*; **R**, *Semele paraensis*; **S**, *Ventricolaria thalestris*; **T**, *Pitar circinatus*; **U**, *Dosinia concêntrica*; **V**, *Clementia dariena*. Escalas = 10 mm.

aqui que o acesso às exposições rochosas representa uma limitação considerável para o avanço das pesquisas, haja vista que a complexidade logística imperativa, inibe sobremaneira a realização de novas coletas. Por consequência, a obtenção de novos dados que favoreçam o detalhamento que se tem, por exemplo, na Formação Pirabas, cujos acessos aos seus afloramentos são facilitados pela ocupação urbana e vias aquáticas de baixa complexidade. O reduzido número de profissionais em paleoinvertebrados no Brasil também contribui para este panorama, haja vista que não se tem a aplicabilidade na ciência aplicada como os microfósseis, e nem o

fascínio despertado pelos paleovertebrados por conta dos grandes répteis mesozoicos. Existem ainda muitos desafios e muitas questões a serem esclarecidas sobre a evolução das bacias sedimentares brasileiras, onde certamente as pesquisas com os paleoinvertebrados têm muito a contribuir.

## REFERÊNCIAS

- Anderson, L.C.; Hartman, J.H. & Wesselingh, F.P. 2006. Close evolutionary affinities between freshwater corbulids bivalves from the Neogene of

- western Amazonia and Paleogene of the northern Great Plains, USA. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**:28-48. doi:10.1016/j.jsames.2005.07.008
- Anderson, L.C.; Wesselingh, F.P. & Hartman, J.H. 2010. A phylogenetic and morphologic context for the radiation of an endemic fauna in a long-lived lake: Corbulidae (Bivalvia; Myoida) in the Miocene Pebas Formation of western Amazonia. *Paleobiology*, **36**:534-554. doi:10.1666/09028.1
- Anelli, L.E. 1999. *Invertebrados neocarboníferos das formações Pianí (Bacia do Parnaíba) e Itaituba (Bacia do Amazonas): taxonomia, análise cladística das subfamílias Oriocrassatellinae (Crassatellacea, Bivalvia) e Neospiriferinae (Spiriferoidea, Brachiopoda)*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, PhD thesis, 184 p.
- Barbosa, M.M. 1961. Duas novas ocorrências de briozoários fósseis no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **33**:161-164.
- Barbosa, M.M. 1965. Briozoários do Carbonífero do Estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **12**:1-5.
- Cardoso, T.R.M. 2005. Acrítarcos do Siluriano da Bacia do Amazonas: bioestratigrafia e geocronologia. *Arquivos do Museu Nacional*, **63**:727-759.
- Carvalho, R.G. 1975. Braquiópodes devonianos da Bacia amazônica: Orthida, Strophomenida, Spiriferida e Terebratulida. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **21**:1-35.
- Clarke, J.M. 1896. As trilobitas do grez de Ererê e Macurú, Estado do Pará, Brazil. *Archivos do Museu Nacional*, **9**:1-58.
- Clarke, J.M. 1899. A fauna siluriana superior do rio Trombetas, Estado do Pará. *Archivos do Museu Nacional*, **10**:2-48.
- Cunha, P.R.C.; Gonzaga, F.G.; Coutinho, L.F.C. & Feijó, F.J. 1994. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **8**:47-55.
- Derby, O.A. 1874. On the Carboniferous Brachiopoda of Itaituba, Rio Tapajoz, province of Pará, Brazil. *Bulletin of Cornell University*, **1**:1-43.
- Derby, O.A. 1877. Contribuições para a Geologia da região do Baixo Amazonas. *Archivos do Museu Nacional*, **2**:77-104.
- Derby, O.A. 1894. The amazonian Upper carboniferous fauna. *Journal of Geology*, **2**:480-501.
- Dresser, H. 1954. Notes of some brachiopods from the Itaituba Formation (Pennsylvanian) of the Tapajoz River, Brazil. *Bulletin of American Paleontology*, **35**:15-85.
- Duarte, A.G. 1938. *Fósseis carboníferos do rio Jatapu*. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, p. 1-18. (Boletim 74).
- Fernandes, A.C.S.; Fonseca, V.M.M. & Ferreira, C.S. 2000. Occurrence of *Monstrocrinus securifer* Smith 1941 (Crinoidea- Camerata) in the Middle Devoniano from Amazon Basin, State of Pará, Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF GEOLOGY, 31, 2000. *Abstracts*, Rio de Janeiro, CPRM, CD-ROM.
- Fernandes, A.C.S.; Scheffler, S.M. & Fonseca, V.M.M. 2008. Ocorrência de crinóides na Formação Ererê (Devoniano da Bacia do Amazonas). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 27, 2003. *Trabalhos Científicos*, Curitiba, SBZ, p. 1269.
- Ferreira, C.S. & Cassab, R.C.T. 1996. Orthocerida (Mollusca, Cephalopoda) do Siluriano e Devoniano do Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO, 1, 1996. *Anais*, Ponta Grossa, SBG, p. 309-317.
- Ferreira, C.S. & Fernandes, A.C.S. 1985. Nota sobre alguns crinóides do Devoniano da Amazônia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **57**:139.
- Ferreira, C.S. & Fernandes, A.C.S. 1989. Crinóides do Devoniano do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989. *Boletim de Resumos*, Curitiba, SBP, p.23.
- Fonseca, V.M.M. 1990. Braquiópodes da ordem Strophomenida da Formação Itaituba, Carbonífero da Bacia do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 248 p.
- Fonseca, V.M.M. 2001. Brachiopoda (Stropheodontoidea, Chonetoida e Delthyridioidea) do Devoniano Médio das Bacias do Amazonas e Parnaíba. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PhD thesis, 167 p.
- Fonseca, V.M.M. 2004. Chonetoida (Brachiopoda) do Devoniano Médio das Bacias do Amazonas e Parnaíba. *Arquivos do Museu Nacional*, **62**:193-215.
- Fonseca, V.M.M. 2011. Braquiópodes. In: Carvalho, I.S. (ed.) *Paleontologia, Microfósseis e Paleoinvertebrados*, Editora Interciência, v.2, p.333-358.
- Fonseca, V.M.M. & Machado, D.M.C. 1999. Morfotipos de Chonetaceae (Brachiopoda) como bioindicadores de paleoambientes do Devoniano Médio das bacias do Amazonas e Parnaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, 1999. *Boletim de Resumos*, Crato, SBP, p.42-43.
- Fonseca, V.M.M. & Melo, J.H.G. 1987. Ocorrência de *Tropidoleptus carinatus* (Conrad) (Brachiopoda, Orthida) na Formação Pimenteiras e sua importância paleobiogeográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, 1987. *Anais*, Rio de Janeiro, SBP, v.2, p.505-537.
- Fonseca, V.M.M. & Costa, D.M.M. 1999. Primeira ocorrência de Conulariida no Devoniano Médio



- da Bacia do Amazonas (Formação Maecuru), Estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Nacional*, **48**:1-11.
- Fonseca, V.M.M. & Ponciano, L.C.M.O. 2011. 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*. Editora Interciência, v.4, p.169-190.
- Guimarães, L.I.A. 2011. *Estudos sistemáticos de gastrópodes neógenos com ênfase ao gênero Tryonia (Stimpson, 1865), Formação Solimões, Estado do Amazonas*. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, M.Sc. thesis, 86 p.
- Hessel, M.H.R. 1982. *Curso Prático de Paleontologia Geral*. 1ª ed. Porto Alegre, Editora Universidade, 250 p.
- Kaandorp, R.J.G.; Wesselingh, F.P. & Vonhof, H.B. 2006. Ecological implications from geochemical records of Miocene Western Amazonian bivalves. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**:54-74. doi: 10.1016/j.jsames.2005.07.012
- Katzer, F. 1898. A fauna devônica do rio Maecurú e suas relações com a fauna de outros terrenos devônicos do globo. *Boletim do Museu Paraense de História Natural e Etnografia*, **2**:204-246.
- Katzer, F. 1903. *Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes (dés staates Pará in Brasilien)*. Leipzig: Max Weg, 296 p.
- Katzer, F. 1933. Geologia do Estado do Pará (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi de História Natural e Etnografia*, **9**:1-75.
- Kegel, W. 1951. *Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e do Amazonas*. Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, p. 1-38. (Boletim 135)
- Lane, G. 1964. Inadunate crinoids from Pennsylvanian of Brazil. *Journal of Paleontology*, **38**:362-366.
- Lima, C.V. & Machado, D.M.C. 1999. Reconstrução tridimensional da concentração *Acrospirifer katzeri*-*Psychopteria eschwegeii* da Formação Maecuru (Devoniano Médio), Bacia do Amazonas, Pará. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, 1999. *Boletim de Resumos*, Crato, SBP, p. 60.
- Machado, D.M.C. 1990a. *Bivalves devonianos da Bacia do Amazonas (formações Maecuru e Ererê): considerações sistemáticas e paleoautoecológicas*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 228p.
- Machado, D.M.C. 1990b. Algumas considerações estratigráficas e biogeográficas acerca dos bivalves devonianos da Bacia do Amazonas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990. *Anais*, Natal, SBG- Núcleo Nordeste, v.1, p.425-435.
- Machado, D.M.C. 1991. Evidência de predação em Bivalvia (Mollusca) no Devoniano Médio da Bacia do Amazonas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 12, 1991. *Boletim de Resumos*, São Paulo, SBP, p.29.
- Machado, D.M.C. 1999. *Nuculites* Conrad, 1841 (Mollusca, Bivalvia): sistemática e implicações paleobiogeográficas. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PhD thesis, 298 p.
- Machado, D.M.C. & Moraes Rego, L.V. 1996. Paleocologia dos bivalves (Mollusca) da Formação Maecuru (Devoniano Médio) da Bacia do Amazonas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996. *Anais*, Salvador, SBG-Núcleo Nordeste, v.2, p.257-259.
- Machado, D.M.C.; Fonseca, V.M.M. & Moraes Rego, L.V. 1996. Estudos preliminares sobre a distribuição dos macrofósseis na Formação Maecuru do Devoniano Médio da Bacia do Amazonas, Pará. *In*: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO, 1, 1996. *Anais*, Ponta Grossa, SBG, p.237-245.
- Machado, D.M.C.; Souza, A.R. & Pinto, F.N.M. 2005. Considerações sistemáticas acerca da família Platyceridae Hall, 1859 (Mollusca- Gastropoda) da Formação Maecuru, Devoniano da Bacia do Amazonas, Pará, Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 19, 2005. *Anais*, Aracaju, SBP, CD-ROM.
- Maury, C.J. 1925. *Fósseis terciários do Brasil com descrição de novas formas cretáceas*. Divisão de Geologia e Mineralogia do Brasil, Rio de Janeiro, p. 1-35. (Monografia 4).
- Maury, C.J. 1937. *Argillas fossilíferas do Plioceno do Território do Acre, Brasil*. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, DNPM, p. 1-29. (Boletim 77)
- Mendes, J.C. 1956a. Orthotetacea e Dalmanellacea do Carbonífero do rio Tapajós (Série Itaituba). *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **5**:11-31.
- Mendes, J.C. 1956b. Spiriferacea carboníferos do rio Tapajós (Série Itaituba), Estado do Pará, Brasil. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, **193**:23-71.
- Mendes, J.C. 1957. Rhynchonellacea, Rostrospiracea e Terebratulacea do Carbonífero do rio Tapajós. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **6**:15-34.
- Mendes, J.C. 1959. Chonetacea e Productacea carboníferos da Amazônia. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, **236**:1-83.
- Mendes, J.C. 1961. Notas suplementares sobre os braquiópodes carboníferos da Amazônia. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **10**:5-24.
- Melo, J.H.G. 1985. *A província malvinocáfrica no Devoniano*

- do Brasil: estado atual dos conhecimentos. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 3 v., 890 p.
- Melo, J.H.G. 1988. The Malvinokaffric realm in the Devoniano of Brazil. In: N.J. McMillan; A.F. Embry & O.J. Glass, (eds.) *Devonian of the world* Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 14:669-802.
- Moraes Rego, L.V. 1997. Distribuição espacial e considerações paleoambientais dos macrofósseis da Formação Maecuru (Devoniano Médio). Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 62 p.
- Moraes Rego, L.V. & Machado, D.M.C. 1998. Caracterização das associações faunísticas do Membro Lontra, Formação Maecuru (Devoniano Médio) Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 36, 1998. *Boletim de Resumos*, Recife, SBZ, p.363.
- Moutinho, L.P. 2002. *Estudo da fauna de invertebrados em afloramentos da região do Tapajós, Formação Itaituba-Pensilvaniano da Bacia do Amazonas*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, M.Sc. thesis, 155 p.
- Moutinho, L.P. 2006. *Assinaturas tafonômicas dos invertebrados da Formação Itaituba- Aplicação como ferramenta de análise estratigráfica e paleoecológica na seção pensilvaniana aflorante na porção sul da Bacia do Amazonas, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PhD thesis, 346p.
- Oliver Junior, W.A. 1980. Corals in the Malvinokaffric realm. *Münstersche Forschung zur Geologie und Paläontologie*, 52:13-17.
- Pinto, I.D. 1977. Corais carboníferos da Bacia Amazônica. *Pesquisas*, 8:59-132.
- Ponciano, L.C.M.O. 2011. *Fósseis devonianos da Bacia do Amazonas*. 1ª ed. São Paulo, Editora Bookess, 138p.
- Ponciano, L.C.M.O. & Machado, D.M.C. 2006. Life habits analysis in the “*Schuchertella*” agassizii-*Ptychopteria eschwegei* association, Maecuru Formation, Devonian, Amazonas Basin, Brazil. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 9, 2006. *Resúmenes*, Córdoba, ANC, p.262.
- Ponciano, L.C.M.O.; Machado, D.M.C.; Faria, A.C.G.; Vieira, A.C.M.; Souza, A.R. & Lima, K.P. 2006. Paleoautoecologia dos brachiopoda da concentração “*Schuchertella*” agassizii (Rathbun, 1874)- *Ptychopteria eschwegei* (Clarke, 1899), Formação Maecuru, Devoniano Médio da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 2006. *Anais*, Aracaju, SBG, p.140.
- Purper, I. 1977. Histórico e comentários sobre a Paleontologia e idade da Formação Pebas. *Pesquisas*, 8:7-32.
- Ramos, M.I.F.; Rodrigues, S.C.; Leme, J.M. & Simões, M.G. 2003a. Systematics of the conulariids (Cnidaria) from the Manacapuru Formation, Amazon Basin, Brazil and the paleozoogeographic importance. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 18, 2003. *Boletim de Resumos*, Brasília, UnB, p.229-230.
- Ramos, M.I.F.; Rodrigues, S.C.; Leme, J.M. & Simões, M.G. 2003b. Taphonomic and stratigraphic perspectives of the new occurrences of conulariids in the Silurian-Devonian of the Amazon Basin, Brazil. In: LATINAMERICAN CONGRESS OF SEDIMENTOLOGY, 3, 2003. *Abstracts Book*, Belém, MPEG-UFPA, p.215-216.
- Rathbun, C.R. 1879. The Devonian Brachiopoda of the Province of Pará, Brazil. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 20:14-39.
- Rossetti, D.F. & Góes, A.M. 2004. Geologia. In: Rossetti, D.F. & Góes, A.M. (eds.) *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Coleção Friedrich Katzer, Museu Paraense Emílio Goeldi, p.13-52.
- Scheffler, S.M. 2011a. Equinodermas do Paleozoico brasileiro. In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava; O. Strohschoen Jr. & C.C. Lana, (eds.) *Paleontologia: cenários de vida*. Editora Interciência, v.4, p.191-210.
- Scheffler, S.M. 2011b. Novos crinóides da Formação Maecuru (Eifeliano Médio, Bacia do Amazonas), Estado do Pará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22, 2011. *Atas*, Natal, SBP, CD-Room.
- Scheffler, S.M.; Fernandes, A.C.S. & Fonseca, V.M.M. 2006. Crinóides da Formação Maecuru (Devoniano da Bacia do Amazonas), Estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9:235-242.
- Scheffler, S.M.; Silva, C.F.; Fernandes, A.C.S. & Fonseca, V.M.M. 2010. Crinóides da borda leste da Bacia do Parnaíba (Formação Cabeças, Devoniano Médio). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 5:165-173.
- Silva, C. 2004. Hábitos de vida dos trilobitas das formações Maecuru e Ererê (Devoniano), Bacia do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, M.Sc. thesis, 80 p.
- Silva, C. & Fonseca, V.M.M. 2005. Hábitos de vida dos trilobitas das formações Maecuru e Ererê (Devoniano) da Bacia do Amazonas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8:73-82.
- Silva, O.B. 1987. Espongiários do Devoniano da Bacia do Solimões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, 1987. *Anais*, Rio de Janeiro, SBP, v. 2, p. 983-999.

