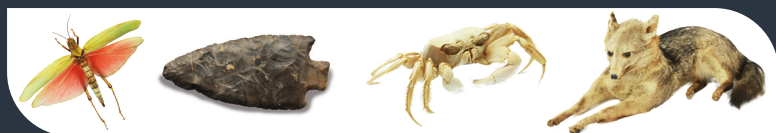


Organização: Antonio Liccardo

o museu de ciências naturais



GEODIVERSIDADE
E BIODIVERSIDADE

série referência
editora
estúdiotexto

PARTICIPAM DESTA OBRA:

Adriano Kapp Junior
Alison Leajanski
Ana Paula Gonçalves Meira
Ana Rafaela Moraes
Antonio Liccardo
Augusto Luiz Ferreira Júnior
Bruno Hideyuki Antunes
Camila Priotto Mendes
Carla Silvia Pimentel
Carlos A. Rogoski
Carolina Krzyzanoski dos Santos
Christopher Vinícius Santos
Denilton Vidolin
Elen Cristiane de Lima
Elvio Bosetti
Gabrieli Goltz
Gilson Burigo Guimarães
Gustavo Henrique Zaia Alves
Gustavo M. Pinheiro
Iniwara Kurovski Pereira
Isabelle Siqueira Tavares
Ivana de Freitas Barbola
Karin Linete Hornes
Karina Estaski
Kevin William Richter
Marilise Silva Meister
Mario Cezar Lopes
Marta Regina Barrotto do Carmo
Mateus de Moraes
Melissa Koch Fernandes de Souza
Moacir Elias Santos
Ricardo Diniz Correia de Almeida
Rosangela Capuano Tardivo
Susete Wambier Christo
Tiago Marafiga Degrandi
Vinícius Matheus Caldart

o museu de ciências naturais

GEODIVERSIDADE E BIODIVERSIDADE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Reitor

MIGUEL SANCHES NETO

Vice-reitor

IVO MOTTIN DEMIATE

Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação

GIOVANI MARINO FAVERO

Pró-reitor de Extensão e Assuntos culturais

EDINA SCHIMANSKI

Coordenador do Programa de Pós-graduação em Geografia

EDSON CLEMENTE BELO

o museu de ciências naturais

GEODIVERSIDADE E BIODIVERSIDADE

Organização: Antonio Liccardo

EDITORA ESTÚDIO TEXTO

Editora-chefe

Ana Caroline Machado

Diretora

Josiane Blonski

Conselho Editorial

Dra. Anelize Manuela Bahniuk Rumbelsperger (UFPR)

Dr. Antonio José dos Santos (IST/SOCIESC)

Ms. Carlos Mendes Fontes Neto (UEPG)

Dr. Cezar Augusto Carneiro Benevides (UFMS)

Dr. Edson Armando Silva (UEPG)

Dr. Erivan Cassiano Karvat (UEPG)

Dra. Jussara Ayres Bourguignon (UEPG)

Dra. Lucia Helena Barros do Valle (UEPG)

Dra. Luísa Cristina dos Santos Fontes (UEPG)

Dr. Marcelo Chemin (UFPR)

Dr. Marcelo Engel Bronosky (UEPG)

Dra. Marcia Regina Carletto (UTFPR)

Dra. Maria Antonia de Souza (UTP/UEPG)

Dra. Marilisa do Rocio Oliveira (UEPG)

Dr. Rodrigo Labiak (UNICAMP)

série referência
editora
estúdiotexto

© 2022 Antonio Liccardo e autores

Coordenação editorial
Editora Estúdio Texto

Capa, projeto gráfico e diagramação
Ana Caroline Machado

Imagens da capa
Antonio Liccardo

Fotografia
Ana Rafaela Morais, Elen Cristiane Lima,
Carolina Krzyzanoski e Alison Leajanski

Tratamento de imagens
Matheus de Moraes, Gustavo Pinheiro e
Antonio Liccardo

Acervo
Museu de Ciências Naturais

Supervisão
Josiane Blonski

Assistente administrativo
Érika Blonski

Assistente editorial
Verônica Queji de Paula



M986	O Museu de Ciências Naturais: geodiversidade e biodiversidade/ organizado por Antonio Liccardo. Ponta Grossa: Estúdio Texto, 2022. 128p., il. E-book - PDF
	ISBN: 978-65-87261-25-6
	1. Geologia. 2. Arqueologia. 3. Geodiversidade – Ponta Grossa. 4. Biodiversidade – Ponta Grossa. 5. Natureza – conservação. I. Liccardo, Antonio (org.). II. T.
	CDD: 918.62

