

VOLUME

1

PALEONTOLOGIA

ISMAR DE SOUZA CARVALHO
(Editor)

2^a EDIÇÃO



EDITORA INTERCIÊNCIA

PALEONTOLOGIA

ISMAR DE SOUZA CARVALHO
(Editor)

Volume 1



EDITORA INTERCIÊNCIA

Rio de Janeiro
2004

Copyright © 2004, by *Ismar de Souza Carvalho*

Diagramação: *Editora Interciência*

Capa: *Cléber Luiz Santos*

Ilustração da capa: *Ariel Milani Martine*

Direitos Reservados em 2000 por: *Editora Interciência Ltda.*

Tiragem de 1ª edição de 2000: 2000 exemplares

Tiragem da 2ª edição de 2004: 2150 exemplares

CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

P184

2.ed.

Paleontologia / Ismar de Souza Carvalho, editor. – Rio de Janeiro : Interciência, 2004.

Inclui bibliografia

ISBN 85-7193-107-0

I. Paleontologia. I. Carvalho, Ismar de Souza.

04-1396.

CDD 560

CDU 56

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização por escrito da editora.

www.editorainterciencia.com.br



Editora Interciência Ltda.

Rua Verna Magalhães, 66 - Engenho Novo - Rio - RJ - 20.710-290

Tel.:(21) 2581-9378/2241-6916 - Fax:(21) 2501-4760

e-mail: editora@interciencia.com.br

Impresso no Brasil - *Printed in Brazil*

O presente livro de **Paleontologia** sintetiza conhecimentos e experiências didáticas de vários profissionais de Universidades brasileiras e da PETROBRAS, que se ocupam com as múltiplas facetas desta fascinante ciência. A Paleontologia constitui-se em ferramenta fundamental para a compreensão do surgimento e da evolução da vida no planeta, sempre em estreita relação com as modificações geológicas e ambientais. Ela encontra aplicação imediata na datação geológica e interpretação paleoambiental das rochas sedimentares, e também na reconstrução da evolução de bacias sedimentares.

Através de seu Programa de Editoração de Livros Didáticos, hoje vinculado à sua Universidade Corporativa, a PETROBRAS tem colaborado seguidamente com a publicação de diversos títulos em língua portuguesa relacionados ao petróleo, de autoria de seus profissionais ou em conjunto com professores e pesquisadores de universidades brasileiras.

A PETROBRAS sente-se honrada e gratificada em co-patrocinar a edição deste trabalho, que com certeza é a mais completa e atualizada publicação de seu gênero.



PETROBRAS

**Recursos Humanos
Universidade Petrobras**

Agradecimentos

O fomento à pesquisa de instituições como a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Instituto Virtual de Paleontologia/Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Fundação Universitária José Bonifácio (FUJB) possibilitou muitos dos resultados e informações científicas aqui apresentados.

Foi de grande importância, também, a colaboração do Prof. Leonardo Borghi (UFRJ), Prof^a Maria Antonieta Rodrigues (UERJ), Dr^a Sylvia Maria Couto dos Anjos (PETROBRAS), Dr. Jerson Lima Silva (Diretor Científico da FAPERJ) e Dr. Pedricto Rocha Filho (Presidente da FAPERJ), na publicação da obra.

Os autores dos capítulos 2, 4, 7, 21, 23, 32 e 33 agradecem a gentileza de Cândido Simões Ferreira, Maria Eugênia de Carvalho Marchesini Santos, Cláudia Maria Magalhães Ribeiro, Jarbas Guzzo, Marcondes Lima da Costa, Mitsuru Arai, Paulo Machado Brito, Paulo Roberto de Figueiredo Souto, Vera Maria Medina da Fonseca, Vladimir de Araújo Távora, Wagner Souza Lima, Ivone Purper, Gerson Fauth, Helga Winge, João Batista Sena Costa, Ruth Léa Bermeguy, pelas sugestões apresentadas.

Por fim, à UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela ambiência e estímulo intelectual na elaboração do livro.