- Strimple, H.L. 1960. A new cromyocrinoid from Brazil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **9**:75-77.
- Távora, V.A. & Souza, S.R. 1999a. Primeira ocorrência de corais rugosos na Formação Maecuru (Devoniano), Bacia do Amazonas, Estado do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**:415-418.
- Távora, V.A. & Souza, S.R. 1999b. Observações paleoecológicas e tafonômicas sobre *Pseudochonophyllum* (Cnidaria) na Formação Maecuru (Devoniano), Estado do Pará. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **2**:100-101.
- Távora, V.A.; Gonçalves, D.F. & Araújo, T.C.C. 2002. Ocorrência de uma nova espécie de escleractíneo (Coelenterata) na Formação Pirabas (Eomioceno), Estado do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **32**:231-234.
- Távora, V.A.; Imbeloni, E.F.F.; Cacula, A.S.M. & Baía, N.B. 2004. Paleoinvertebrados. In: D.F. Rossetti & A.M. Góes, (eds.) *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Coleção Friedrich Katzer, Museu Paraense Emílio Goeldi, p.111-131.
- Távora, V.A.; Santos, A.A.R. & Araújo, R.N. 2010. Localidades fossilíferas da Formação Pirabas (Mioceno Inferior). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **5**:207-224.
- Vasconcelos, A.C. 1992. Corais da Formação Itaituba, aspectos paleoecológicos. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, **4**:35-43.
- White, C. 1887. Contribuições a Paleontologia do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, **7**.





# MICROINVERTEBRADOS FÓSSEIS DO BRASIL

Silvia Regina Gobbo Rodrigues  
Cláudio Magalhães de Almeida  
Henrique Zimmermann Tomassi

*“Où finit le télescope, le microscope commence. Lequel des deux a la vue la plus grande?”  
(Onde o telescópio termina, o microscópio começa. Qual dos dois oferece visão mais grandiosa?).*

Victor Hugo (Les Misérables, 1862).

## ABSTRACT – FOSSIL MICROINVERTEBRATES FROM BRAZIL.

We present a summary concerning Brazilian microinvertebrate research, including ostracods, scolecodonts, sponge spicule, micromollusks, microbrachiopods and conchostraca, with their respective characterization. Furthermore, we present a summary of the Brazilian research on these groups, during the 20th century. Finally, we discuss some difficulties concerning such studies.

## INTRODUÇÃO

O título deste capítulo contém um termo que necessita de uma definição: microinvertebrados. A palavra microinvertebrados é composta do prefixo “micro”, que também forma a palavra microfósseis e como tal é associado ao termo micropaleontologia, ramo da paleontologia que se ocupa do estudo de fósseis microscópicos, podendo ser protistas (eucariotas unicelulares), plantas (desde algas até embriófitas) e também de animais (metazoários). Ainda por micropaleontologia entendemos que seja o estudo de peças microscópicas de fósseis macroscópicos (*e.g.* um peixe é um fóssil macroscópico, mas dentículos, escamas ou outros elementos esqueléticos podem ser considerados como objeto de estudo da micropaleontologia).

Mendes (1988) define microfósseis como sendo de tamanho milimétrico ou micrométrico, havendo algumas exceções como os macro-foraminíferos do gênero *Numulites* que chegaram a alcançar até 10 cm. Molina (2004) já define microfósseis como aqueles que não ultrapassem mais do que 1 mm. A definição que será adotada por nós resume de certa forma as considerações de Bignot (1985): a micropaleontologia se ocupa de restos ou vestígios de organismos unicelulares ou multicelulares, sejam pertencentes à microbiota ou fragmentos pequenos da macrobiota, sendo que, em geral, estes fósseis não ultrapassam o tamanho de 2 mm, e cujo estudo depende de técnicas micropaleontológicas para preparação de amostras, análise e curadoria. Como podemos perceber a distinção entre o que é micro ou macrofóssil é um tanto arbitrária e baseada em argumentos práticos relacionados ao tamanho, métodos de coleta, preparação, estudo e curadoria e não em grupos filogenéticos.

A segunda parte do termo, invertebrados, também precisa de uma definição. Invertebrados são animais sem coluna vertebral (Campbell & Reece, 2010). Se forem considerados animais, então são metazoários, o que exclui por um lado Protozoa e por outro os organismos unicelulares e também as plantas (Plantae). Portanto, formalmente poderíamos colocar a seguinte definição para microinvertebrados: restos ou vestígios de animais

(metazoários), invertebrados, sejam pertencentes à microbiota ou fragmentos pequenos da macrobiota, sendo que, em geral, estes fósseis não ultrapassam o tamanho de 2 mm, e cujo estudo depende de técnicas micropaleontológicas para preparação de amostras, análise e curadoria (Figura 1).

Micropaleontologia de invertebrados abrange, portanto, os seguintes grupos: poríferos, cnidários, briozoários, moluscos, poliquetos, braquiópodes, ostracodes, conchostráceos, trilobitas, etc., contanto que sejam de pequeno tamanho e necessitem de estudo a partir de técnicas micropaleontológicas (Tabela 1). Destes, ostracodes e conchostráceos são os organismos cujo tamanho pode ser considerado microscópico. Ocasionalmente podemos encontrar microgastrópodes e microbivalves, mas o restante dos grupos é constituído de organismos da macrobiota que são incluídos nos estudos micropaleontológicos por possuírem elementos esqueléticos de pequeno tamanho. Alguns exemplos que podemos citar são: espículas de poríferos, escleritos de holotúria, escleritos de poliquetas, fragmentos esqueléticos de briozoários, equinodermos, etc.

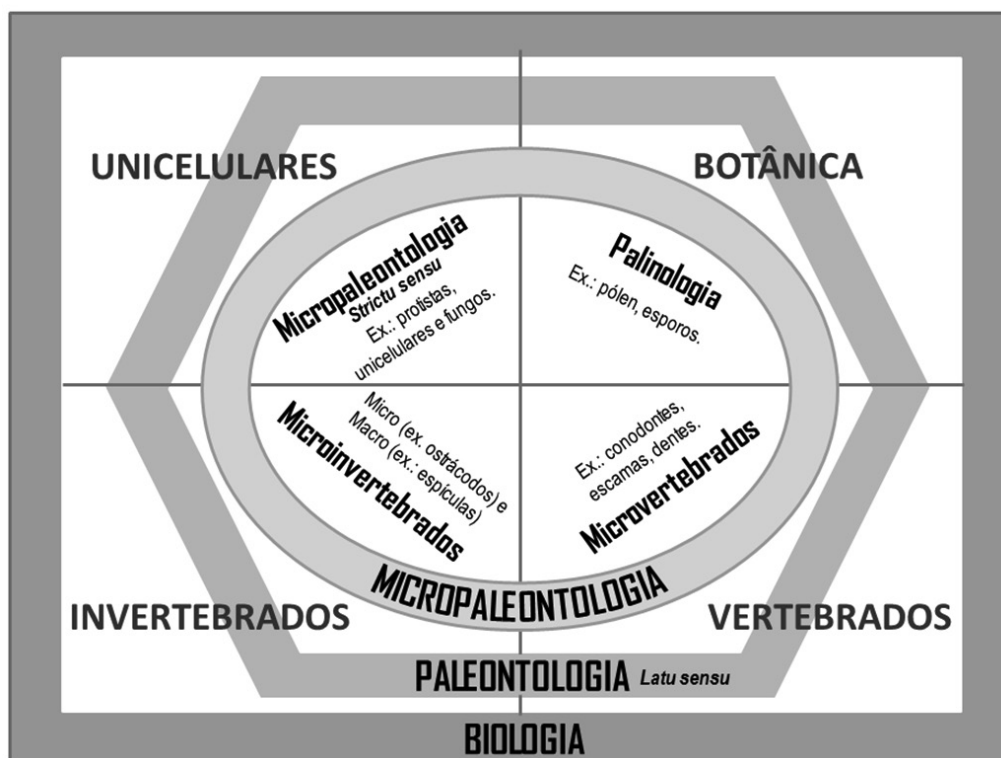
Neste capítulo serão abordados apenas os grupos de invertebrados que são mais comumente utilizados em estudos micropaleontológicos. Os grupos serão

colocados em ordem de importância e de ocorrência, especialmente para o território brasileiro.

## OSTRACODES

Ostracodes são artrópodes e um dos mais diversificados grupos de crustáceos. Geralmente pequenos (0,5 a 30 mm), lateralmente comprimidos, que possuem carapaça protetora formada por duas valvas de composição predominantemente calcária, unidas na região dorsal do corpo. São muito abundantes no registro fóssil e são representados por aproximadamente 33.000 espécies, entre viventes e fósseis (Horne *et al.*, 2002). São geralmente aquáticos, mas também podem ser encontrados em solos de florestas úmidas. Habitam águas continentais, salobras, marinhas e hiper-salinas (Brasier, 1980). Esse grupo realmente tem um longo e bem documentado registro fóssil, que vai do Ordoviciano até os dias atuais. Já as ocorrências de prováveis formas recuperadas no Cambriano têm sido fortemente contestadas (Armstrong & Brasier, 2005).

A classe é dividida em duas subclasses, sendo a primeira exclusivamente marinha e delicadamente calcificada, a Myodocopa e outra denominada



**Figura 1.** Relações entre as disciplinas Biologia, Paleontologia e Micropaleontologia. Observe que as divisões estão relacionadas com métodos de estudo. Por exemplo, os macroinvertebrados são objeto de estudo da Paleontologia, enquanto que os microinvertebrados são objeto de estudo da Micropaleontologia.

**Tabela 1.** Tabela com os principais microinvertebrados e o tipo de material biótico que preferencialmente se preserva em cada grupo (modificado de Molina, 2004).

DOMÍNIO	REINO	FILO			CLASSE	MICROFÓSSEIS						
EUCARYA	ANIMALIA	Porifera	Archaeocyatha			Fragmentos de esqueleto calcário						
			Spongiaria	Hyalospongea		Espículas silíceas						
				Demospongea								
				Calcispongea		Espículas calcáreas						
				Sclerospongea		Fragmentos de esqueleto calcário						
		Cnidaria				Hydrozoa	Escleritos calcáreos					
						Anthozoa	Espículas aragoníticas					
		Protostomia	Arthropoda	Bryozoa			Fragmentos calcáreos de colónias ramificadas ou encrustantes.					
				Brachiopoda			Pequenas valvas (ou fragmentos) organofosfáticas					
				Annelida		Polychaeta	Escolecodontes, tubos calcáreos, partículas fecais.					
			Mollusca				? Hyolithoidea	Pequenas valvas aragoníticas ou cacáreas, ou fragmentos.				
							Gastropoda					
							Cricoconarida					
							Cephalopoda					
							Bivalvia					
							Scaphopoda					
							Merostomata			Tegumentos quitinosos.		
			Arachnida	Aracnomorpha			Trilobita	Restos do exoesqueleto, larvas.				
							Arachnida	Tegumentos quitinosos.				
				Crustacea	Branchiopoda			Carapaças e valvas, quitinosas ou calcárias. Fragmentos, partículas fecais, ovos. Estatólitos (Malacostraca). Placas (Cirripedia).				
										Maxillopoda	Ostracoda	Carapaças e valvas calcárias. Apêndices e tecidos não - resistentes fosfatizados.
											Copepoda	Baixo potencial de fossilização. Em geral, apêndices e partes fosfatizadas
											Cirripedia	Baixo potencial de preservação. Carapaças e placas isoladas.
										Malacostraca		
					Myriapoda			Élitros e tegumentos quitinosos.				
					Insecta							
		Deuterostomia			Echinodermata			Carpoidea	Tecas calcáreas.			
			Crinoidea	Placas e articulações dos braços e cálice.								
			Asteroidea	Placas calcáreas e peças braquiais.								
			Ophiuroidea									
			Echinoidea	Placas calcáreas, radiolas, lanterna de Aristóteles.								
			Holothuroidea	Escleritos calcáreos.								
			Hemichordata			Graptolithida	Tecas escleroproteicas					
			Urochordata			Ascidacea	Escleritos calcáreos					

Podocopa. Os podocópídeos incluem uma alta diversidade ecológica e ampla distribuição de suas formas, além de serem mais bem representados no registro fóssil e por apresentarem uma calcificação mais robusta em suas carapaças. De acordo com Armstrong & Brasier (2005), a vasta maioria das formas viventes de ostracodes são da subclasse Podocopa. Esses microcrustáceos são amplamente usados em pesquisas bioestratigráficas, em análises paleoambientais e paleoclimáticas e são indispensáveis como indicadores de antigas linhas de costas e em estudos de biogeografia.

Um importante elemento morfológico diagnóstico para a identificação de ostracodes, particularmente os fósseis, é a carapaça. Assim, a taxonomia de ostracodes fósseis utiliza elementos presentes nas carapaças carbonáticas que se preservam muito bem, entre eles o formato externo (*outline*), ornamentações variadas da carapaça e, ainda, a presença de nódulos e espinhos.

**Ostracodes marinhos do Brasil.** Estes são parte do zooplâncton e são principalmente bentônicos. Podem ter hábitos predadores, herbívoros, detritívoros ou filtradores. Ao contrário dos ostracodes de águas continentais, a reprodução assexuada é rara nos ostracodes marinhos (Horne *et al.*, 1988).