Ficha Catalográfica elaborada por Maria Luzia Fernandes Bertholino dos Santos – CRB9/986

Depósito Legal na Biblioteca Nacional.

editora
estúdiotexto

Tel. +55 (42) 3027-3021 | ☎+55 (42) 98416-9795
www.editoraestudiotexto.com.br

Prefácio

O **Museu de Ciências Naturais** da Universidade Estadual de Ponta Grossa reúne em um único espaço acervos diversos que haviam sido obtidos pelo esforço, ao longo de décadas, de pesquisadores e pesquisadoras que, paciente e abnegadamente, coletaram e catalogaram materiais para suas atividades de ensino, pesquisa e extensão. Assim, o MCN já nasce com uma história institucional e consolida uma importante área do conhecimento humano, tornando-se ao mesmo tempo um espaço de visitação, aberto ao público interno e externo, e um laboratório multiusuário, fundamental para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos.

Região privilegiada pela geodiversidade, os Campos Gerais são extremamente ricos enquanto história da formação do planeta, constituindo-se em um atrativo para o turismo científico. O MCN concentra, em um edifício amplo, material representativo das características das formações regionais, da sua fauna e de quem aqui habitou, indo além, dialogando com toda a história do planeta Terra. Torna-se, portanto, o coração vivo de uma identidade regional, que vai se integrar a um complexo turístico a partir dos marcadores naturais que atraem a atenção nacional e internacional.

Temos, dessa forma, a dimensão do MCN, que é múltipla do ponto de vista de seu campo de atuação. Conserva a história natural, conecta acervos obtidos ao longo de décadas, atrai pesquisadores que com certeza vão gerar novos conhecimentos, serve para a visitação leiga, divulgando assim a ciência, e se torna um ponto de referência para o turismo ligado à natureza, promovendo uma consciência ecológica tão necessária para a conservação do grande museu a céu aberto em que vivemos. É ainda uma oportunidade de levar informações a públicos estudantis, que podem fazer uma visitação guiada pelo local, aproximando o conhecimento universitário da formação escolar.

Importante instrumento científico, didático e museológico, o MCN consolida sonhos acalentados por décadas e se faz uma força

propulsora para produzir e divulgar ciência em uma época em que é tão necessária a projeção extramuros dos saberes acumulados na academia. Com a criação deste espaço, novos acervos serão acolhidos, criando um ecossistema formativo que muito contribuirá com o desenvolvimento sustentável de nosso estado.

Tendo nascido já robusto, com um histórico acadêmico denso, este museu com certeza é a mais importante iniciativa para entender os Campos Gerais como um geoparque, conceito que, cada vez mais, se faz urgente consolidar para garantir uma ocupação responsável de nossas áreas de conservação.

Daí a importância deste livro, uma verdadeira certidão de nascimento de um Museu, um roteiro para a sua compreensão que lhe dará uma visibilidade institucional, funcionando como uma amostra de tudo que pode ser produzido enquanto geoprodutos locais, não apenas do ponto de vista físico como também científico.

O MCN fortalece uma cultura que amplia as questões de museologia, favorecendo uma compreensão das possibilidades de geração de renda a partir da história natural e do conservacionismo. É, portanto, uma interferência acupuntural no grande corpo dos Campos Gerais, que produzirá efeitos benéficos a todo o organismo.

É uma honra que todo este esforço coletivo possa ter ocorrido durante nossa gestão da UEPG. Que o MCN cresça cada vez mais e ocupe o espaço central que ele merece na produção e divulgação científica dos Campos Gerais.

Miguel Sanches Neto

Reitor da Universidade Estadual de Ponta Grossa

■ Sumário

O Museu de Ciências Naturais da UEPG.....	9
Educação em museus de ciências naturais.....	15
Tempo Geológico.....	21
Minerais e pedras preciosas.....	27
Ciclo das Rochas	33
Meteoritos	39
Paleontologia	45
Indicadores climáticos do passado	55
Arqueologia	61
Geodiversidade de Ponta Grossa.....	69
Evolução das espécies	77
Botânica.....	85
Invertebrados	95
Vertebrados	101
Biodiversidade dos Campos Gerais	107
Conservação da natureza	117
Referências bibliográficas.....	122

■ O Museu de Ciências Naturais da UEPG

Antonio Liccardo e Christopher Vinícius Santos

Originado em projetos de extensão que envolviam os temas geodiversidade e biodiversidade desde 2011, o Museu de Ciências Naturais (MCN) da Universidade Estadual de Ponta Grossa passou a ser concebido em 2019 como espaço expositivo de um importante acervo e palco para a integração de pesquisa, ensino e extensão em ciências de natureza.