Apresentação

Expectativa, perplexidade e êxtase. Estas são as principais sensações de todo paleontólogo com seus objetos de estudo – os fósseis. A expectativa pela descoberta do novo, do revolucionário, das evidências que fazem a transformação das idéias, conceitos e possibilitam a formulação de novas hipóteses. A perplexidade, pela total surpresa com o achado inesperado e inédito ou então, por nenhuma nova descoberta. O êxtase, pela percepção e compreensão de outros mundos, de outros tempos e da busca incansável pelo significado da existência. Sensações sempre renovadas a cada novo fóssil encontrado.

A Paleontologia, ciência dedicada ao estudo dos diferentes organismos que habitaram a Terra no transcorrer do tempo geológico, mostra-se como uma área de conhecimento diversificada e com diferentes interfaces com outras ciências. Envolve assim, conhecimentos advindos da Biologia, Geociências, Física, Química e Matemática, que conjugadas viabilizam uma compreensão integrada dos eventos e fenômenos que possibilitaram as transformações ambientais e da biota durante a história geológica de nosso planeta.

Desde o surgimento da vida na Terra, as adaptações, transformações e inovações demonstradas pelos organismos, evidenciam-nos fenômenos e uma temporalidade que em muito transcende a dimensão da existência humana. A presente edição do livro Paleontologia busca apresentar os diversos grupos que existiram no últimos 3,8 bilhões de anos, bem como os contextos geológico e paleobiológico em que se inseriam.

O livro Paleontologia, encontra-se dividido em dois volumes. O primeiro abrange os conceitos básicos para o estudo dos fósseis, grupos de microfósseis e macrofósseis. No

segundo volume encontram-se os procedimentos curatoriais, a análise de jazigos fossilíferos específicos e aspectos do ensino de Paleontologia.

No âmbito dos conceitos, são apresentados os fundamentos dos estudos paleontológicos, tais como o significado dos fósseis, sua análise tafonômica e aplicação estratigráfica. Também são abordados temas como fósseis químicos, teorias evolutivas, causas das extinções, paleoecologia, paleobiogeografia e a origem das formas mais primitivas de vida. Na Micropaleontologia priorizou-se os grupos mais comuns de microfósseis e palinóforos, tais como foraminíferos, nanofósseis calcários, radiolários, calciponélídeos, tintinídeos, diatomáceas, dinoflagelados, ostracodes, polens, esporos, quitinozoários e acritarcos. Os macrofósseis foram divididos em grupos paleobotânicos, paleoinvertebrados e paleovertebrados. Na Paleobotânica temos os modos de preservação dos fitofósseis, a diversidade florística do Fanerozóico e os aspectos relativos à evolução das floras. A seção Paleoinvertebrados apresenta informações e detalhes de grupos clássicos da Paleontologia, como os poríferos, cnidários, anelídeos, artrópodes, moluscos, briozoários, braquiópodes e equinodermas. Também para a seção Paleovertebrados, houve esta opção por um ordenamento dos grupos fósseis como na sistemática tradicional, analisando assim os hemicordados, cordados, conodontes, agnatos, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

No volume dois procurou-se uma análise dos procedimentos para a curadoria paleontológica, uma ampla abordagem sobre jazigos fossilíferos e a importância da educação em Paleontologia. A curadoria analisa temas como a guarda e manutenção de coleções de

fósseis, métodos tradicionais e digitais de preparação e estudo de microfósseis e macrofósseis, bem como a confecção de réplicas. Os jazigos fossilíferos abrangem tanto temas relativos ao Brasil, quanto aos fósseis de Portugal. Trata-se de uma das inovações que os leitores do livro *Paleontologia* contam nesta segunda edição, a qual visa dar início a uma maior integração com os países que compõem a comunidade lusófona.

A obra *Paleontologia* é um esforço coletivo de um grande número de renomados

geocientistas do Brasil e de Portugal, destinada à qualificação de todos os interessados na compreensão dos aspectos da história geológica da vida. Este trabalho resultou da dedicação de 71 autores, que apresentam assim suas expectativas, perplexidades e êxtases frente à diversidade do mundo paleobiológico. Todos testemunhas de um passado que não mais existe, espectadores de um presente em transformação e visionários das possibilidades de um futuro inatingível.