Alguns pesquisadores consideram o estudo de Brady (1880), como o trabalho pioneiro sobre ostracodes marinhos do Brasil. Este trabalho abordou ocorrências de ostracodes marinhos do Cenozoico. Porém, os ostracodes marinhos do Brasil começam a ser intensamente estudados somente a partir das publicações de Krömmelbein (1964, 1966, 1967, 1975, 1976), estudos estes baseados na taxonomia e distribuição de ostracodes com ocorrência no Nordeste do Brasil e norte da África. Os trabalhos de Krömmelbein não são apenas pioneiros por tratar da taxonomia, mas também por estabelecer relações bioestratigráficas e biogeográficas com outras bacias, especialmente as africanas. Um exemplo que poderíamos citar se refere ao gênero *Majungaella*. Krömmelbein (1975, 1976) foi o primeiro a notar que *Majungaella* era um gênero gondwânico.

Em relação aos ostracodes marinhos do Cretáceo podemos destacar os trabalhos de Neufville (1979), Stinnesbeck & Reymont (1988), Kegel (1957), Beurlen (1969), Sampaio & Schaller (1967), Tinoco (1967), Schaller (1969), Bengston (1983), Koutsoukos & Dias-Brito (1987), Viviers & Regali (1987), Matsuda & Viviers (1989), Colin & Andreu (1990) e Viviers (1990, 1995), Coimbra *et al.* (2002), sendo que a grande maioria dos trabalhos acima aborda faunas coletadas nas bacias de Sergipe-Alagoas, Potiguar e Paraíba.

Com base em ocorrências de ostracodes do

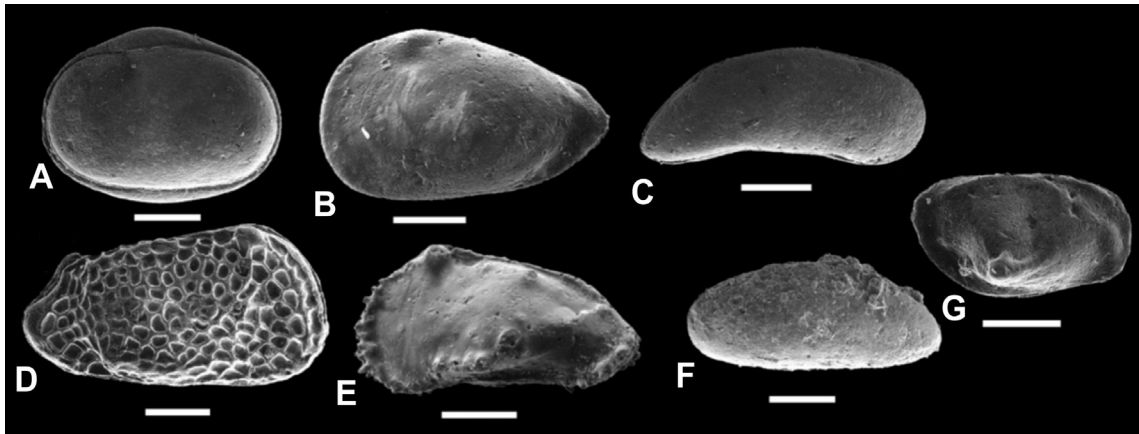
intervalo Ks-Pg, a Bacia de Sergipe-Alagoas foi a primeira a ser estudada (Neufville, 1973, 1979). Nesta bacia apenas uma espécie ocorre em seções basais do Cretáceo Superior: *Bracythyther sapucariensis* Krömmelbein, 1964. Os estudos de ostracodes da Bacia Pernambuco-Paraíba têm sido utilizados para uma maior compreensão da gênese deposicional e posicionamento do limite Ks-Pg nesta bacia (Fauth, 2000; Fauth & Koutsoukos, 2002; Fauth & Coimbra, 2002; Fauth *et al.*, 2005). O conjunto de ostracodes recuperados neste intervalo da Bacia Pernambuco-Paraíba é dominado pela família Trachyleberididae, indicando um ambiente marinho normal quanto à salinidade. A composição da ostracodofauna indica paleoprofundidades diferentes para o Maastrichtiano e para o Daniano (Fauth & Koutsoukos, 2002).

Nos depósitos do Maastrichtiano a fauna de ostracodes é predominantemente composta por espécies lisas, geralmente desprovidas de tubérculos oculares, indicando um ambiente com baixa luminosidade. Estas características morfológicas associadas às observações da diversidade e abundância da fauna de ostracodes sugerem um ambiente nerítico distal a batial superior (Fauth & Koutsoukos, 2002). As espécies dominantes nesta associação (Figura 2) são *Cytherella* aff. *C. ovoidea* Alexander, 1929, *Schizocytherella potyensis* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, *Protobuntonia glabra* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005 e *Protocosta reticulata* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005.

Na seção do Daniano a fauna de ostracodes apresenta maior diversidade e abundância. Essas espécies têm carapaças mais robustas, ornamentadas e dotadas de tubérculos oculares proeminentes indicando uma vida em zona fótica. Estas características juntamente com as associações dos grupos de espécies de ostracodes e de foraminíferos sugerem um ambiente nerítico médio a profundo (Fauth & Koutsoukos, 2002). Três espécies e uma subespécie são dominantes nesta associação (Figura 3): *Paracosta barri* Van Den Bold, 1960, *Cytherella piacabucensis* Neufville, 1973 e *Soudanella laciniosa laciniosa* Apostolescu, 1961 (Fauth & Koutsoukos, 2002). As ocorrências de *Soudanella l. laciniosa* permitem posicionar este intervalo com segurança no Daniano.

Muitos dos estudos de ostracodes marinhos brasileiros estão concentrados em compreender rotas migratórias e distribuição das espécies no limite Cretáceo-Paleógeno. Destes trabalhos podemos destacar Neufville (1973, 1979), Delicio *et al.* (2000), Viviers *et al.* (2000), Fauth & Coimbra (2002) e Fauth *et al.* (2005). De acordo com estes autores, grandes áreas do Alto do Rio Grande do Sul e da Cordilheira Walvis, Argentina, estavam expostas formando ilhas alinhadas no sentido leste-oeste restringido a





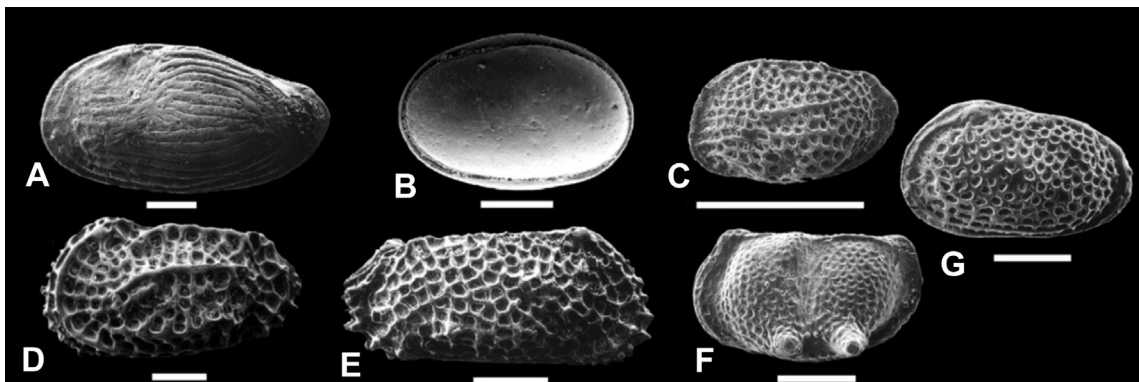
**Figura 2.** Ostracodofauna característica do Maastrichtiano da Bacia de Pernambuco-Paraíba, Brasil: **A**, *Cytherella* cf. *C. ovoideia* Alexander, 1929, vista lateral esquerda; **B**, *Protobuntonia glabra* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral esquerda; **C**, *Paracypris* aff. *gracilis* (Bosquet, 1854), vista lateral direita; **D**, *Protocosta reticulata* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral direita; **E**, *Schizoptocythere potyensis* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral esquerda; **F**, *Paracypris* sp. 1 Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral esquerda; **G**, *Bythoceratina inflata* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral direita. Escalas = 200 µm.

circulação oceânica no Atlântico Sul setentrional (Reyment, 1980). Esse paleoambiente foi interpretado como uma zona nerítica rasa, promovendo a migração dos ostracodes entre a América do Sul e África. Esta barreira leste-oeste teria cedido completamente no final do Paleoceno, mesma época em que circulação oceânica de águas bem oxigenadas teve seu surgimento (Reyment, 1980; Fauth & Coimbra, 2002).

Outros trabalhos que merecem destaque estão relacionados ao Cenozoico como, por exemplo, Sanguinetti (1979; 1980), que estudou ostracodes do Mioceno da Bacia de Pelotas. Ainda é preciso destacar uma série de artigos sobre ostracodes quaternários da plataforma continental brasileira produzido por

pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que pode ser considerado o grupo mais prolífico em ostracodologia no Brasil. Entre estes trabalhos destacamos alguns como Pinto *et al.* (1978) que fizeram estudos ao longo da costa brasileira, bem como Ornellas & Coimbra (1985) com a plataforma continental da região Norte do Brasil e Coimbra *et al.* (2013) com estudos nos arquipélagos de São Pedro e São Paulo. Ramos *et al.* (2011, 2012) também estudaram os ostracodes da costa brasileira.

O estudo de tafonomia relacionado com ostracodes é raro, dado que muitas amostras são provenientes de perfurações e o investigador muitas vezes já recebe as amostras preparadas. Porém, nesta área podemos



**Figura 3.** Ostracodofauna característica do Daniano da Bacia de Pernambuco-Paraíba, Brasil: **A**, *Soudanella laciniosa laciniosa* Apostolescu, 1961, vista lateral esquerda; **B**, *Cytherella piacabucuensis* Neufville, 1979, vista lateral esquerda; **C**, *Loxoconcha mariafarienses* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral esquerda; **D**, *Paracosta barri* (Van Den Bold, 1960), vista lateral esquerda; **E**, *Paracosta recifeiensis* Fauth, Colin, Koutsoukos & Bengtson, 2005, vista lateral direita; **F**, *Bythoceratina incurvata* (Bertels, 1973), vista lateral esquerda; **G**, *Longiella reymonti* (Neufville, 1973), vista lateral esquerda. Escalas = 200 µm.

destacar Bertani & Carozzi (1984) que estudaram a tafonomia de ostracodes não-marinhos da Formação Lagoa Feia da Bacia de Campos, e Azevedo (1996) que estudou a tafonomia de ostracodes marinhos devonianos da Formação Ponta Grossa.

O estudo de ostracodes marinhos paleozoicos é pouco expressivo, podendo destacar Pinto & Purper (1986), que descrevem o único ostracode identificado para a Formação Ponta Grossa.

**Ostracodes não-marinhos do Brasil.** Quem inicia seus estudos de taxonomia com ostracodes não-marinhos encontra alguma dificuldade porque, ao contrário das formas marinhas, as formas límnicas não possuem uma carapaça muito ornamentada, resultando em formas muito assemelhadas entre si.

A carapaça carbonática dos ostracodes se preserva muito bem ao longo do registro geológico, principalmente a forma geral (ou *outline*), mas também a presença de ornamentação e outros elementos como nódulos, espinhos, etc. Ocasionalmente ocorrem algumas exceções, em localidades do tipo *laggerstätten*, como a Formação Santana do Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe (Ceará, Brasil) onde ocorrem fósseis, como *Harbinia micropapillosa*, que preservou inclusive os apêndices, permitindo comparações da anatomia interna com formas recentes (Figura 4).

Ostracodes não-marinhos têm a mais alta taxa de origem de linhagens assexuadas do que qualquer outro grupo animal (Chaplin *et al.*, 1984) e incluem a mais antiga linhagem assexuada conhecida na natureza,

a dos Darwinulidae, que não têm representantes machos conhecidos para os últimos 25 milhões de anos ou mais (Buttlin & Griffiths, 1983; Rossetti & Marteens, 1996; Schön *et al.*, 1998). Isto tem profundas implicações na distribuição biogeográfica dos ostracodes continentais, já que apenas uma fêmea, em condições ambientais favoráveis pode colonizar um novo ambiente.

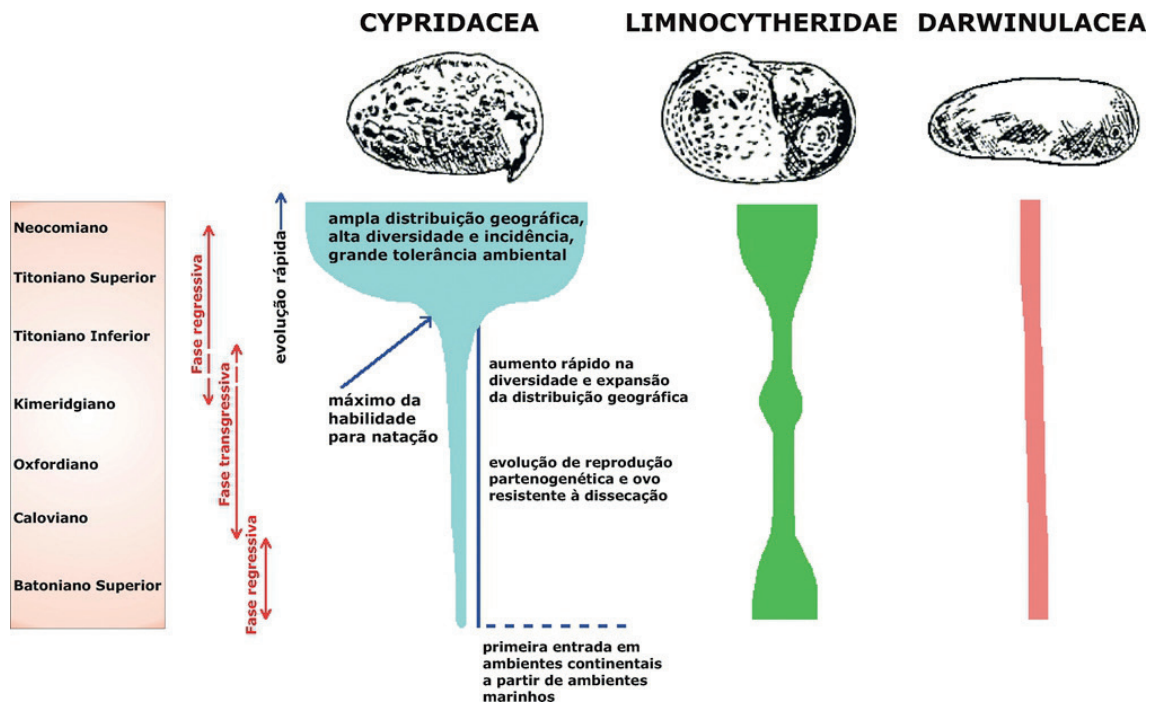
Os processos iniciais de rifting resultam em muitos ambientes lacustres, favoráveis ao desenvolvimento de ostracodes em grandes quantidades. Tambareu (1982) menciona que entre o Nordeste brasileiro e o leste africano, no intervalo Neocomiano-Aptiano, encontram-se 131 espécies de ostracodes em comum. Esta interessante correlação entre as bacias evidencia a união pretérita dos dois continentes (Tambareu, 1982; Neale, 1984; Whatley, 1988).

Nos últimos andares do Cretáceo, o número de espécies de ostracodes continentais em comum entre os dois continentes é muito reduzido, conforme poderá ser observado no final deste trabalho. Considera-se que nesta época o Atlântico era uma importante barreira geográfica para as faunas dos ambientes continentais.

