

# PALEONTOLOGIA

**ISMAR DE SOUZA CARVALHO**  
(Editor)



**EDITORA INTERCIÊNCIA**

# Apresentação

No transcorrer do tempo geológico, muitas foram as espécies de animais e vegetais que habitaram nosso planeta. Suas formas, tamanhos e aspectos fisiológicos denotam uma pluralidade ímpar no mundo paleobiológico. São 3,8 bilhões de anos de vida na Terra, tempo durante o qual o mundo orgânico ficou parcialmente preservado através dos fósseis.

O objetivo inicial da Paleontologia é este amplo universo de organismos que existiram em épocas geológicas passadas, e cujos registros foram eternizados nas sucessões litológicas. São bactérias, vegetais aquáticos e terrestres, bem como inúmeros invertebrados e vertebrados. Alguns ainda possuem representantes viventes, enquanto outros são espécimens há muito desaparecidos, e sem nenhum análogo atual.

Os fósseis, evidência direta dos antigos seres vivos, nos informam não apenas sobre a diversidade do mundo orgânico, mas dão, sobretudo, indicações sobre as transformações ambientais no decorrer dos milhões de anos da existência de nosso planeta. As alterações climáticas, geográficas, ecológicas e oceanográficas podem ser deduzidas a partir do conhecimento das interações e variedades da paleobiota. As aplicações dos estudos paleontológicos situam-se, assim, desde o conhecimento teórico do porquê da existência da vida até o seu uso no âmbito da Geologia econômica, visando a prospecção de bens minerais, tais como o carvão e o petróleo.

Apesar de tal abrangência, a Paleontologia sempre foi considerada como uma ciência a ter um rápido fim. Bastaria a organização, descrição e classificação da biota encontrada fossilizada e, como ciência, seu destino seria o mesmo de muitos grupos de organismos que habitavam a Terra – a extinção. Uma ciência em pleno processo de morte, cujas indagações estariam restritas à sistematização da vida e de suas transformações no decorrer do tempo geológico.

Após dois séculos, a crônica de uma morte anunciada não ocorreu. Observamos um crescente interesse pelas questões abordadas pela Paleontologia, que transcendem em muito a simples organização do universo fóssil. Incontáveis publicações nacionais e internacionais atestam esse rejuvenescimento da Paleontologia. A interdisciplinariedade com a Física, Matemática, Química, Geologia e Genética possibilitou uma nova visão de sua importância. A aplicação das informações advindas dos fósseis na indústria petrolífera; na Paleontologia molecular, desvendando os mistérios das relações de parentesco entre espécies extintas e formas viventes, e o ressuscitar de espécies que há muito desapareceram transformaram-na numa ciência extremamente viva, dinâmica e com enormes interesses para o conhecimento teórico e para a economia.

Neste livro você encontrará um pouco do mundo biológico pretérito. São apresentados os principais grupos paleobotânicos e paleozoológicos, com a caracterização de suas morfologias, sistemas de classificação, bem como o uso em interpretações paleoambientais e aplicações bioestratigráficas. A ênfase para os grupos fósseis discutidos é sua representatividade de ocorrência nas bacias sedimentares brasileiras.

Os capítulos foram agrupados em cinco temas principais: CONCEITOS, MICROFÓSSEIS, PALEOBOTÂNICA, PALEOINVERTEBRADOS e PALEOVERTEBRADOS. A abordagem inicial apresentada em CONCEITOS engloba os objetivos e princípios da Paleontologia, histórico, tafonomia, uso estratigráfico dos fósseis, teorias evolutivas, sistemática, icnofósseis, estromatólitos, paleoecologia e âmbar. Um conjunto de capítulos que introduz aos principais conceitos paleontológicos. Em MICROFÓSSEIS, são discutidas as técnicas de preparação e estudo, além da identificação dos principais grupos, tais como foraminíferos, radiolários, nanofósseis e palinórfos. A PALEOBOTÂNICA ca-

raeteriza os processos de preservação dos vegetais e realiza uma ampla abordagem sobre a diversidade das plantas no tempo geológico. Em PALEOINVERTEBRADOS são analisadas a morfologia, classificação, distribuição estratigráfica e aplicações de briozoários, poríferos, cnidários, braquiópodes, moluscos, anelídeos, artrópodes e equinodermas. Os PALEOVERTEBRADOS compreendem, além de informações morfológicas e bioestratigráficas, dados evolutivos e ecológicos de

hemicordados, conodontes, cordados em geral, agnatos, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

O livro PALEONTOLOGIA resulta do esforço e dedicação de 37 pesquisadores de instituições universitárias públicas e privadas, museus e empresas de exploração mineral.