Ismar de Souza Carvalho

Editor

Agosto de 2004.

Prefácio

O livro Paleontologia que ora se publica em segunda edição, marca de forma auspiciosa o início do século XXI. Já na primeira edição, a qualidade do livro propiciou o interesse de estudantes de todos os tipos, dos leigos, e mesmo de paleontólogos nas outras áreas fora de suas especialidades.

A primeira edição foi primorosa pelo cuidado com que os assuntos foram abordados e pelas ilustrações que sintetizam valiosas informações sobre os grupos de fósseis estudados. Nesta segunda edição ampliou-se o leque de assuntos tratados além do re-arranjo de alguns itens. A segunda edição, diferente da primeira, está saindo em dois volumes.

O primeiro volume da segunda edição, contém novos capítulos em relação à primeira edição, abrangendo assuntos de grande atualidade e de interesse. A escolha destes novos capítulos foi criteriosa, como se pode verificar pelas sucintas apreciações colocadas a seguir.

a) Estratigrafia de Seqüências – A sua inclusão neste livro é importante para encarecer o papel dos fósseis no reconhecimento das seqüências. Como basicamente as seqüências se constroem pelas variações laterais de paleoambientes, os fósseis tornam-se extremamente úteis, pois suas associações são decisivas nestas reconstruções. Nem sempre este papel dos fósseis é reconhecido.

b) Extinções – A proposição, a partir de 1980, de causas astronômicas para as chamadas extinções em massa, que seriam evidenciadas pelas anomalias de irídio nos depósitos onde foram verificadas as extinções, resultou, como corolário, a estratégia dos paleontólogos e estratígrafos, que passaram a detalhar centímetro por centímetro as camadas geológicas, con-

tendo os fósseis situados abaixo e acima dos horizontes que testemunhariam as extinções. Passou-se a pesquisar, ainda, as causas das diferentes sensibilidades dos organismos que viveram na época das extinções que permitiram que alguns atravessassem incólumes, os tempos difíceis.

c) Vida primitiva – Nas últimas décadas, ampliaram-se muito o conhecimento de organismos que viveram antes de 540 milhões de anos. Conscientizou-se no meio científico, que estes seres antigos já possuíam certo grau de organização, diferente do que se pensava antes. Neste capítulo novo, o leitor tem noção da complexidade desta vida primitiva.

d) O conhecimento da evolução das angiospermas se reveste de grande interesse, pois as plantas com flores são as hoje predominantes nos continentes.

e) Os chamados “fósseis químicos”, compostos químicos orgânicos que hoje estão conservados em certos ambientes, são importantes por fornecer informações sobre características físico-químicas dos ambientes. O valor destas informações aumenta quando estes “fósseis químicos” se encontram associados aos fósseis.

f) O capítulo sobre Palinologia, serve, nesta segunda edição, como introdução ao capítulo de Paleopalínologia.

g) Os processos de alteração *post-mortem* dos organismos, durante a fossilização (Tafonomia) que já constava da primeira edição, possuem complementação nesta segunda edição, ou seja, alterações após o soterramento final, com o capítulo “Fossildiagênese”.

Os ostracodes, originalmente examinados junto com os outros crustáceos na primeira edição, são aqui reunidos aos outros microfósseis.

O segundo volume foi reservado a considerações sobre a curadoria de coleções científicas e de jazigos fossilíferos, bem como apresentações de técnicas de separação de fósseis da matriz (i.e. de depósitos que os contêm), técnicas de tratamento de fósseis para melhorar a visibilidade de suas características morfológicas e preparação de moldes e réplicas de fósseis, em muitos casos melhorando a apresentação de suas características morfológicas.

Ao lado da exposição sobre importantes fósseis de outros países, este livro, sempre que possível, discorre sobre fósseis brasileiros.