No Eocretáceo as associações foram dominadas pela presença dos gêneros *Cypridea*, *Paracypridea* e *Reconavona*, abundantes e diversificados (Figura 5). O sucesso do gênero *Cypridea* e sua ampla distribuição geográfica é devidamente tratado por Whatley (1990, 1992). No Neocretáceo, as condições ambientais



Figura 4. *Harbinia micropapillosa* (Formação Santana, Chapada do Araripe, Brasil, Cretáceo Inferior); um interessante exemplo de apêndices preservados, que podem ser observados através da carapaça entreaberta (Miler s/d). Escala = 100 µm.



**Figura 5.** Evolução dos principais grupos de ostracodes límnicos durante o Cretáceo Inferior. Retirado de Whatley (1992).

tornam-se diferentes, pois os extensos lagos riftes já se transformaram em proto-oceano e em oceano Atlântico, reduzindo expressivamente a ocorrência dos ostracodes límnicos no Brasil e também na África. Há também mudanças na dominância faunística e os gêneros anteriormente expressivos como *Cypridea*, *Paracypridea* e *Reconcavona*, não fazem mais parte da fauna de ostracodes continentais da América do Sul (notadamente Brasil e Argentina). O gênero *Cypridea* permanece abundante somente em bacias com depósitos neocretáceos da China, como na Bacia de Songliao.

O estudo de ostracodes não-marinhos se desenvolveu no Brasil especialmente relacionado à indústria petrolífera. No Brasil, o petróleo está relacionado especialmente ao desenvolvimento de extensos ambientes lacustres originados pelo rifting do Gondwana, que separou a América do Sul da África. Como já comentado acima, nestes lagos desenvolveu-se uma abundante comunidade de ostracodes, que foram intensamente utilizados para estabelecer uma bioestratigrafia local. Ainda hoje o estudo de ostracodes é essencial nesta área demonstrando a aplicabilidade da micropaleontologia de invertebrados.

O estudo de ostracodes não-marinhos começa a partir de dois trabalhos de T. R. Jones (Jones, 1860; Jones, 1897) com material proveniente da Bahia. Posteriormente os ostracodes provenientes da Bahia

voltaram a ser objeto de estudos desta vez por Swain (1946).

Autores brasileiros começam a estudar este grupo ainda nos anos 1950 (Pinto & Sanguinetti, 1958). Nos anos 1960 e 1970 foram inúmeros estudos voltados especialmente para a taxonomia ou com finalidades bioestratigráficas (Grekoff, 1956; Pinto & Sanguinetti, 1962; Moos, 1959; Wicher, 1959; Krömmelbein 1961, 1962, 1964; Schaller, 1969; Krömmelbein & Weber, 1971; Viana *et al.*, 1971; Moura, 1972; Bate, 1972, 1973; Bertels, 1977; Purper, 1977, 1979; Silva, 1978a,b,c). Somente para dar uma ideia da representatividade dos trabalhos destas décadas podemos citar Krömmelbein & Weber (1971) que descrevem 51 espécies não marinhas da série Bahia e pós-Bahia do Nordeste brasileiro.

No final dos anos 1960 houve uma interessante contribuição de McKenzie & Hussiny (1968) discutindo ideias ainda não aceitas, naquele tempo, da deriva continental de Wegener. Nos anos 1980 e 1990 também se percebe que há um foco muito importante ainda nos estudos de cunho taxonômico e bioestratigráfico, mas também biogeográfico, como foram os trabalhos de Tambareau (1982); Pinto & Sanguinetti (1984); Moura & Praça (1985); Macedo (1987); Moura (1987, 1988); Viviers & Regali (1987); Regali & Viana (1989); Arai & Coimbra (1990); Guzzo & Coimbra (1990); Silva-Telles & Viana (1990); Berthou *et al.* (1994); Colin & Depeche (1997); Carmo

*et al.* (1999); Gobbo-Rodrigues *et al.* (1998); Gobbo-Rodrigues *et al.* (1999a,b); Smith (1999).

A partir de 2000 outros trabalhos se destacam, entre eles Smith (2000); Viviers *et al.* (2000); Gobbo-Rodrigues (2001); Dias-Brito *et al.* (2001); Würdig & Pinto (2001); Coimbra *et al.* (2002); Carmo *et al.* (2004a,b). Em 2009 ocorre o *XVI International Symposium on Ostracoda* no Brasil, com expressiva participação de pesquisadores brasileiros, tanto de ostracodes não-marinhos quanto marinhos (Coimbra, 2009). A partir deste evento, novos trabalhos sobre ostracodes não-marinhos têm sido publicados, como por exemplo, Antonietto *et al.* (2011).

### FRAGMENTOS ESQUELETAIS

Muitos fragmentos esqueléticos são irreconhecíveis por conta do tamanho e forma. O estudo de fragmentos de macroinvertebrados, entretanto, pode ser efetuado dependendo da preservação de partes diagnósticas. Muitas vezes só se pode reconhecer a ocorrência de grandes grupos taxonômicos, sem a possibilidade de especificar os táxons.

Restos esqueléticos de metazoários invertebrados podem ser reconhecidos tanto em lâminas petrográficas (seções finas de rocha) como em preparações de *screenwashing* e palinológicas. Se estes organismos tiverem o esqueleto formado de pequenas partes, como espículas e escleritos, a identificação pode ser um pouco mais fácil. Algumas vezes não se consegue associar a parte esquelética à espécie original, sendo necessário o estabelecimento de uma parataxonomia; uma taxonomia específica para estas partes isoladas, que permite pelo menos comparações bioestratigráficas.

No Brasil as observações em lâminas petrográficas são muito utilizadas para estudos das seções de perfurações das bacias costeiras cretáceas, relacionadas à prospecção de petróleo. Porém, muitas destas ocorrências permanecem inéditas por questões de sigilo industrial, permanecendo registradas apenas em relatórios internos.

Os fragmentos esqueléticos em geral são muito utilizados no estudo de microfácies, uma ferramenta da micropaleontologia que analisa todos os caracteres paleontológicos e petrográficos que podem ser observados em seções de rocha (lâminas petrográficas). Muito usado pela indústria do petróleo, o método é aplicável apenas para microfósseis.

O estudo de microfácies depende da observação cuidadosa de lâminas petrográficas para identificar os fósseis presentes na rocha, além do estudo da diagênese da rocha e do fóssil. Deve-se, paralelamente, usar técnicas para recuperar os fósseis (por triagem), para comparação com o resultado observado nas lâminas

petrográficas. A observação dos fósseis recuperados por triagem permite, para cada unidade estratigráfica, reconhecer os elementos esqueléticos aparentes nas lâminas petrográficas.

Podem aparecer fragmentos ou espécies muito pequenas de braquiópodes nas lâminas, assim como ostracodes, cnidários, moluscos, equinodermos e até mesmo icnofósseis de invertebrados diversos.

**Escolecodontes.** Annelida Polychaeta compõe a biota de vermes escavadores e tubícolas que integram parte importante da infauna (Rupert & Barnes, 2005). Os poliquetos estão representados no registro fóssilífero de microinvertebrados a partir de peças bucais de composição quitinosa e carbonácea, denominadas de escolecodontes. No geral, estas peças bucais são encontradas como elementos dissociados do restante do animal. Podem estar associados a outros elementos também estudados por preparação palinológica, como no caso de acritarcos e quitinozoários.

As ocorrências mais antigas de escolecodontes são do Ordoviciano Inferior e podem ser encontrados até mesmo no recente. A maior diversidade deste grupo, entretanto, pode ser encontrada no Ordoviciano Superior ao Devoniano (Bignot, 1985; Molina, 2004). Após o Devoniano tornam-se mais raros (Bignot, 1985).

Em termos paleoambientais não se pode correlacionar que escolecodontes sejam originários exclusivamente de ambiente marinho, apesar de o serem em sua maioria (Molina, 2004). Mesmo no Brasil existem ocorrências destes elementos em sedimentos continentais do Paleógeno das bacias de Resende e Bonfim e Folhelhos do Gráben de Casa de Pedra na Bacia de Volta Redonda (Lima & Dino, 1984; Lima & Amador, 1985; Lima *et al.*, 1984).

No Brasil as ocorrências de escolecodontes estão mais concentradas no Paleozoico, notadamente na Formação Ponta Grossa do Devoniano (Praguiano/Emsiano) da Bacia do Paraná e foi inicialmente descrita por Lange (1947) e posteriormente Lange (1949; 1950). Os microfósseis desta unidade têm relação com a fauna Malvinocáfrica. A presença de escolecodontes na Formação Ponta Grossa foi relatada por diferentes autores (Lange, 1967; Mendes, 1982; Cruz & Soares, 1996; Bolzon *et al.*, 1999; Manoel & Lorenz, 2008).

Ainda no Paleozoico temos ocorrências de escolecodontes para a Bacia do Amazonas nas formações Trombetas, do Siluriano (Oliveira & Lima, 1990), Maecuru, do Devoniano (Távora & Souza, 1999) e Itaituba, do Carbonífero (Scomazzon, 2004). Também existem relatos de escolecodontes para a Formação Piauí, Neocarbonífero da Bacia do Piauí (Campanha & Rocha Campos, 1979; Anelli *et al.*, 1992,



1994).

Algumas ocorrências de escolecodontes pós-paleozoicos foram relatadas por diversos autores para bacias cretáceas como Rio do Peixe (Lima & Coelho, 1987) ou São Luís (Pedrão *et al.*, 1993), bem como para bacias cenozoicas em São Paulo e Rio de Janeiro, tais como a Formação Resende na Bacia de Taubaté e ainda nas bacias de Bonfim e Volta Redonda (Lima & Dino, 1984; Lima & Amador, 1985; Lima *et al.*, 1984). Na região Sul temos ocorrências na Bacia de Pelotas (Silva *et al.*, 2011).

De forma geral a frequência de publicações sobre escolecodontes brasileiros segue a tendência mundial, sempre relatando ocorrências pontuais e muitas vezes apontando apenas a presença destes aparatos bucais com pouca ou nenhuma identificação taxonômica. Outra dificuldade encontrada se refere à ausência de microfotografias que permitam a comparação entre materiais. Normalmente os escolecodontes não são o foco principal dos artigos e são citados apenas para registrar a ocorrência, especialmente em trabalhos de palinologia.

**Espículas de esponja e escleritos de Chancelloria.** As esponjas, que constituem o filo Porifera, são os mais primitivos dos animais multicelulares. Elas não têm órgãos, mas elas têm tecido conjuntivo bem desenvolvido, no qual as células realizam várias funções. Comparadas com os outros metazóários, as células apresentam um alto grau de independência, de forma que o corpo da esponja lembra uma colônia de protozoários em alguns aspectos. As esponjas são organismos sésseis que tem um plano corporal incomum construído ao redor de um sistema de canais de água (Ruppert & Barnes, 2005). Por se tratarem de seres suspensívoros, não são tolerantes a águas com grandes concentrações de sedimentos. Ocorrem desde a superfície até altas profundidades.

Segundo Volkmer-Ribeiro (1999), no Brasil os primeiros registros de esponjas límnicas são reportados na segunda metade do século XIX, provenientes de indivíduos coletados em sua quase totalidade na Amazônia por naturalistas e viajantes europeus. No que diz respeito às ocorrências fossilíferas, os espongiários são preservados na forma de espículas, sendo rara a preservação de fósseis íntegros. Na América do Sul existem atualmente três fósseis preservados íntegros, estes são atribuídos à espécie límnic *Ephydatia chilena* Pisera & Sáez, 2003, recuperados em sedimentos do Mioceno do Chile. Recentemente no Brasil fósseis íntegros foram reportados por Mouro *et al.* (2014), para o Permiano da Bacia do Paraná.

No Brasil, os primeiros registros de espículas de espongiários foi realizado por Washburne (1930)

em sedimentos do Paleozoico da Bacia do Paraná, sendo que o registro mais antigo deste grupo é feito por Rosa (2005), que atribui as ocorrências de espículas provenientes da Bacia de Itajaí a sedimentos do Cambriano. Ainda para a Era Paleozoica, Silva (1987) classifica as espículas mono, tri e tetraxônicas recuperadas na Formação Uerê, Devoniano da Bacia do Solimões como pertencentes a indivíduos da classe Desmospongia Sollas, 1896. Estas ocorrências indicariam um paleoambiente de águas rasas, como aquele que ocorre no norte dos Apalaches, com a proliferação de esponjas *hialoesponjas*, demonstrando assim, que o evento de resfriamento climático foi global e concomitante com o ciclo transgressivo do Frasniano (Silva, 1987).

No que diz respeito às ocorrências fossilíferas, o Grupo Passa Dois da Bacia do Paraná possui um importante registro. Maranhão & Petri (1996) classificaram as espículas recuperadas em afloramentos das formações Corumbataí e Estrada Nova, como oxeadas monoxônidas características da classe Demospongia da ordem Haplosclerida.

Almeida (2005) atribuiu as ocorrências de espículas silicosas monoaxônicas diactinais recuperadas na Formação Irati, Bacia do Paraná, à classe Desmospongia, estando associadas a ambientes de águas calmas.

*Chancelloria* é um organismo exclusivo do período Cambriano (Conway-Morris, 1992). Sua afinidade ainda é incerta. Inicialmente propôs-se que esses organismos seriam espongiários, mas atualmente foram relocalizados no filo Coeloscleritophora (Bengtson & Hou, 2001). São extremamente raros, mas uma ocorrência é descrita para estratos cambrianos brasileiros, na Bacia de Itajaí (Paim *et al.*, 1997).

Existem ainda muitos estudos com espículas de esponjas do Pleistoceno e principalmente do Holoceno, que têm como enfoque principal a sistemática, paleoclima e paleoambiente (*e.g.* Parolin *et al.*, 2007, 2009).

**Moluscos e braquiópodes.** Estes têm sido intensamente estudados no Brasil há muitas décadas, mas principalmente em estudos macroscópicos, especialmente para organismos paleozoicos, destacando-se a imensa contribuição dos professores Sergio Mezzalana e Marcelo Guimarães Simões, o primeiro no estudo de moluscos bivalves e o segundo no estudo de braquiópodes. Por outro lado, os estudos específicos de microscopia para moluscos e braquiópodes são pouco desenvolvidos. Dados disponíveis para os micro-moluscos e microbraquiópodes são praticamente inexistentes. Também são poucos os trabalhos publicados com fragmentos, com algumas exceções como para a

Bacia de Pelotas (Sanguinetti 1980; Simões *et al.*, 2008). Alguns trabalhos de micropaleontologia fazem referências a braquiópodes e moluscos, mas não se consegue definir se estes foram identificados em amostras macro ou microscópicas (*e.g.* Campanha & Rocha-Campos, 1979).

Neste caso, também têm sido relatadas ocorrências de moluscos em amostras de perfurações das bacias costeiras brasileiras, principalmente em estudos de microfácies, mas muito deste material permanece em relatórios internos de empresas, como a PETROBRAS. Existem ainda ocorrências não descritas formalmente de microgastrópodes em sedimentos da Formação Santana da Bacia do Araripe coletados pela autora sênior deste capítulo.