Trata-se de uma obra realizada por alguns dos mais renomados geocientistas brasileiros, que procuraram integrar as informações essenciais sobre o passado paleobiológico de nosso planeta.

*Ismar de Souza Carvalho*

Editor

# Prefácio

O famoso paleontólogo de vertebrados George Gaylord Simpson, com a sua extraordinária experiência de estudioso, mas principalmente de paleontólogo explorador, escreve no seu relatório de expedições na Patagônia, *Attending Marvels*: “A caça aos fósseis é de longe o mais fascinante de todos os esportes. Nele, a gente acha incerteza, excitação e todo o arrepiado do jogo de azar, sem nenhum dos aspectos negativos dele. (...) No próximo morro pode estar enterrada a grande descoberta (...). Além do mais, o caçador de fósseis não mata, ele ressuscita.” Ler e estudar este manual de Paleontologia, editado por Ismar de Souza Carvalho, professor da UFRJ e presidente da Sociedade Brasileira de Paleontologia (já meu companheiro de trabalho de campo nos sertões do Nordeste), introduz os leitores a este gênero fascinante de esporte, quer eles sejam estudantes de Ciências da Terra ou de Biologia, quer estudantes de pós-graduação interessados em Paleontologia, ou mesmo pessoas letradas apaixonadas pela natureza.

A Paleontologia é importante não somente para os que estudam o mundo e a vida antigos, mas também para quem estuda os atuais; de fato não é possível entender os viventes de hoje, animais e plantas – e nem o mundo em geral – sem conhecer os viventes antigos, como eles nos são testemunhados pelos fósseis. Não é possível entender a própria espécie humana sem conhecer sua evolução. Os fósseis nos ensinam nossas origens físicas e nos colocam corretamente no conjunto da criação. Dinossauros ou foraminíferos, árvores fósseis ou diatomáceas, mamíferos ou peixes, o estudo da Paleontologia nos faz entender que todos eles são nossos parentes, irmãos de sangue e DNA.

A Paleontologia é uma ciência indispensável ao geólogo por que lhe permitiu resolver, muitas vezes já no campo, problemas de datação, de

relacionamento entre formações rochosas, até de posição tectônica das camadas. Para um exemplo muito atual, uma pegada de dinossauro, de boa qualidade, descoberta em arenitos grossos, no passado considerados silurianos ou devonianos, permite ao geólogo modificar esta formação rochosa, na coluna estratigráfica, do Paleozóico para o Mesozóico, alternando em 200 milhões de anos, ou mais, sua datação, sem contar as vantagens que a Paleontologia, principalmente a Micropaleontologia, proporcionam à prospecção de petróleo e outros hidrocarbonetos.

O livro é entendido e projetado sobretudo para os técnicos e candidatos; atualmente, porém, a Paleontologia escapou, de alguma forma, das mãos dos especialistas e virou uma paixão de massa, pelo menos no que diz respeito às formas animais mais intrigantes e gigantes, que estimulam a imaginação popular. Assim, pessoas leigas, mas cultas, também acharão interessante e até agradável a leitura e a consulta deste texto.

Apesar deste novo e mais amplo interesse pela Paleontologia, no Brasil não havia obras recentes deste tipo. A tradução de manuais estrangeiros não satisfaria a necessidade de pôr em destaque, grupo por grupo e, em geral, os fósseis brasileiros e sul-americanos, bem como contribuiria para manutenção de uma desagradável situação de dependência cultural, já plenamente superada.

Este livro é uma obra original e extremamente interessante, surgida da colaboração de uma trintena de afirmados paleontólogos brasileiros, representantes de quase todas as universidades federais e algumas outras privadas, bem como de alguns dos principais museus do país, especialistas cada um em cada campo. O livro abrange, então, a experiência de muita gente, quer experiência de campo e de laboratório, quer experiência didática de um grande número de docentes em cursos de graduação e pós-graduação nas diferentes regiões

do país. Na maioria, trata-se de autores jovens e brilhantes, que representam a Paleontologia brasileira atual, em rápida evolução. São eles paleontólogos que contam coisas por eles próprios examinadas na ponta do martelo e embaixo da lupa, nas selvas amazônicas e nos sertões semi-áridos do Nordeste, nos cerrados do planalto central, nos campos e nas matas de pinheiros do Sul.