Em suma, esta edição amplia o escopo da primeira edição, mostrando uma Paleontologia mais abrangente do que a mostrada na primeira edição e, o que é mais importante, mantendo a alta qualidade de apresentação e da impressão do texto. O coordenador, os colaboradores e a editora estão de parabéns.

Setembrino Petri

Julho de 2004.

Prefácio da 1^a. Edição

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 arrepiô 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 lhe permitir resolver, muitas vezes já no campo, problemas de datação, de rela-

cionamento 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, alterando 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

Setembro de 2000.

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
Setembro de 2000.

Sumário

APRESENTAÇÃO	V
PREFÁCIO	VII
PREFÁCIO DA 1ª EDIÇÃO	IX
CONCEITOS	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 – Fossildiagênese	47
Dissolução e Precipitação	49
Silificação	49
Recristalização	50
Incrustação	52
Concreções	52
Fossilização em Ambientes Estagnados	53
Minerais de Ferro	54
Fosfatização	55
Fraturas e Deformações	55

Âmbar	56
Cinzas Vulcânicas	57
Considerações Finais	57
Referências	58
Capítulo 5 – Uso Estratigráfico dos Fósseis e Tempo Geológico	61
Bacias Sedimentares	61
Conceitos Fundamentais da Estratigrafia	62
Litoestratigrafia	63
Bioestratigrafia	64
Cronoestratigrafia, Geocronologia e Tabela de Tempo Geológico	67
Referências	72
Capítulo 6 – A Estratigrafia de Seqüências e o Registro Fóssil	75
A “Nova Estratigrafia”	76
Um Modelo Teórico do Controle Estratigráfico sobre a Distribuição de Fósseis	79
Exemplos Brasileiros	84
Conclusões	88
Referências	91
Capítulo 7 – Teorias Evolutivas	93
Histórico do Pensamento Evolutivo	93
Lamarckismo	94
Darwinismo	95
Teoria Sintética da Evolução	96
Espécie e Especiação	99
Microevolução <i>versus</i> Macroevolução	103
Gradualismo <i>versus</i> Pontualismo	105
Biogeografia	107
Referências	113
Capítulo 8 – Extinções	115
Os Diferentes Tipos de Extinções	115
Conclusão	127
Referências	127
Capítulo 9 – Taxonomia e Sistemática	129
Taxonomia, Sistemática, Classificação Taxonômica, Taxometria e Identificação Taxonômica	130
Regras de Nomenclatura	135
Aplicações	140
Referências	140
Capítulo 10 – Icnofósseis	143
Bioturbações	143
Bioerosões	144
Coprólitos	144
Outros Tipos de Icnofósseis	145
Pseudoicnofósseis	145
Classificação	146
Icnofáceis e Icnocenoses	151
Quantificação e Utilização nas Icnofácies	157
Aplicações	158
Referências	167
Capítulo 11 – Estromatólitos	171
Características Principais de Estromatólitos	173
Classificação	180