**Equinodermos.** Durante a vida do equinodermo, seu corpo é recoberto por pele dura e fibrosa que secreta o esqueleto calcário rico em magnésio, que consiste em partes calcíticas. Fibras orgânicas permeiam estas placas, e, após a morte do equinodermo sua decomposição gera vazios que são preenchidos por calcita secundária. Tais placas dissociam-se e se espalham no ambiente, contribuindo para o registro paleontológico na forma de bioclastos. Estes bioclastos podem ser observados e descritos pelo método de microfácies mencionado anteriormente.

Fragmentos de placas ambulacrais, interambulacrais e espinhos não são raros em seções preparadas para estudos de microfácies. Em lâminas de rocha, por exemplo, vértebras de ofiurídeos são fáceis de serem reconhecidas devido à sua simetria bilateral. Placas laterais, ventrais e dorsais são identificáveis graças à sua forma curva em cortes transversais. Muitos

elementos esqueléticos deixados por equinodermos são observáveis apenas por métodos de estudo da micropaleontologia. Os restos esqueléticos do grupo dos holoturoídeos, por exemplo, são escleritos formados por cristais de calcita com tamanho entre 0,05 mm e 1 mm e são abundantes em calcilutitos e argilitos (Frizzel & Exline, 1955), tendo morfologia muito variada, desde formas de agulha, bastão, cruz, anzol ou em anel, roda, placa, etc. (Molina, 2004).

Os estudos sobre este grupo são bem escassos no mundo e não ocorre de modo diferente nas bacias brasileiras. Ainda assim, existem referências a registros de escleritos de holoturoídeos como em Campanha & Rocha Campos (1979) para a Bacia do Parnaíba.

Os crinóides mal são identificáveis em nível de família nas seções de microfácies, mas são úteis para determinar se a sedimentação ocorreu em área próxima ou afastada de recifes, ou em barras de maré. Seu potencial bioestratigráfico sempre foi subestimado, mas recentemente percebeu-se que há formas que marcam muito bem certos intervalos de tempo. Como não há muitos dados de distribuição estratigráfica publicados, sua bioestratigrafia fica, por enquanto, prejudicada (Bruno Ferré, informação verbal para a autora sênior). Equinodermos do grupo dos roveacrinídeos, analisados pelo método de microfácies, possibilitaram o biozoneamento intrabasinal que pode ser usado para correlações cronoestratigráficas na Bacia de Sergipe e serve como base para correlações bioestratigráficas globais (Ferré *et al.*, 2005) (Figura 6).

As pesquisas com equinodermos em análises de microfácies ainda são recentes e pouco expressivas no Brasil, restringindo-se a intervalos no Cretáceo.



**Figura 6.** Fragmento de equinodermo roveacrinídeo em lâmina petrográfica (Ferré *et al.*, 2005).

Equinoides identificados em lâminas petrográficas foram usados como marcadores paleoambientais para o início de transgressão marinha, local em ambiente de água rasa e movimentada, no Cretáceo da Bacia Potiguar (Barbosa, 2000).

Roveacrinídeos também foram registrados em seções na Bacia de Santos e correspondem à ocorrência mais antiga desta família no Atlântico Sul, demonstrando que a região norte do Atlântico Sul era conectada com o Tethys no intervalo Neoptiano-Albiano (Dias-Brito & Ferré, 1997, 2001).

Outros fósseis, do Cenomaniano-Coniaciano, da Formação Cotiguiuba, da Bacia de Sergipe, foram descritos por Ferré *et al.* (2005), um interessante trabalho que exemplifica a importância dos roveacrinídeos e sua aplicação na bioestratigrafia. Outro fato interessante a notar aqui, é que nos estratos do Cenomaniano tardio da Bacia de Sergipe os roveacrinídeos perfazem até 25% das amostras e este *boom* de roveacrinídeos indica um desenvolvimento de extensas plataformas carbonáticas relacionadas à subida do nível do mar. Por outro lado, na transição entre o Cenomaniano-Turoniano a quantidade de roveacrinídeos cai para 5% das amostras apenas, indicando mudanças paleoambientais (Ferré *et al.*, 2005).

Equinodermos também foram registrados em lâminas do Neocretáceo da Bacia de Pernambuco-Paraíba (Lima & Koutsoukos, 2004) e a abundância deste grupo, em alguns níveis foi usada, em conjunto com outros elementos, como evidência de diminuição gradual da profundidade em áreas da Bacia de Sergipe (Walter *et al.* 2005), também durante o Cretáceo.

De forma geral, ainda se considera que muitas informações relacionadas a este grupo estão contidas em relatórios internos de companhias petrolíferas e permanecem como dados não publicados (Ferré *et al.*, 2005). Entretanto, considerando o potencial para análises bioestratigráficas e paleoambientais esperamos que novos estudos sejam publicados nos próximos anos.

**Conchostráceos.** São artrópodes que vivem em águas continentais, geralmente alcalinas. São extremamente sensíveis a variações na salinidade e não vivem necessariamente em corpos d'água efêmeros, tolerando a presença de peixes predadores em seu habitat e até mesmo de espécies do mesmo gênero num único corpo d'água (Ferreira-Oliveira, 2010).

Uma característica importante é que normalmente os conchostráceos são pouco diversificados nas unidades que ocorrem. Assim, conhecer os conchostráceos de uma unidade litológica em detalhes morfológicos permite reconhecer os mesmos em frações microscópicas, por serem as mesmas

ocorrências. Desta maneira, destacamos abaixo trabalhos sobre conchostráceos em ocorrências macroscópicas, porque raros são os trabalhos sobre ocorrências microscópicas deste grupo.

Os conchostráceos mais antigos descritos no Brasil pertencem à Era Paleozoica. As pesquisas de Rosemarie Rohn e Luis G. Ferreira-Oliveira são, em parte, dedicadas à descrição, paleoecologia e uso bioestratigráfico de conchostráceos permianos da Formação Rio do Rasto, da Bacia do Paraná (Oliveira & Rohn, 2008, Ferreira-Oliveira & Rohn, 2010). Centenas de ocorrências deste artrópode já foram registradas na Formação Rio do Rasto e corroboram as interpretações sobre a origem continental dos seus depósitos. Seus estudos, baseados em fósseis coletados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, também possibilitam a reinterpretação da paleogeografia da conchostracofauna com base em comparações com ocorrências com outras áreas do globo, contribuindo para o entendimento da evolução do grupo no Gondwana. Seu estudo já permitiu a proposição de dois zoneamentos bioestratigráficos (Rohn, 1994; Ferreira-Oliveira, 2007). O incentivo ao uso de conchostráceos como ferramenta bioestratigráfica também é sugerido por Gallego & Martins-Neto (2006), que revisaram a distribuição estratigráfica de fósseis brasileiros, sul-americanos e africanos, demonstrando a inter-relação existente entre as faunas preservadas no Gondwana ocidental durante o Mesozoico.

Apesar das abundantes ocorrências no Paleozoico, a pesquisa de conchostráceos no Brasil se concentrou basicamente naqueles coletados em estratos mesozoicos. A ocorrência de conchostráceos triássicos na Sequência Ladiniana-Eonoriana (Triássico) da Bacia do Paraná foi referida por Faccini (2000). Ainda no Sul do país, na Formação Santa Maria, os conchostráceos ocorrem associados a insetos, restos vegetais e peixes (Perez & Malabarba, 2002; Crisafulli & Dutra, 2010).

Nas fácies fluviais da Formação Guará, do Triássico, no oeste do Rio Grande do Sul, um afloramento revelou restos fósseis de conchostráceos de configuração oval, com cerca de 0,6 cm de comprimento e 0,4 cm de largura e numerosas linhas de crescimento. Por serem bons indicadores paleoambientais de climas temperados quentes, habitando rios efêmeros e pequenos lagos, puderam ser usados para a descrição do paleoambiente da formação (Dentzen-Dias & Schultz, 2003).

No Nordeste brasileiro, os conchostráceos fósseis sempre foram reconhecidos em trabalhos de detalhe na Bacia do Araripe e seus arredores (Mabesoone & Tinoco, 1973). Nesta bacia que é tão importante para o conhecimento de vertebrados (principalmente peixes e répteis), os conchostráceos são identificados

na Camada Ipubi (topo do Membro Crato) (Dentzen-Dias *et al.* 2010).

Desde o início do século XX, os trabalhos de Small (1913) e Moraes (1924), registram, em bacias menores ao redor da Chapada do Araripe, a presença de conchostráceos bem preservados, material que ainda permanece pouco estudado (para mais detalhes ver capítulo seis do presente volume). Carvalho (1993) identificou os conchostráceos das bacias interiores do Nordeste e Carvalho (1996) realizou estudo pormenorizado da conchostracofauna da Bacia de Barro, em que constatou idade eocretácea à semelhança com a fauna preservada no oeste africano. No estudo recente de conchostráceos das bacias marginais à Chapada do Araripe, destaca-se o esforço de Melo *et al.* (2010) na descrição dos táxons coletados na Bacia de Padre Marcos. Estes autores supõem a conexão entre estas bacias a partir das semelhanças das assembleias de conchostráceos observadas em cada uma delas.

Ainda no Nordeste brasileiro, Lana & Carvalho (2002) descreveram a fauna de conchostráceos da Bacia Potiguar, identificando duas assembleias distintas em dois níveis cretáceos da bacia, que também mostraram semelhanças com as faunas identificadas nas bacias coevas do oeste africano.

No Sudeste, a deposição em leques aluviais do Grupo Bauru, no triângulo mineiro, proporcionou a preservação de fósseis continentais, dentre eles conchostráceos, moluscos, anelídeos, crustáceos e vertebrados (Campanha *et al.*, 1993). O Grupo Bauru também preserva conchostráceos fósseis no Estado de São Paulo, que viveram em lagos com água parada,

fundo desóxico e eram transportados por correntes de turbidez ou provocadas por tempestades (Rohn *et al.*, 2005). E no Centro-Oeste, Rocha-Campos & Farjallat (1966) descrevem e identificam conchostráceos na Formação Botucatu, no Mato Grosso do Sul.

Em São Paulo foram coletados os únicos conchostráceos do Oligoceno no mundo, na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (Gallego & Mesquita, 2000). Esta descoberta tem importância e é destaque para o estudo de conchostráceos no Brasil, pois preenche o hiato caracterizado pela não ocorrência destes artrópodes no Paleógeno e Neógeno globais (Figura 7).

Apesar de discretas, quando comparadas com outros grupos de fósseis, a pesquisa de conchostráceos fósseis brasileiros tem contribuído para o entendimento global da evolução do grupo. A maior parte das pesquisas brasileiras, atualmente, busca o entendimento da fauna gondwânica e a descrição dos conchostráceos brasileiros diante das ocorrências observadas em países adjacentes, a fim de determinar com maior precisão, a paleobiogeografia dos grupos de conchostráceos e sua distribuição no tempo geológico.

## CONCLUSÃO

Entre microinvertebrados, o grupo mais estudado atualmente é o dos ostracodes, devido tanto à sua facilidade de preservação (carapaças carbonáticas), quanto à sua aplicabilidade na indústria petrolífera e também para correlações ambientais e bioestratigráficas. De forma geral tende-se hoje a



**Figura 7.** Molde externo (holótipo) do conchostráceo *Tremembeglypta saadi*, Oligoceno da Bacia de Taubaté (Gallego & Mesquita, 2000). Escala = 10 mm.



ampliar os grupos de estudos de rochas carbonáticas, que representam importantes reservatórios do petróleo no Brasil. Porém, como a indústria trabalha com sigilo industrial, infelizmente espera-se que o crescimento das publicações no futuro próximo não reflita a real quantidade de microfósseis de invertebrados estudados. Apesar disso, é possível perceber que este grupo, tão heterogêneo em suas formas e origens tem sido amplamente estudado no país pelo volume de artigos aqui mencionados, que também não refletem a totalidade dos trabalhos publicados. Ainda assim percebe-se que esta é uma grande área de estudo onde futuros pesquisadores podem dedicar suas carreiras.

## REFERÊNCIAS

- Alexander, C.I. 1929. Ostracoda from the Cretaceous of north Texas. *University Texas Bulletin*, **2907**:1-137.
- Almeida, C.M. 2005. *Taxonomia e paleoecologia de ostracodes do Permiano da Bacia do Paraná, Estado de Goiás, Brasil: considerações paleoambientais e cronostratigráficas*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, M.Sc. thesis, 96 p.
- Antonietto, L.; Gobbo-Rodrigues, S.; Carmo, D.A.do; Assine, M.L.; Fernandes, M.A.M.C.C. & Silva, J.E.L. 2011. Taxonomy, ontogeny and paleoecology of two species of *Harbinia* TSAO, 1959 (Crustacea, Ostracoda) from the Santana Formation, Lower Cretaceous, Northeastern Brazil. *Journal of Paleontology*, **86**:659-668.
- Anelli, L.E.; Rocha-Campos, A.C. & Lima Filho, F.P. 1992. Paleoecologia dos bivalves da Formação Paiuí (Neocarbonífero) Bacia do Parnaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992. *Boletim de Resumos Expandidos*, São Paulo, SBG, v. 1. p. 502.
- Anelli, L.E.; Rocha-Campos, A.C. & Simões, M.G. 1994. Pelecypods from the Piauí Formation (Middle Pennsylvanian), Parnaíba Basin, Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994. *Boletim de resumos expandidos*, Camboriú, SBG, p. 223-224.
- Apostolescu, V. 1961. Contribution a l'étude paléontologique (ostracodes) et stratigraphique des bassins Crétacés et Tertiaires de l'Afrique occidentale. *Revue de L'institut français du Pétrole*, **16**:779-867.
- Arai, M. & Coimbra, J.C. 1990. Análise paleoecológica do registro ds primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1989. *Anais*, Crato, DNPM, p. 225-239.
- Armstrong, H.A. & Brasier, M.D. 2005. *Microfossils*. 2.ed. Oxford: Blackwell,
- Azevedo, I. 1996. Considerações tafonômicas sobre os ostracodes da Formação Ponta Grossa (Devoniano). In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO: ESTRATIGRAFIA E PALEONTOLOGIA, 1, 1996. *Anais*, Ponta Grossa, Gráfica Planeta, p. 141-146.
- Barbosa, L.S.S. 2000. Microfácies carbonáticas do furo ESAM, Mossoró - RN. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, **28**:223-240.
- Bate, R. H. 1972. Phosphatized ostracods with appendages from the Lower Cretaceous of Brazil. *Palaeontology*, **15**:379-393.
- Bate, R. H. 1973. On Pattersonocypris micropapillosa Bate. *Stereo-atlas of Ostracod Shells*, **1**:101-108.
- Bengtson, P. 1983. The Cenomanian-Coniacian of the Sergipe Basin, Brazil. *Fossils and Strata*, **12**:1-78.
- Bengtson, S. & Hou, X. 2001. "The integument of Cambrian chancelloriids". *Acta Palaeontologica Polonica*, **46**:1-22.
- Bertani, R.T. & Carozzi, A.V. 1984. Microfacies, depositional models and diagenesis of Lagoa Feia Formation (Lower Cretaceous), Campos basin, offshore Brazil. *Ciência Técnica Petróleo, Seção Exploração de Petróleo*, **14**:104.
- Bertels, A. 1977. Cretaceous ostracoda. South Atlantic. In: F. Swain (ed.) *Stratigraphic Micropaleontology of Atlantic basin and borderlands*, Elsevier, p. 271-304.
- Berthou, P.Y.; Depeche, F.; Colin, J.P.; Figueira, J.B. de M. & Teles, M.S.L. 1994. New data on the ostracodes from the Crato lithologic units (lower member of the Santana Formation, latest Aptian-Lower Albian) of the Araripe basin (Northeastern Brazil). *Acta Geologica Leopoldensia*, **17**:539-554.
- Beurlen, K. 1969. Geologia da região de Mossoró. *Coleção Mossoroense, Série C*, **18**:1-173.
- Bignot, G. 1985. *Elements of Micropaleontology*. Londres, R.U. Graham & Trotman. 217 p.
- Bolzon, R.T.; Azevedo, I. & Assine, M.L. 1999. Jaguariaíva site, Paraná state, Brazil. In: C. Schobbenhaus; D.A. Campos; E.T. Queiroz; M. Winge; M. Berbert-Born (ed.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado em 27/12/1999 no endereço: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio065/sitio065english.htm> [Atualmente <http://sigep.cprm.gov.br/sitio065/sitio065english.htm>], último acesso em 04/11/2012.
- Bosquet, J. 1859. Les crustacés fossiles du terrain crétacé du Limbourg. *Verh. Geol. Besch. Kaart Nederl.* **2**:1-138.
- Brady, G. S. 1880. Report on the Ostracoda dredged by H.M.S. challenger during the years, 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S Challenger during the years, 1873-1876. *Zoology*, **1**:1-184.