Os fósseis brasileiros têm destaque em *boxes* realçados tipograficamente. O livro está rica-

mente ilustrado com estampas de desenhos; uma escolha racional que privilegia o aspecto da economia evitando as fotografias. Abundantes listas bibliográficas, capítulo por capítulo, guiam o leitor sequioso de aprofundamento e mais detalhes sobre os grupos em discussão.

O propósito dos autores em fornecer uma síntese completa do estado atual da Paleontologia, em geral, e em particular da Paleontologia brasileira foi plena e felizmente alcançado.

*Giuseppe Leonardi*  
*Paleoherpetólogo e Icnólogo de vertebrados*

# Sumário

APRESENTAÇÃO .....	V
PREFÁCIO .....	VII
CONCEITO .....	1
Capítulo 1 – Objetivos e Princípios .....	3
Fundamentos e Objetivos .....	3
Ramos da Paleontologia .....	4
Preservação dos Fósseis .....	4
Tipos de Fossilização .....	5
Outras Considerações .....	10
Referências .....	11
Capítulo 2 – Histórico das Pesquisas Paleontológicas no Brasil .....	13
Primeiras Notícias .....	14
Contribuição dos Estrangeiros .....	14
Comissão Geológica do Império .....	15
Museu Nacional .....	15
Comissão de Estudos das Minas de Carvão do Brasil .....	15
Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil .....	15
Expansão das Instituições de Pesquisa Paleontológica .....	16
Petrobras .....	16
Paleontologia Contemporânea .....	17
Leituras Recomendadas .....	17
Referências .....	17
Capítulo 3 – Tafonomia: Processos e Ambientes de Fossilização .....	19
Terminologia .....	20
Coleta e Descrição Tafonômica de Assembléias Fossilíferas .....	21
Mortandade na Biota e Eventos de Sedimentação .....	28
Classificação das Concentrações Fossilíferas .....	30
Comentários Finais .....	34
Referências .....	34
Capítulo 4 – Uso Estratigráfico dos Fósseis e Tempo Geológico .....	47
Bacias Sedimentares .....	47
Conceitos Fundamentais da Estratigrafia .....	48
Litoestratigrafia .....	49
Bioestratigrafia .....	50
Cronoestratigrafia, Geocronologia e Tabela de Tempo Geológico .....	53
Referências .....	58
Capítulo 5 – Teorias Evolutivas .....	61
Histórico do Pensamento Evolutivo .....	61

Lamarckismo .....	62
Darwinismo .....	63
Teoria Sintética da Evolução .....	64
Espécie e Especiação .....	67
Microevolução versus Macroevolução .....	71
Gradualismo versus Pontualismo .....	72
Biogeografia .....	75
Referências .....	81
Capítulo 6 – Taxonomia e Sistemática .....	83
Taxonomia, Sistemática, Classificação Taxonômica, Taxometria e Identificação Taxonômica .....	84
Regras de Nomenclatura .....	88
Aplicações .....	93
Referências .....	94
Capítulo 7 – Icnofósseis .....	95
Bioturbações .....	95
Biocrosões .....	96
Coprólitos .....	96
Outros Tipos de Icnofósseis .....	97
Pseudoicnofósseis .....	97
Classificação .....	98
Icnofáceis e Icnocenoses .....	103
Quantificação e Utilização nas Icnofácies .....	109
Aplicações .....	110
Referências .....	117
Capítulo 8 – Estromatólitos .....	119
Características Principais de Estromatólitos .....	120
Classificação .....	125
Métodos e Técnicas de Estudo .....	128
Distribuição Estratigráfica .....	130
Aplicações .....	133
Referências .....	134
Capítulo 9 – Âmbar .....	137
Características Físicas e Químicas dos Âmbares .....	138
Preservação de Organismos no Âmbar .....	140
Aplicações .....	142
Referências .....	143
Capítulo 10 – Paleoecologia .....	145
Refazendo as Relações Pretéritas .....	145
Aplicações .....	146
Referências .....	153
<b>MICROPALAEONTOLOGIA .....</b>	<b>155</b>
Capítulo 11 – Microfósseis – Parte I: Foraminíferos, Radiolários e Diatomáceas .....	157
<b>FORAMINÍFEROS .....</b>	<b>158</b>
Morfologia .....	158