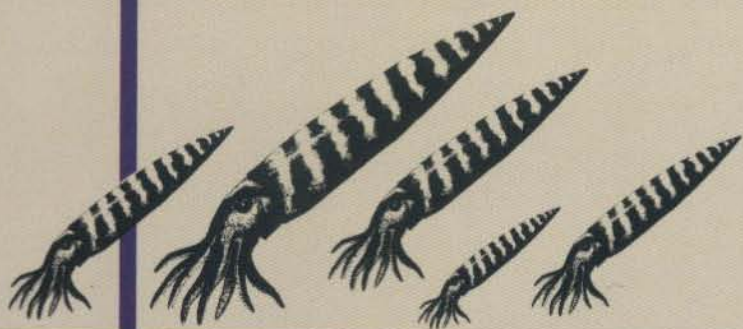
Métodos e Técnicas de Estudo	183
Distribuição Estratigráfica	186
Aplicações	188
Referências	191
Capítulo 12 – Âmbar	197
Características Físicas e Químicas dos Âmbares	198
Preservação de Organismos no Âmbar	200
Aplicações	203
Referências	204
Capítulo 13 – Fósseis Químicos	207
Alcanos	209
Esteranos	209
Terpanos	209
Aplicações: Indicadores de Fonte e Ambiente Depositional	209
Considerações Finais	216
Referências	218
Capítulo 14 – A Vida Primitiva: do Criptozóico (Pré-Cambriano) ao início do Fanerozóico	221
O Registro Paleontológico do Criptozóico	221
Os Fósseis mais Antigos e seu Significado Evolutivo	224
A Vida se Diversifica: aparecem os eucariotos	224
Fauna de Ediacara: os primeiros animais macroscópicos	227
O Surgimento do Esqueleto: as faunas tomotiana e de Burgess	230
Referências	233
Capítulo 15 – Paleocologia	235
Refazendo as Relações Pretéritas	235
Aplicações	236
Referências	243
Capítulo 16 – Paleobiogeografia	247
Aspectos Conceituais e Históricos da Paleobiogeografia	248
Métodos em Biogeografia Histórica Aplicados em Paleontologia	253
Referências	263
MICROPALAEONTOLOGIA	267
Capítulo 17 – Foraminíferos	269
Composição e Morfologia	270
Classificação	271
Distribuição Estratigráfica	275
Referências	283
Capítulo 18 – Nanofósseis Calcários	285
Morfologia	286
Classificação	286
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeografia	288
Aplicações	288
Referências	295
Capítulo 19 – Radiolários	297
Morfologia	297
Classificação	301
Distribuição Estratigráfica	304
Tafonomia	306
Depósitos Silicosos	308

Aplicações	309
Referências	310
Capítulo 20 – Tintinídeos e Calpionelídeos	313
TINTINÍDEOS	313
Morfologia	313
Classificação	314
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica	314
Aplicações	314
Referências	314
CALPIONELÍDEOS	315
Morfologia	315
Classificação	315
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica	316
Aplicações	317
Referências	318
Capítulo 21 – Diatomáceas	319
Morfologia	320
Classificação	320
Classificação de Hendey	323
Distribuição Estratigráfica	323
Aplicações	324
Diatomitos	325
Referências	325
Capítulo 22 – Dinoflagelados	327
Morfologia	327
Classificação	335
Distribuição Estratigráfica	344
Ecologia	344
Distribuição de Dinocistos em Sedimentos de Fundo	346
Composição das Assembléias de Dinocistos e as Implicações Ambientais	346
Morfologia dos Cistos e Interpretações Ambientais	346
Aplicações	347
Referências	350
Capítulo 23 – Ostracodes	355
Morfologia e Biologia	356
Classificação	359
Distribuição Estratigráfica	362
Paleobiogeografia	363
Aplicações	364
Referências	367
Capítulo 24 – Palinologia	369
Morfologia Polínica	370
Aplicações da Palinologia	375
Referências	376
Capítulo 25 – Paleopalinologia	381
Morfologia	381
Classificação	386
Distribuição Estratigráfica	390
Aplicações	391
Referências	391

Capítulo 26 – Quitinozoários	393
Morfologia	393
Classificação	396
Distribuição Estratigráfica	399
Aplicações	403
Referências	403
Capítulo 27 – Acritarcos	405
Morfologia	405
Classificação Sistemática	406
Distribuição Estratigráfica	406
Referências	408
PALEOBOTÂNICA	411
Capítulo 28 – Paleobotânica: Conceituação Geral e Grupos Fósseis	413
Metodologia Paleobotânica	414
Tafonomia	416
Classificação	419
Aplicações	500
Referências	503
Capítulo 29 – A Origem e a Evolução das Angiospermas	509
A Classificação das Angiospermas	513
Tentativas para Descobrir o Grupo Ancestral das Angiospermas	515
Análises Cladísticas ou Filogenéticas	516
Métodos Bioquímicos	518
Como e Quando Surgiram as Angiospermas	518
O Documentário Pré-Cretáceo de Supostas e Comprovadas Angiospermas	520
Local de Origem das Angiospermas	521
Eocretáceo (Berriasiano - Albiano): Fase da “Irradiação Silenciosa”	524
Neocretáceo Inicial (Cenomaniano): Fase da “Irradiação Explosiva para o Domínio”	529
Neocretáceo Final (Turoniano ao Maastrichtiano): Fase de “Maturidade ou Consolidação”	533
Paleógeno ao Quaternário: Fase da “Irradiação Cenozóica”	535
As Subclasses de Angiospermas	536
Pleistoceno Final a Holoceno: Fase de “Declínio & Extinção” das Angiospermas	537
Referências	537
PALEOINVERTEBRADOS	543
Capítulo 30 – Poríferos	545
Morfologia	547
Classificação	548
Distribuição Estratigráfica	551
Paleobiogeografia	552
Aplicações	553
Referências	553
Capítulo 31 – Cnidários	555
Morfologia	557
Classificação	557
Paleoecologia	566
Distribuição Estratigráfica	566
Aplicações	567
Referências	567