- Brasier, M. D. 1980. *Microfossils*. London: George Allen & Unwin, p. 1-193 p.
- Buttlin, R. K. & Griffiths, H. I., 1983. Ageing without sex? *Nature*, 364: 380.
- Campanha, V. A. & Rocha-Campos, A. C., 1979. Alguns microfósseis da Formação Piauí (Neocarbonífero), Bacia do Parnaíba. *Boletim Instituto de Geociências da USP*, 10:57-67.
- Campanha, V.A.C.; Etchebehere, M.L.; Saad, A.R. & Fulfaro, V.J. 1993. Novas ocorrências fossilíferas no Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro, MG. *Geociências*, 12:353-372.
- Campbell, N. & Reece, J. B., 2010. *Biologia*. 8ª Ed. São Paulo: Artmed, 1456 p.
- Carmo, D. A. do; Sanguinetti, Y. T.; Coimbra, J. C.; Guimarães, E. M., 1999. Paleocologia dos ostrácodes não-marinhos do Cretáceo Inferior da Bacia Potiguar, RN, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, e Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur, 1, 1999. *Boletim...*, Serra Negra, UNESP:383-391.
- Carmo, D. A. do; Rafael, R. M. I.; Vilhena, R. M.; Tomassi, H. Z., 2004a. Redescritção de *Tberiosynoecum silvai* e *Darwinula martinsi*, Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, NE, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7:151-158.
- Carmo, D. A. do; Tomassi, H. Z.; Oliveira, S. B. S. G. de, 2004b. Taxonomia e distribuição estratigráfica dos ostrácodes da Formação Quiricó, Grupo Areado (Cretáceo Inferior, Bacia San-Franciscana, Brasil. 7:139-150.
- Carvalho, I.S., 1993. *Os conchostráceos fósseis das bacias interiores do Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 213p. (Tese de Doutorado)
- Carvalho, I.S. 1996. A conchostracofauna da Bacia de Barro (Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68:559-568.
- Chaplin, J. A.; Havel, J. E.; Herbert, P. D. N., 1984. Sex and ostracods. *Trends Ecol. Evol.*, 9: 435-439.
- Coimbra, J.C.; Arai, M. & Carreño, A.L. 2002. Lower Cretaceous microfossil from Araripe basin, Northeastern Brazil: a stratigraphical approach. *Geobios*, 35:687-698.
- Coimbra, J.C. (ed.), 2009. Program and Abstracts. 16th International Symposium on Ostracoda: biostratigraphy and applied ecology: Brasília-Brazil, Julho 26-30 de 2009. International Research Group on Ostracoda; Universidade de Brasília. Brasília: IRGO, 2009. 136 p.
- Coimbra, J.C. & Carreño, A.L. 2012. Richness and palaeo-zoogeographical significance of the benthic Ostracoda (Crustacea) from the oceanic Island of Trindade and Rocas Atoll, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 15:189-2012.
- Coimbra, J.C.; Bottezzini, S.R. & Machado, C.P. 2013. Ostracoda (Crustacea) from the Archipelago of São Pedro and São Paulo, Equatorial Atlantic, with emphasis on a new *Hemicytheridae* genus. *Iberingia*, 103:289-301.
- Colin, J.-P. & Depeche, F. 1997. Faunes d'ostracodes lacustres des bassins intra-cratoniques d'âge Albo-Aptian em Afrique de l'Ouest (Cmeroun, Tchad) et au Brésil: Considérations d'ordre paléoécologiques et paléobiogéographiques. *African Geosciences Review*, 4:431-450.
- Colin, J.-P. & Andreu, B. 1990. Cretaceous halocyprid Ostracoda. In: R. Whatley & C. Maybury (eds.) *Ostracoda and global events*, p.515-523.
- Conway-Morris, S., 1992. Burgess Shale-type faunas in the context of the 'Cambrian explosion': a review. *Journal of Geological Society*, 149:631-636.
- Crisafulli, A. & Dutra, T.L. 2010. Leño de *Kaokoxyloialesskyi* (Sahni) Maheshwari (CONIFERALES) en sedimentitas lacustres de la Secuencia Santa Maria 2, Faxinal do Soturno, RS, Brasil. *Paleontologia em Destaque n° 63*, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 19.
- Cruz, N. M. C.; Soares, O. 1996. Associações Palinológicas do Devoniano do Estado do Paraná. In: Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, 1, Ponta Grossa. *Anais...*, gráfica planeta, p. 45-54.
- Delicio, M. P., Coimbra, J. C., Carreño, A. L. 2000. Cretaceous marine ostracoda from the Potiguar basin, northeastern Brazil, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 215: 315-345.
- Dentzen-Dias, P. C. & Schultz, C. L. 2003. Conteúdo fossilífero e relações estratigráficas da Formação Guará (Jurássico Superior?), Rio Grande do Sul. *Paleontologia em Destaque n° 44*, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 32.
- Dentzen-Dias, P. C.; Figueiredo, A. E. Q.; Pinheiro, F. L.; Schultz, C. L., 2010. Primeira evidência icnológica de um tetrápode natante no Membro Crato (Cretáceo Inferior), Formação Santana (Bacia do Araripe, nordeste do Brasil). *Rev. bras. paleontol.* 13:257-260.
- Dias-Brito, D. & Ferré, B. 1997. Albian rovearinids (stemless crinoids) in the fine grained carbonates from the Santos Basin, in southeastern Brazil, western South Atlantic. In: Bechstadt, T. Bengtson, P., Greiling, R., Schweizer, V. (eds). 180 IAS REGIONAL EUROPEAN MEETING OF SEDIMENTOLOGY, Heidelberg *Abstracts. Gaea heidelbergensis*, 3:118-119.

- Dias-Brito, D. & Ferré, B. 2001. Rovearinids (stemless crinoids) in the Albian carbonates of the offshore Santos Basin, southeastern Brazil: stratigraphic, palaeobiogeographic and palaeoceanographic significance. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**:203-218.
- Dias-Brito, D.; Musacchio, E. A.; de Castro, J. C.; Maranhão, M. S. A. S.; Suarez, P.; Rodrigues, R., 2001. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil: concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue de Paleobiologie*, **20**:245-304.
- Faccini, U. F., 2000. *Estratigrafia do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: estilos deposicionais versus espaço de acomodação*. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 332p.
- Fauth, G. & Coimbra, J. C. 2002. Ostracodes Marinhos do Intervalo Cretáceo Superior-Terciário no Brasil: Considerações Paleobiogeográficas In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6º-. São Pedro-SP, Boletim, **1**:291-295.
- Fauth, G. & Koutsoukos, E. A. M. 2002. Inferências paleoecológicas a partir de associações de ostracodes marinhos do Maastrichtiano e Daniano na Bacia de Pernambuco-Paraíba In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6º-. São Pedro-SP, Boletim, **1**:261-265.
- Fauth, G. 2000. The Cretaceous-Tertiary (K-T) boundary ostracodes from the Poty Quarry, Pernambuco-Paraíba Basin, northeastern Brazil: systematics, biostratigraphy, palaeoecology, and palaeobiogeography. Inst. de Geociências, Universidade Heiderberg, Tese de Doutorado, 172p.
- Fauth, G. Colin, J. P. Koutsoukos E. A. M. & Bengtson, P. 2005. Cretaceous-Tertiary boundary ostracodes from the Poty quarry, Pernambuco, northeastern Brazil. *Journal of South African Earth Sciences*. **19**:285-305.
- Ferré, B.; Walter, S. & Bengtson, P. 2005. Roveacrinids in mid-Cretaceous biostratigraphy of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **19**:259-272.
- Ferreira-Oliveira, L. G. & Rohn, R. 2008. Conchostráceos com Linhas de Crescimento Recurvadas Junto à Margem Dorsal (Famílias Palaeolimnadiopsidae e Perilimnadiidae) da Formação Rio do Rasto, Permiano Superior, Bacia do Paraná, Brasil. *Revista do Instituto de Geociências (USP) Geol. USP Sér. Cient.*, São Paulo, **8**:41-52.
- Ferreira-Oliveira, L. G. & Rohn, R. 2010. Leaiid conchostracans from the uppermost Permian strata of the Paraná Basin, Brazil: Chronostratigraphic and paleobiogeographic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**:371-380.
- Ferreira-Oliveira, L. G. 2007. *Conchostráceos Permianos da Bacia do Paraná: taxonomia, evolução, biostratigrafia e paleobiogeografia*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Tese de Doutorado, 370 p.
- Ferreira-Oliveira, L. G. 2010. Conchostráceos fósseis e vivos: o presente é a chave do passado. *Paleontologia em Destaque nº 63*, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 33.
- Frizell, D.L. & Exline, H. 1955. Monograph of fossil Holothurian sclerites. University of Missouri School of Mines and Metallurgy, *Bulletin*, **89**:1-204.
- Gallego, O. F. & Martins-Neto, R. G. 2006. The Brazilian mesozoic conchostracan faunas: its geological history as an alternative tool for stratigraphic correlations. *Geociências (UNESP)*, **25**:231-239.
- Gallego, O. F. & Mesquita, M. V. 2000. First record of oligocene conchostracans (Tremembé formation, Taubaté Basin) from São Paulo, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **13**: 685-692.
- Gobbo-Rodrigues, S. R.; Petri, S.; Bertini, R. J., 1998. Possibilities of biotic correlations between Bauru Group (Paraná Basin, Brazil) and Neuquén Basin (Argentina) in the Upper Cretaceous; Project 381 (IUCP-IUGS). 3th. Ann. Conf., 1998. *Abstracts*. Bol. Asociación Paleontológica del Golfo San Jorge, Argentina (Special Issue): 15.
- Gobbo-Rodrigues, S. R.; Petri, S.; Bertini, R. J., 1999a. Ocorrências de ostrácodes da Formação Adamantina do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná e possibilidades de correlação com depósitos isócronos argentinos. Parte I. Família Ilyocyprididae. *Acta Geológica Leopoldensia*, **23**:3-13.
- Gobbo-Rodrigues, S. R.; Petri, S.; Bertini, R. J., 1999b. Ocorrências de ostrácodes da Formação Adamantina do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná e possibilidades de correlação com depósitos isócronos argentinos. Parte II. Família Limnocytheridae. *Revista da universidade de Guarulhos*, **4**:5-12.
- Gobbo-Rodrigues, S. R. 2001. Carófitas e Ostrácodes do Grupo Bauru, Cretáceo Superior Continental do Sudeste do Brasil. Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil. (Dissertação de Mestrado)
- Guzzo, J. V. P. & Coimbra, J. C., 1990. Environmentally cued polymorphism in *Paracypridea elegans elegans* Krömmelbein 1962; an Early Cretaceous non-marine ostracode from Brazil. A preliminary report. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 1, 1989. *Anais*, Curitiba, p. 317-327.

- Grekoff, N. 1956. Guide pratique pour la Détermination des ostracodes post-paléozoïques. *Institut Français du Pétrole*, **95**, 16-17.
- Horne, D.J., Baltanás, A., Paris, G., 1988. Geographical distribution of reproductive modes in living non-marine ostracods. *In*: Martens, K. (Ed.), Sex and Parthenogenesis: Evolutionary Ecology of Reproductive Modes in Non-Marine Ostracods. Blackhuys Publishers, Leiden, Netherlands, p. 77-99.
- Horne, D., Cohen, A. and Martens, K., 2002, Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda, *in* Holmes, J.A., and Chivas, A.R., eds., The Ostracoda – applications in Quaternary research: American Geophysical Union, Geophysical Monograph, **131**:5-36.
- Hugo, V., 1890 Les Misérables, Vol IV - L'idylle rye Plumet et l'épopée rue Saint-Deni. Ed. Emile Testard, Paris. pag. 117. Consultado em : [http://fr.wikisource.org/wiki/Page:Hugo\\_-\\_Les\\_Mis%C3%A9rables\\_Tome\\_IV\\_\(1890\).djvu/121](http://fr.wikisource.org/wiki/Page:Hugo_-_Les_Mis%C3%A9rables_Tome_IV_(1890).djvu/121)
- Jones, T. R. 1860. Fossil entomostracan from Montserrat (Brazil). Quaterly Journal of the Geological Society of London, **16**: 266-268.
- Jones, T. R., 1997. On some fossil Entomostraca from South America. *Geological Magazine*, **4**:289-293.
- Kegel, W. 1957. Contribuição ao estudo da Bacia costeira do Rio Grande do Norte. DNPM/DGM, Boletim 170:1-52. (reprinted. 1981 In: Estudos de Paleontologia Potiguar, Col. Mossoroense, **157**:55-104.
- Krömmelbein, K., 1961. Über dimorphism bei Arten der Ostracoden-Gattung Paracypridea Swain (Cyprideinae) aus dem NE-Brasilianischen "Wealden". *Senckenbergiana Lethaea*, **42**:353-375.
- Krömmelbein, K., 1962. Zur Taxonomie und Biochronologie stratigraphisch wichtiger ostracoden-arten aus der Oberjurassisch?-UnterKretazischen Bahia-Serie (Wealden-Fazies) NE-Brasilens. Sonderdruck aus Senckenbergiana Lethaea, **43**:437-528.
- Krömmelbein, K. 1964. Neue Arten der Ostracoden-Gattung Paracypridea Swain aus der Bahia Serie des Reconcavo Bahiano (Oberjura?-Unterkreide, Wealden-Fazies, NE-Brasilien, Boletim Paranaense de Geografia, **10**:139-160.
- Krömmelbein, K. 1966 Preliminary remarks on some marine Cretaceous ostracodes from Northeastern Brazil. and West Africa. *In*: 2nd West African Micropaleontological Colloquium, 1965: p.119-123.
- Krömmelbein, K. 1967. Ostracoden aus der marinen "Küsten-Kreide" Brasilens: 2. *Sergipella transatlantica* n. gen. n. sp. and *Aracajuia benderi* n. gen. n. sp. aus dem Ober-Aptium/Albium. *Senckenbergiana Lethaea*, **48**:525-533.
- Krömmelbein, K. 1975. Remarks on marine Cretaceous ostracodes of Gondwanic distribution. *In*: 5th African Micropaleontology Colloquium, Addis-Abeba, 1972. *Revista Española de Micropaleontología*, **7**:539-551.
- Krömmelbein, K. 1976. African Cretaceous ostracodes and their relations to surrounding continents. *In*: J. Gray & A.J. Boucot, Historical biogeography, plate tectonics and the changing environment, Oregon State University Press, p.305-310.
- Krömmelbein, K & Weber, R. 1971. Ostrakoden des "Nordost-Brasilianischen Wealden". *Geologisches Jahrbuch*, **115**: 1-93.
- Koutsoukos, E. A. M.; & Dias-Brito, D. 1987. Paleobatimetria da Margem Continental do Brasil durante o Albiano. *Revista Brasileira de Geociências*, **17**:86-91.
- Lana, C. C. & Carvalho, I. S. 2002. Cretaceous conchostracans from Potiguar Basin (northeast Brazil): relationships with West African conchostracan faunas and palaeoecological inferences. *Cretaceous Research* **23**:351-362.
- Lange, F. W., 1947. Anelídeos poliquetas dos folhelhos devonianos do Paraná. *Arquivos do Museu Paranaense*, **6**:161-230.
- Lange, F. W., 1949. Polychaete Annelids from the Devonian of Paraná, Brazil. *Bulletin of American Paleontology*, **33**:1-102.
- Lange, F. W., 1950. Um novo escolecodonte dos Folhelhos Ponta Grossa. *Arquivos do Museu Paranaense*, **8**:189-214.
- Lange, F. W., 1967. Biostratigraphic subdivision and correlation of the Devonian in the Paraná Basin – In: Bigarella, J. J. – (Ed.) Problems in Brazilian Devonian Geology – *Boletim Paranaense de Geografia*, **21/22**:63-98.
- Lima, F. H. O. & Koutsoukos, E. A. M. 2004. Petrografia e microfácies das rochas carbonáticas da Formação Gramame (Maastrichtiano), Bacia de Pernambuco-Paraíba, NE Brasil. Congresso Brasileiro de Geologia, Araxá. Mídia digital.
- Lima, M. R. & Dino, R., 1984. Palinologia de amostras da Bacia de Bonfim, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim IG-USP*. **15**:1-11.
- Lima, M. R.; Riccomini, C. & Souza. P. A.. 1984. Palinologia de folhelhos do Gráben de Casa de Pedra, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Geológica. Leopoldensia*, **39**:485-504.
- Lima, M. R. & Amador, E. S., 1985. Análise palinológica de sedimentos da formação Resende, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, **8**, 1983. Rio de Janeiro. *Coletânea...* Rio de Janeiro: MME-DNPM, 1985. p 371-378.