Classificação .....	159
Distribuição Estratigráfica .....	161
Aplicações .....	163
Referências .....	169
<b>RADIOLÁRIOS</b> .....	171
Morfologia .....	171
Classificação .....	171
Distribuição Estratigráfica .....	172
Vasas e <i>Cherts</i> .....	172
Aplicações .....	173
Referências .....	175
<b>DIATOMÁCEAS</b> .....	176
Morfologia .....	177
Classificação .....	178
Classificação de Hendey .....	180
Distribuição Estratigráfica .....	181
Aplicações .....	182
Diatomitos .....	182
Referências .....	183
Capítulo 12 – Microfósseis – Parte II: Nanofósseis Calcários, Calpionelídeos, Tintinídeos e Técnicas de Preparação de Microfósseis .....	185
<b>NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS</b> .....	185
Morfologia .....	185
Classificação .....	187
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica .....	187
Aplicações .....	187
Referências .....	188
<b>CALPIONELÍDEOS</b> .....	191
Morfologia .....	191
Classificação .....	191
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica .....	191
Aplicações .....	191
Referências .....	191
<b>TINTINÍDEOS</b> .....	193
Morfologia .....	193
Classificação .....	193
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica .....	193
Aplicações .....	193
Referências .....	193
<b>TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO DE MICROFÓSSEIS</b> .....	194
Microfósseis Calcários .....	194
Microfósseis Silicosos .....	197
Microfósseis Orgânicos (Palinomorfos) .....	197
Referências .....	199
Capítulo 13 – Palinologia .....	201
Morfologia .....	201



Classificação .....	206
Distribuição Estratigráfica .....	209
Aplicações .....	210
Referências .....	211
Capítulo 14 – Quitinozoários .....	213
Morfologia .....	213
Classificação .....	216
Distribuição Estratigráfica .....	219
Aplicações .....	221
Referências .....	221
Capítulo 15 – Acritarcos .....	223
Morfologia .....	223
Classificação Sistemática .....	224
Distribuição Estratigráfica .....	224
Referências .....	226
<b>PALEOBOTÂNICA .....</b>	<b>229</b>
Capítulo 16 – Paleobotânica .....	231
Metodologia Paleobotânica .....	232
Tafonomia .....	234
Classificação .....	237
Aplicações .....	318
Referências .....	321
<b>PALEOINVERTEBRADOS .....</b>	<b>327</b>
Capítulo 17 – Briozoários .....	329
Morfologia .....	329
Classificação .....	330
Distribuição Estratigráfica .....	335
Aplicações .....	337
Referências .....	340
Capítulo 18 – Poríferos .....	341
Morfologia .....	343
Classificação .....	344
Distribuição Estratigráfica .....	347
Paleobiogeografia .....	348
Aplicação .....	349
Referências .....	349
Capítulo 19 – Cnidários .....	351
Morfologia .....	353
Classificação .....	353
Paleoecologia .....	362
Distribuição Estratigráfica .....	362
Aplicações .....	363
Referências .....	363

Capítulo 20 – Braquiópodes .....	365
Morfologia .....	365
Classificação .....	370
Glossário de Termos Morfológicos .....	378
Distribuição Estratigráfica .....	379
Paleobiogeografia .....	381
Aplicações .....	383
Referências .....	383
Capítulo 21 – Moluscos .....	387
Morfologia .....	387
Classificação .....	390
Distribuição Estratigráfica dos Moluscos .....	409
Aplicações .....	411
Referências .....	411
Capítulo 22 – Anelídeos .....	415
Morfologia .....	415
Classificação .....	417
Distribuição Estratigráfica .....	420
Aplicações .....	421
Referências .....	422
Capítulo 23 – Artrópodes .....	423
Morfologia .....	424
Classificação .....	425
Distribuição Estratigráfica e Paleogeográfica dos Artrópodes Fósseis no Brasil .....	448
Aplicações .....	449
Referências .....	449
Capítulo 24 – Equinodermas .....	453
Morfologia .....	453
Classificação .....	454
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeografia dos Equinodermas Fósseis no Brasil .....	464
Aplicações .....	464
Referências .....	465
<b>PALEOVERTEBRADOS .....</b>	<b>467</b>
Capítulo 25 – Hemicordados .....	469
Morfologia .....	469
Classificação .....	470
Paleoecologia e Distribuição Estratigráfica .....	473
Referências .....	473
Capítulo 26 – Cordados .....	477
Morfologia .....	477
Classificação .....	478
Ancestral dos Vertebrados .....	482
Referências .....	483
Capítulo 27 – Conodontes .....	485
Morfologia .....	488