Capítulo 32 – Anelídeos	571
Morfologia	571
Classificação	573
Distribuição Estratigráfica	576
Aplicações	577
Referências	578
Capítulo 33 – Artrópodes	579
Morfologia	581
Classificação	583
Distribuição Estratigráfica e Paleogeográfica dos Artrópodes Fósseis no Brasil	603
Aplicações	604
Referências	605
Capítulo 34 – Moluscos	609
Morfologia	609
Classificação	612
Distribuição Estratigráfica dos Moluscos	632
Aplicações	634
Referências	634
Capítulo 35 – Briozoários	639
Morfologia	639
Classificação	640
Distribuição Estratigráfica	645
Aplicações	647
Referências	650
Capítulo 36 – Braquiópodes	651
Morfologia	651
Classificação	656
Glossário de Termos Morfológicos	664
Distribuição Estratigráfica	665
Paleobiogeografia	667
Aplicações	672
Referências	672
Capítulo 37 – Equinodermas	675
Sistemática	676
Aplicações	696
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica dos Equinodermas Brasileiros	698
Referências	698
PALEOVERTEBRADOS	701
Capítulo 38 – Hemicordados	703
Morfologia	703
Classificação	704
Paleoecologia e Distribuição Estratigráfica	707
Referências	707
Capítulo 39 – Cordados	711
Morfologia	711
Classificação	712
Ancestral dos Vertebrados	716
Referências	717

Capítulo 40 – Conodontes	719
O Animal Conodonte	722
Morfologia	723
Classificação	725
Paleoecologia	725
Paleobiogeografia	727
Aplicações	728
Referências	730
Capítulo 41 – Agnatos e Peixes	733
Morfologia	733
Classificação	735
Distribuição Estratigráfica e Paleobiogeográfica dos Primeiros Vertebrados	756
Aplicações	758
Filogenia de Agnatos e Gnatostomados	758
Referências	763
Capítulo 42 – Anfíbios	765
Morfologia	766
Classificação	776
Bioestratigrafia	776
Paleoecologia	778
Referências	781
Capítulo 43 – Répteis	781
Morfologia	782
Classificação	807
Distribuição Estratigráfica	810
Paleoecologia	813
Paleobiogeografia	813
Referências	817
Capítulo 44 – Aves	818
Morfologia	820
Classificação	828
Aplicações	829
Referências	833
Capítulo 45 – Mamíferos	834
Morfologia	838
Classificação	854
Distribuição Estratigráfica	857
Paleobiogeografia	859
Aplicações	859
Referências	859



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 71 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.

São também apresentadas as técnicas e procedimentos laboratoriais que evidenciam estruturas anatômicas e revelam aspectos ainda desconhecidos da morfologia dos fósseis. A importância da educação em Paleontologia, a legislação de proteção aos fósseis, os jazigos fossilíferos do Brasil e os fósseis de Portugal possibilitam o conhecimento do registro documental e dos mecanismos de preservação da diversidade paleobiológica e da história geológica da Terra.



ISBN 85-7193-107-0



9 788571 931077



Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro



PETROBRAS