- Lima, M. R. & Coelho, M. P. C. de A., 1987. Estudo palinológico da sondagem estratigráfica de Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências da USP*, **18**:67-83.
- Mabesoone, J. M. & Tinoco, I. M. 1973. Palaeoecology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **14**:97-118.
- Macedo, A. C. M., 1987. Sobre microfósseis da Formação Adamantina, Grupo Bauru. In: X Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2, 1987, *Resumos*, Rio de Janeiro, 734-737.
- Manoel, R. O.; Lorenz-Silva, J. L. 2008. Escolcodontes devonianos do afloramento Caniú, Formação Ponta Grossa, Paraná, Brasil. II Encontro de Ciências da Vida, 2008, Ilha Solteira. CD Anais do II ENCIVI. Ilha Solteira: UNESP.
- Maranhão, M. S.; & Petri, S. 1996. Novas ocorrências de fósseis nas Formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo e considerações preliminares sobre seu significado paleontológico e bioestratigráfico. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, **17**: 33-54.
- Matsuda, N. & Viviers, M.C. 1989. Caracterização do marco radioativo da parte superior da Formação Jandaíra na Bacia Potiguar. In: XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, 1989, *Anais*, Curitiba, SBP, p.1029-1041.
- McKenzie, K. G. & Hussiny, S. U., 1968. Relevance of a freshwater cytherid (Crustacea, Ostracoda) to the continental drift hypothesis, *Nature*, **220**:806-808.
- Melo, F.H.V.; Sales, M.A.F. & Monteiro, F.A.C., 2010. Os fósseis da Bacia de Padre Marcos do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). *Paleontologia em Destaque n° 63*, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 84.
- Mendes, J. C., 1982. Paleontologia Geral. Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos.
- Mendes, J. C., 1988. *Paleontologia Básica*. 1ed. Editora da Universidade de São Paulo, EDUSP. São Paulo. 347p.
- Miller, G. (sem data). Species of the Day: *Harbinia micropapillosa*. <http://www.nhm.ac.uk/nature-online/species-of-the-day/evolution/harbinia-micropapillosa/>. Último acesso: 13 de novembro de 2013.
- Molina, E. (ed.). 2004. *Micropaleontología*. Zaragoza, Prensas Universitárias de Zaragoza. 704p.
- Moos, B. 1959. Ein Beitrag zur altersdeutung des Reconcavo, Bahia (Brasilien). *Geologisches Jahrbuch*, **77**:35-58.
- Mouro, L. D.; Fernandes, A.C.S.; Rogerio, W.D. & Fonseca, V.M.M., 2014. First articulated sponge from the Paleozoic of Brazil, and a new organization of the order hemidiscosa. *Journal of Paleontology*, **88**:171-178.
- Moraes, L. J. 1924. Serras e montanhas do Nordeste. Rio de Janeiro, Ministério de Viação e Obras Públicas, Inspetoria de Obras contra as Secas, Geologia, (Série 1D, Publicação 58).
- Moura, J. A., 1972. Algumas espécies e subespécies novas de ostrácodes da Bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da Petrobras*, **15**:245-263.
- Moura, J. A., 1987. Biocronoestratigrafia da sequência não-marinha do Cretáceo Inferior da Bacia de Campos, Brasil: Ostrácodes. In: XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2, 1987, Rio de Janeiro, *Anais*, Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP), 717- 731.
- Moura, J. A., 1988. Ostracods from non-marine Early Cretaceous sediments of the Campos basin, Brazil. In: Hanai, T.; Ikeya, N.; Ishizaki, K. (eds.). *Evolutionary biology of ostracoda: Its fundamentals and applications*. Elsevier, *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, **11**:1207-1216.
- Moura, J. A. & Praça, U.M., 1985. Ostracodes das sequências não-marinhas e transicionais mesozoicas (Andares Jiquiá e Alagoas), Bacia de Campos. In: *Coletânea de trabalhos Paleontológicos, Brasília, DNPM/MME, Série Geologia*, **27**:401-408.
- Müller, O. F. 1894. Zoologiae danice *Prodamus*, seu animalium daniae et norvegiae indigenarum characteres, nomina et synonyma imprimis popularium. *Lipsiae et Havniae*, 282p.
- Neale, J. W. 1984. The ostracodes and uniformitarianism. II The earlier record: Cretaceous to Cambrian. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, **44**:443-478.
- Neufville, E, M, H. 1973. *Upper Cretaceous-Paleogene ostracoda from the South Atlantic*. Uppsala, University of Science Uppsala. Program of Doctor Philosophy. Thesy of Doctorate. 215p.
- Neufville, E, M, H. 1979. Upper Cretaceous-Paleogene marine ostracods from the Sergipe-Alagoas Basin, northeastern Brazil. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala*, N. S. **8**:135-172.
- Oliveira, S. de F. & Lima, M. R., 1990. Acrítarcas silurianos da Formação Trombetas, Bacia do Amazonas. *Revista do Instituto Geológico*, 8-10, **11**:43-50.
- Oliveira L. G. F. & Rohn, R. 2003. Discussão sobre a classificação taxonômica dos conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Paleontologia em Destaque n° 44*, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 39.

- Ornellas, L.P. & Coimbra, J.C. 1985. Occurrence of *Pseudoceratina droogeri* Bold, 1965, in the northern Brazilian Continental shelf. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 2, 1985, Belém. Resumos, SBG, p. 369-407.
- Paim, P. S. G.; Leipnitz, I.; Rosa, A. L. Z.; Rosa, A. A. S., 1997. Preliminary report of the occurrence of *Chancelloria* sp. In Itajaí basin, Southern, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **27**:303-308.
- Parolin, M.; Volkmer-Ribeiro, C.; Stevaux, J.C. 2007. Sponge spicules in peaty sediments as paleoenvironmental indicators of the Holocene in the upper Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10**:17-26.
- Parolin, M.; Volkmer-Ribeiro, C.; Stevaux, J.C. Use of spongofacies as a proxy for river-lake paleohydrology in Quaternary deposits of Central-Western Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **11**:187-198.
- Perez, M.A. & Malabarba, M. C. S. L., 2002. A Triassic freshwater fish fauna from the Paraná basin, in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **4**:27-33.
- Pedraõ, E.; Barrilari, I. M. R.; Lima, H. P., 1993. Estudos palinológicos dos sedimentos cretácicos da Bacia do Parnaíba. CENPES/DIVEX/PETROBRÁS, Relatório interno, 40 p.
- Pinto, I.D. & Sanguinetti, Y.T. 1958. *Bisulcocypris*: a new Mesozoic genus and preliminar notes about its relation with *Metacypris* and allied forms. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **7**: 75-90.
- Pinto, I. D. & Sanguinetti, Y. T. 1962. A complete revision of the genera *Bisulcocypris* and *Theriosynoecum* (Ostracoda) with the world geographical and stratigraphical distribution (including *Metacypris*, *Elphidium*, *Gomphocythere* and *Cytheridella*). Escola de Geologia de Porto Alegre, Publicação Especial, **4**:1-165.
- Pinto, I. D. & Sanguinetti, Y. T. 1984. Mesozoic genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related genera. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **56**:207-215.
- Pinto, I.D.; Ornellas, L.P.; Purper, I.; Kotzian, S.B. & Sanguinetti, Y.T. 1978. Recent ostracodes along 7408 Km of Brazilian coast (33°45'S to 04°25'N). *Pesquisas*, **9**:109-120.
- Pinto I.D.; Purper, I. 1986. A Devonian Ostracode from Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Brasil. *Pesquisas*, **18**:31-38.
- Pisera, A. & Sáez, A. 2003. Paleoenvironmental significance of a new species of freshwater sponge from the Late Miocene Quillagua Formation (N Chile). *Journal of South American Earth Sciences* **15**: 847-852.
- Purper, I. 1977. Some Ostracodes from the Upper Amazon basin, Brazil. Environment and Age. In: Löffler, H. & Danielopol, D. (eds.). Aspects and Ecology and Zoogeography of Recent and Fossil Ostracoda. W. Junk publishers, p. 353-367.
- Purper, I. 1979. Cenozoic Ostracodes of the Upper Amazon basin, Brazil. *Pesquisas*, **12**:209-281.
- Ramos, M.I.F.; Coimbra, J.C. & Whatley, R.C. 2011. *Quadracythere venusta* nom. nov.: new replacement name for *Quadracythere nealei* Ramos, Coimbra & Whatley, 2009. *Ameghiniana*, **48**:272.
- Ramos, M.I.F.; Coimbra, J.C.; Whatley, R.C. & Bergue, C.T. 2012. Recent ostracods (Family Trachyleberididae) from the southern Brazilian continental shelf. *Ameghiniana*, **49**:3-16.
- Regali, M.S.P. & Viana, C.F. 1989. Sedimentos do Neojurássico-Eocretáceo do Brasil: idade e correlação com a escala internacional. Petrobras/Sedes, Rio de Janeiro: 95-96.
- Reyment, R.A. 1980. Paleo-oceanology and paleobiogeography of the Cretaceous South Atlantic Ocean. *Oceanologica Acta*, **3**:127-134.
- Rocha-Campos & Farjallat, 1966. Sobre a extensão da Formação Botucatu na região meridional de Mato Grosso. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **15**:93-105.
- Rohn, R. 1994. *Evolução ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 386 p.
- Rohn, R.; Yan-bin, S. & Dias-Brito, D. 2005. A new Coniacian-Santonian conchostracan genus from the Bauru Group, south-east Brazil: Taxonomy, palaeobiogeography and palaeoecology. *Cretaceous Research*, **26**:581-592.
- Rosa, A.L.Z. 2005. *Evidências de vida no Ediacarano Inferior da Bacia do Itajaí, SC. Ana Lúcia Zucatti da Rosa, Rio Grande do Sul*. Dissertação – Mestrado – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. 56p.
- Rossetti, G. & Martens, K. 1996. Redescription and morphological variability of *Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson 1870) (Crustacea, Ostracoda). *Bull. K. Belg. Inst. Natuurwetensch. Biol.* **66**:73-92.
- Ruppert, E. & Barnes, R. D., 2005. *Zoologia de Invertebrados 7ed*. Editorial Rocca, São Paulo, 1168 p.
- Sampaio, A.V. & Schaller, H. 1968. Introdução à estratigrafia cretácea da Bacia Potiguar. *Boletim Técnico da Petrobras*, **11**:19-44.
- Sanguinetti, Y.T. 1979. Miocene ostracodes of the Pelotas basin, State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Pesquisas*, **12**:119-187.