Classificação .....	490
Paleoecologia .....	490
Paleobiogeografia .....	491
Aplicações .....	492
Referências .....	493
Capítulo 28 – Agnatos e Peixes .....	497
Morfologia .....	497
Classificação .....	498
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica dos Primeiros Vertebrados	
Não-Tetrápodes .....	521
Aplicações .....	521
Referências .....	522
Capítulo 29 – Anfíbios .....	525
Morfologia .....	527
Classificação .....	528
Bioestratigrafia .....	538
Paleoecologia .....	538
Referências .....	540
Capítulo 30 – Répteis .....	543
Morfologia .....	543
Classificação .....	544
Distribuição Estratigráfica .....	569
Paleoecologia .....	572
Paleobiogeografia .....	574
Referências .....	575
Capítulo 31 – Aves .....	579
Morfologia .....	580
Classificação .....	582
Aplicações .....	590
Referências .....	591
Capítulo 32 – Mamíferos .....	595
Morfologia .....	596
Classificação .....	600
Distribuição Estratigráfica .....	618
Paleobiogeografia .....	620
Aplicações .....	621
Referências .....	622
<b>AUTORES .....</b>	<b>625</b>

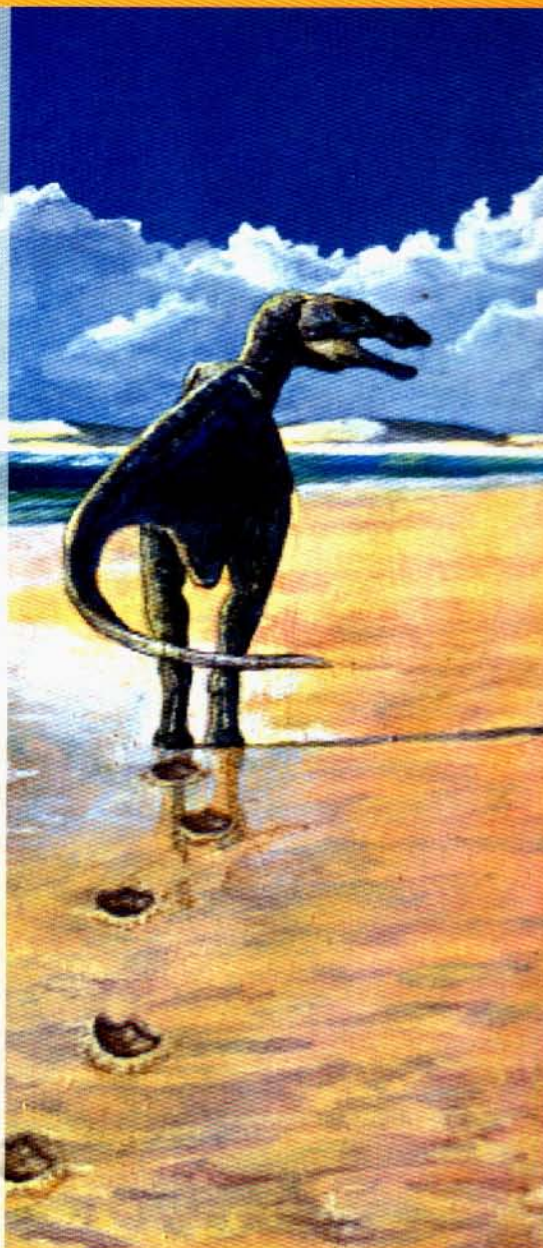


# PALEONTOLOGIA

Os fósseis são o registro de uma longa história da vida sobre nosso Planeta. Uma história que remonta a 3,8 bilhões de anos, e durante a qual a vida se diversificou, continentes surgiram e desapareceram, bem como catástrofes ecológicas levaram à extinção de incontáveis espécies animais e vegetais.

Este livro redigido por 37 especialistas em Paleontologia apresenta-nos a instigante história geológica da vida. Trata-se de uma obra destinada a todos aqueles que desejam ampliar seus conhecimentos sobre a diversidade e transformações pela qual passou o mundo orgânico no decurso do tempo geológico.

Os processos de preservação dos organismos, utilização dos fósseis na estratigrafia, teorias evolutivas, icnologia e paleoecologia são abordados de maneira a introduzir o leitor nos principais conceitos da ciência dos fósseis - a PALEONTOLOGIA. Os grupos de microfósseis, vegetais fósseis, paleoinvertebrados e paleovertebrados são analisados quanto aos seus aspectos morfológicos, de classificação e aplicação bioestratigráfica, enfatizando as bacias sedimentares brasileiras.



ISBN 85 - 7193 - 041 - 4



9 788571 930414