- Sanguinetti Y.T. 1980. Bioestratigrafia (ostracodes) do Mioceno da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, **13**:7-34.
- Schaller, H. 1969. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. *Boletim Técnico da Petrobrás*, **12**:21-86.
- Schön, I.; Butlin, R.K.; Griffiths, H.I. & Martens, K. 1998. Slow evolution in an ancient asexual ostracod. *Proc. R. Soc. Lond. B* **265**:235-242.
- Scomazzon, A.K. 2004. *Conodont biostratigraphy and paleoecology of the marine sequence of the Tapajós Group (Pennsylvanian), Amazonas Basin, Brazil*. 2004. 293 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.
- Simões, M.G.; Silva, S.A. M.; Rodrigues, S.C. & Coimbra, J.C., 2008. Braquiópodes (Rhynchonelliformea, Bouchardioida) neógenos da Bacia de Pelotas (RS) e seu significado paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, **38**:676-685.
- Silva, D.M. 1978a. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo inferior) – Grupo Araripe) – nordeste do Brasil – I - novas espécies do gênero *Bisulcoocypris*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, 1978, *Anais*, São Paulo, SBG: 1014-1022.
- Silva, D.M. 1978b. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior – Grupo Araripe) – nordeste do Brasil – II – nova espécie do gênero *Cypridea*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, 1978, *Anais*, São Paulo, SBG, p. 1023-1027.
- Silva, D.M. 1978c. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior – Grupo Araripe) – nordeste do Brasil – III – nova espécie do gênero *Darwinula* Brady & Robertson 1885. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, 1978, *Anais*, São Paulo, SBG, p. 1028-1031.
- Silva, O.B. 1987. Espongiários do Devoniano da Bacia do Solimões. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 10, 1987, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia. 2, 1987. p. 983-989.
- Silva-Telles Jr., A.B. & Viana, M.S.S. 1990. Paleoecologia dos ostracodes da Formação Santana (Bacia do Araripe): um estudo ontogenético de populações. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1989. *Anais*, Crato, DNPM, p. 309-328.
- Silva, W.G.; Souza, P.A.; Helenes, J. & Arai, M. 2011. Palinomorfos Neogenos do Poço 2-CA-1-RS, Bacia de Pelotas, Brasil: Significado Bioestratigráfico e Paleoecológico. *Revista do Instituto de Geociências da USP*, **11**:149-169.
- Small, H.L. 1913. *Geologia e suprimento d' água subterrânea no Ceará e parte do Piauí*. Rio de Janeiro, Ministério da Viação e Obras Públicas, Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, 81 p. (Série 7D, Publicação 25).
- Smith, R.J. 1999. Possible fossil ostracod (Crustacea) egg from the Cretaceous of Brazil. *Journal of Micropaleontology*, **18**:81-87.
- Smith, R.J. 2000. Morphology and ontogeny of Cretaceous ostracods with preserved appendages from Brazil. *Paleontology*, **43**:63-98.
- Sollas, W.J. Preliminary account of the tetractinellid sponges dredged by H.M.S. Challenger, 1872-1876. Part I. The Choristida. *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society* **5**:177-199.
- Swain, F. M. 1946. Middle Mesozoic nomarine Ostracoda from Brazil and New Mexico. *Journal of Paleontology*, **20**:543-555.
- Stinnesbeck, W.S. & Reymont, R. 1988. Note on a further occurrence of *Soudanella laciniosa* Apostolescu in northeastern Brazil. *Journal of African Earth Sciences*, **7**:779-781.
- Tambareau, Y. 1982. Les ostracodes et l'histoire géologique de l'Atlantique Sud au Crétacé. *Bulletin Centres Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 1-37.
- Távora, W.A. & Souza, S.R. 1999. Primeira ocorrência de corais rugosos na Formação Maecuru (Devoniano) – Bacia do Amazonas, Estado do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**:415-418.
- Tinoco, I.M. 1967. Micropaleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **16**:81-85.
- Van Den Bold, W.A. 1960. Eocene and Oligocene Ostracoda of Trinidad. *Micropaleontology*, **6**:145-196.
- Viana, C.F.; Gama Júnior, E.G.; Simões, I.A.; Moura, J.A.; Fonseca, J.R. & Alves, R.J. 1971. Revisão estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da Petrobrás*, **14**:157-192.
- Viviers, M.C. 1990. Associações micropaleontológicas relacionadas aos fosfatos do Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, margem continental brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1990. *Atas*, Natal, SBP, p.436-454.
- Viviers, M.C.; Koutsoukos, E.A.M.; Silva-Telles, Jr.A. & Bengtson, P. 2000. Stratigraphy and biostratigraphic affinities of the Late-Campanian ostracods of the Potiguar and Sergipe basins, in northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, **21**:407-455.
- Viviers, M.C. & Regali, M.S.P. 1987. Estudo paleoambiental preliminar do Cretáceo da Bacia Potiguar. *Revista Brasileira de Geociências*, **17**:123-130.
- Volkmer-Ribeiro, C. 1999. Porifera. In: C.A. Joly & C.E.M. Bicudo (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*. Invertebrados de água doce, 176 p.

- Walter, S.; Herrmann, A.D. & Bengtson, P. 2005. Stratigraphy and facies analysis of the Cenomanian–Turonian boundary succession in the Japarutuba area, Sergipe Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **19**:273-283.
- Washburne, C.W. 1930. *Petroleum geology of the State of São Paulo, Brasil*. São Paulo, Comissão Geographica e Geologica, 282 p. (Boletim 22).
- Whatley, R.C. 1988. Patterns and rates of evolution among Mesozoic Ostracoda. *In*: T. Hanay; N. Ileya & K. Ishizaki (eds.) *Evolutionary Biology of Ostracoda: its fundamentals and applications*. Proceedings of the Ninth International Symposium on Ostracoda. Shizuoka, Japan, 1985, p. 1021-1040.
- Whatley, R.C. 1990. The relationships between extrinsic and intrinsic events in the evolution of Mesozoic non-marine Ostracoda. *In*: E.G. Kaufmann & O.H. Walliser (eds.) *Extinction Events in Earth History*. Lecture Notes Earth Sciences 30, p. 253-263.
- Whatley, R. 1992. The reproductive and dispersal strategies of Cretaceous no-marine Ostracoda: the key to pandemism. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NO-MARINE CRETACEOUS CORRELATIONS, 1, 1992. *Proceedings*, Urumqi, IGCP Project 245, p. 177-192.
- Wicher, C.A. 1959. Ein betrag zur Altersdetung des Recôncavo, Bahia (Brasilien). Mit einem Anhang von Beata Moos. *Geologisches Jahrbuch*, **77**:35-58.
- Würdig, N.L. & Pinto, I.D. 2001. New Data on Limnic Mesozoic Ostracoda of Botucatu Formation from São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, **1**:207-226.



Como todos puderam notar por estas esclarecedoras páginas a paleontologia de invertebrados no Brasil tem uma história não muito longa, mas cujos personagens e objetos de estudo se confundem com a implantação da própria paleontologia nacional como ciência. Os paleoinvertebrados começaram a ser conhecidos cientificamente no Brasil principalmente a partir das coletas realizadas pelas grandes expedições naturalistas do século XIX, sendo que os grandes trabalhos que fundamentam os conhecimentos dos invertebrados fósseis aparecem apenas no final do século XIX e início do século XX. Neste momento, os trabalhos versando sobre os paleoinvertebrados no Brasil eram mais numerosos que nas demais áreas da paleontologia nacional, o que originou inúmeras obras clássicas que caracterizaram pela primeira vez as faunas de invertebrados fósseis em diversas unidades geológicas brasileiras. Obras como as de Charles F. Hartt, Charles White, Richard Rathbun, Friedrich Katzer, Orville A. Derby e, claro, John Mason Clarke. Neste livro, este grande pesquisador americano, autor de diversas obras do Devoniano brasileiro, é homenageado principalmente pelo centenário da clássica Monografia número 1 do Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro.

Juntamente com grandes nomes de pesquisadores estrangeiros, é importante destacar as menos conhecidas contribuições de alguns brasileiros que, conforme lembrado por Antonio Carlos Sequeira

Fernandes e Vera Maria Medina da Fonseca no segundo capítulo deste livro, facilitaram os caminhos para a aventura que era para um naturalista americano ou europeu, o trabalho de campo nas regiões equatoriais e tropicais no século XIX. Entre eles, o imperador d. Pedro II e o major João Martins da Silva Coutinho. Também é importante lembrar dois pioneiros paleontólogos de invertebrados aqui nascidos, que ajudaram a fundamentar a paleontologia nacional a partir do início do século XX, entre eles Paulo Erichsen de Oliveira e Mathias Gonçalves de Oliveira Roxo, este último considerado por vezes como “O pai brasileiro da Paleontologia brasileira”.

É importante observarmos como a paleontologia de invertebrados teve papel fundamental na institucionalização da pesquisa paleontológica no país no século XIX, através da Comissão Geológica do Império, mas também papel de destaque ao longo de todo o século XX, sendo uma das áreas onde mais se realizava estudos em paleontologia no Brasil. Os invertebrados foram, em sua maioria, aqueles utilizados na definição da cronoestratigrafia para os primeiros mapeamentos das bacias sedimentares brasileiras, bem lembrado por Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos e Rita de Cassia Tardin Cassab. Esse, imaginamos nós, talvez seja o grande legado da paleontologia de invertebrados para a paleontologia e geologia nacional até hoje, e demonstra a grande responsabilidade que nós, que trabalhamos com

paleoinvertebrados atualmente, temos para manter este ramo científico produtivo e valorizado dentro da ciência brasileira.

A princípio as pesquisas foram centradas no Estado do Rio de Janeiro, porém, ainda no início do século XX, São Paulo começa a se destacar como outro grande centro das pesquisas com paleontologia de invertebrados. A partir de meados do século XX foi a vez do Rio Grande do Sul e estaria formado o trio que, sem dúvida nenhuma, representa os maiores formadores de “paleoinvertebradólogos” do passado de nosso país. Sendo estes ainda os estados que detêm a hegemonia dos estudos com este ramo da ciência. No entanto, com o crescimento da paleontologia em geral do Brasil nas últimas duas décadas, é possível notar uma formação de novos centros paleontológicos em áreas com pouca tradição na paleontologia. E imaginamos que esta tendência seja muito difícil de ser revertida.

Até o início das décadas de 1920 e 1930 diversos estados do Brasil já apresentavam trabalhos versando sobre os fósseis de invertebrados de seus territórios, entre eles: o Cenozoico do Acre, do Pará e de Pernambuco; o Siluriano, Devoniano e Carbonífero do Pará; o Devoniano do Paraná e Mato Grosso; o Carbonífero e Permiano de São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e do Paraná; o Cretáceo de alguns estados do Nordeste. Outros estados, no entanto, tiveram trabalhos com invertebrados iniciados somente a partir da década de 1940, 1950 e 1960, momento que a paleontologia nacional começava a formar um grupo mais expressivo, que culminou com a criação da Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP), e que levou os estudos a locais antes não trabalhados. Para citarmos a força da paleontologia de invertebrados nacional neste período, dos 42 sócios fundadores da SBP, pelo menos a metade ou eram “paleoinvertebradólogos” ou já havia realizados diversos trabalhos neste ramo.

Apesar dos estudos com paleoinvertebrados representarem um montante considerável da produção científica da paleontologia nacional durante quase todo o século XX (possivelmente o ramo mais forte desta ciência neste período), estes trabalhos eram esparsos em cada unidade geológica devido ao extenso território e a grande geodiversidade brasileira. Somente a partir da década de 1970 e 1980 é que eles se intensificaram.

Mesmo assim, como é possível perceber através da leitura dos diversos capítulos que versam sobre as várias regiões do país, inúmeros grupos de paleoinvertebrados são muito pouco conhecidos e carecem de estudos em diversas unidades geológicas brasileiras. Exemplos claros disto são novas citações de grupos taxonômicos de elevado nível

hierárquico sendo realizadas pela primeira vez na literatura científica neste século, como o caso da classe Blastoidea, nunca registrada no Paleozoico brasileiro até 2003, e o encontro de abundante e diversificada fauna ediacarana no Proterozoico do Nordeste no ano 2011, com muitas espécies não registradas previamente nos já conhecidos jazigos do Centro-Oeste. Muitos permaneceram quase cem anos sem estudos desde os trabalhos pioneiros em diversos extratos sedimentares, como os crinoides das formações Maecuru e Ererê, os tentaculitoides e lingulídeos da Formação Ponta Grossa; sendo que outros ainda nunca foram formalmente estudados, como os ostracodes do Devoniano brasileiro, os equinodermos do Permiano da Bacia do Paraná, e os moluscos das bacias interiores do Nordeste. Estes são apenas alguns dos inúmeros exemplos que poderíamos citar. Também inúmeras localidades e formações ainda carecem de estudo, como no caso da Bacia de Parecis, no Mato Grosso, a Bacia do Alto Tapajós, o Devoniano e Cretáceo do Mato Grosso do Sul, entre outras.

Apesar da paleontologia de invertebrados também estar crescendo no país, nossa sensação de estagnação advém da comparação com outras áreas, principalmente com a área de paleovertebrados, cujo crescimento foi monumental. Além disso, reforça esta sensação o pequeno número de paleontólogos trabalhando com os inúmeros grupos biológicos englobados pelos paleoinvertebrados, resultando em vários filões e classes que tem apenas um ou não tem especialistas no país.

O I Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados realizado no ano de 2012 na cidade de Bauru, Estado de São Paulo, que culminou com a proposta de publicação desse volume, reflete a necessidade dos paleontólogos de invertebrados se agruparem e mostrarem a potencialidade desse rico grupo dentro da pesquisa nacional. De fato, o encontro mostrou-se deveras interessante, pois conseguiu agrupar pesquisadores de diversas regiões do país que começaram a compreender a máxima do poeta jacobino inglês John Donne: “Nenhum homem é uma ilha isolada...”. Dessa forma, além da paleontologia de macroinvertebrados ter saído fortalecida por esse evento, uma das características mais marcantes foi a discussão incessante dos rumos que essa ciência deve tomar no nosso país para se tornar competitiva e consonante com as tendências do restante do mundo.

As discussões culminaram com a realização de uma mesa-redonda justamente com a temática “Rumos futuros do estudo de paleomacroinvertebrados brasileiros”. De forma extremamente elegante, os componentes da mesa trouxeram questões primordiais ao entendimento de nosso *status quo*. A

taxonomia é importante? Sem sombra de dúvidas ela é a base de qualquer tipo de estudo, mas chega-se a conclusão, nos dias de hoje, que há a necessidade de ir além nos estudos paleontológicos. A associação da sistemática filogenética aos estudos de classificação permitem uma visualização e contemplação mais evolutiva dos grupos estudados. Em associação, estudos paleoecológicos e sedimentológicos aos quais os fósseis estão inseridos permitem uma abordagem ambiental e possibilita, em vários casos, extrapolações paleobiogeográficas incrementando em muito a diversidade de informação dada por um espécime fóssil.

Ademais, é virtualmente impossível se fazer hoje pesquisa paleontológica de alto nível se o pesquisador não associar os conceitos de estratigrafia de sequências e tafonomia aos seus dados. Dessa forma, as discussões durante o evento mostraram claramente que os conceitos modernos de paleontologia devem ser aplicados à pesquisa brasileira que deve, sim, ainda ter a pesquisa chamada “básica”, mas que merece e tem potencial para contribuir de forma mais instigante em discussões não mais apenas regionais e/ou pontuais.

Obviamente esse tipo de pesquisa só pode ser

obtido com a formação de jovens paleontólogos imbuídos com esse espírito. Muitas das discussões internacionais sobre estudos, principalmente tafonômicos, levantam uma série de pontos a serem abordados de forma mais moderna dentro da paleontologia, como o estudo das interações bióticas sob o ponto de vista tafonômico; a realização de experimentos visando melhor o entendimento dos padrões de preservação e tendenciamentos do registro fóssilífero; a compreensão dos efeitos da mistura temporal e suas aplicações paleoecológicas e paleoambientais e, a identificação da atuação dos processos tafonômicos, nos variados ambientes considerando-se as zonas climáticas atuais (Sabrina C. Rodrigues, comunicação verbal, 2013).

Fica clara a necessidade da multidisciplinaridade também dentro da paleontologia de invertebrados. Os estudos nesses próximos 100 anos certamente mostrarão a importância da compreensão desse momento histórico dentro da paleontologia nacional como um todo e, em especial, da de invertebrados.

Renato Pirani Ghilardi  
Sandro Marcelo Scheffler



## REVISORES

Antonio Carlos Sequeira Fernandes  
Departamento de Geologia e Paleontologia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu  
Nacional (UFRJ/MN)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
fernande@acd.ufrj.br

Elvio Pinto Bosetti  
Departamento de Geografia  
Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)  
Ponta Grossa, PR – Brasil  
epbosetti@terra.com.br

Renato Pirani Ghilardi  
Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Julio de Mesquita Filho (UNESP)  
Bauru, SP – Brasil  
ghilardi@fc.unesp.br

Sandro Marcelo Scheffler  
Departamento de Geologia e Paleontologia  
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu  
Nacional (UFRJ/MN)  
Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
schefflersm@gmail.com