O papel do museu na sociedade contemporânea continua sendo o de conservar, documentar, pesquisar, interpretar e divulgar seus acervos, assim como o conhecimento presente nessas coleções, conforme o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM, 2012). Contudo, nos últimos anos os museus passaram a assumir também um importante caráter social e incorporaram o papel de instituições a serviço da sociedade na busca do desenvolvimento sustentável. Estas instituições são imprescindíveis na construção de políticas e estratégias territoriais já que, além de preservarem a memória coletiva, são agentes ativos na educação, na cultura e no turismo dos lugares onde estão sediadas.

A riqueza e a diversidade do patrimônio natural/cultural do município de Ponta Grossa e da região dos Campos Gerais são reconhecidas em diversas publicações científicas, mas raramente essas informações chegam ao público geral ou, até mesmo, aos diferentes públicos universitários. O MCN é a primeira instituição desta categoria na região dos Campos Gerais do Paraná e exerce uma importante função na preservação, pesquisa e exposição do patrimônio natural e cultural locais e regionais. Por estar instalado em uma instituição pública, favorece a democratização do conhecimento e do acesso a acervos raros, aproximando a comunidade da universidade. O MCN é uma espécie de vitrine da ciência pro-



Panorama da sala de exposições de longa duração do Museu de Ciências Naturais.

duzida na UEPG e conecta a pesquisa e o conhecimento do meio natural com a sociedade, cada vez mais urbana e distante da natureza, o que pode promover uma conscientização ambiental profunda, entre outras facetas necessárias para a evolução humana.

A missão do MCN está em sintonia com as propostas e objetivos da Agenda 2030, com potencialidade de impactar positivamente na direção dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU (2015) e assumidos pelo IBRAM (2018). No âmbito da América Latina, o “Marco Conceitual Comum sobre a Sustentabilidade” (2019), produzido pelo Observatório Ibero-americano de Museus - IBERMUSEUS, reflete a particularidade da realidade museológica do espaço ibero-americano. Esse documento organizou em quatro dimensões a análise do papel de instituições museais e suas ações no desenvolvimento sustentável: social, ambiental, cultural e econômica. Estas propostas de indicadores, aplicadas ao MCN, vêm sendo objeto de estudo por Santos (2022), com resultados preliminares que apontam um caminho interessante no planejamento territorial.

No plano social o MCN atua principalmente com serviços educativos junto à comunidade. A educação não formal que acontece na visitação a museus é reconhecida por diversos autores como necessária e complementar à educação escolar convencional. O museu tem potencial para atuar como dinamizador de soluções e articular a esfera da universidade com comunidades e populações vulneráveis, sendo um elo importante entre o meio científico formal e a sociedade. No parâmetro ambiental, o MCN pode criar programas de conscientização para a preservação da natureza e ancorar conceitos e conhecimento sobre o patrimônio natural da região, que engloba os principais atrativos turísticos nos Campos Gerais. Culturalmente, o museu abre portas para um fascinante universo de belezas naturais oferecido pelo seu acervo variado e raro. Entre uma diversidade de minerais que constituem a crosta terrestre ou uma coleção criteriosa de meteoritos, rochas e fósseis do Paraná e do Brasil, a exposição de elementos da geodiversidade se destaca como uma das melhores do estado. A representação da

biodiversidade em dioramas, esqueletos ou animais taxidermizados permite ao visitante uma aproximação com os diferentes ambientes de vida na natureza. A expografia adotada propõe a integração da geodiversidade e biodiversidade que compõem o meio ambiente, permeada por vestígios da atividade humana, como na seção de Arqueologia, por exemplo. No parâmetro econômico o MCN deve impactar positivamente a região em médio prazo, na medida em que tende a contribuir diretamente com a profissionalização do turismo cultural e de natureza, podendo atrair público, gerar empregos associados e facilitar iniciativas empreendedoras de maneira geral.

A Educação em Ciências, em interlocução com os pressupostos da Educação Ambiental, pode oferecer uma grande contribuição pois, para discutir e se engajar como cidadãos no enfrentamento dos problemas socioambientais, a população precisa estar cientificamente letrada e politicamente consciente (VASCONCELLOS; GUIMARÃES, 2006).

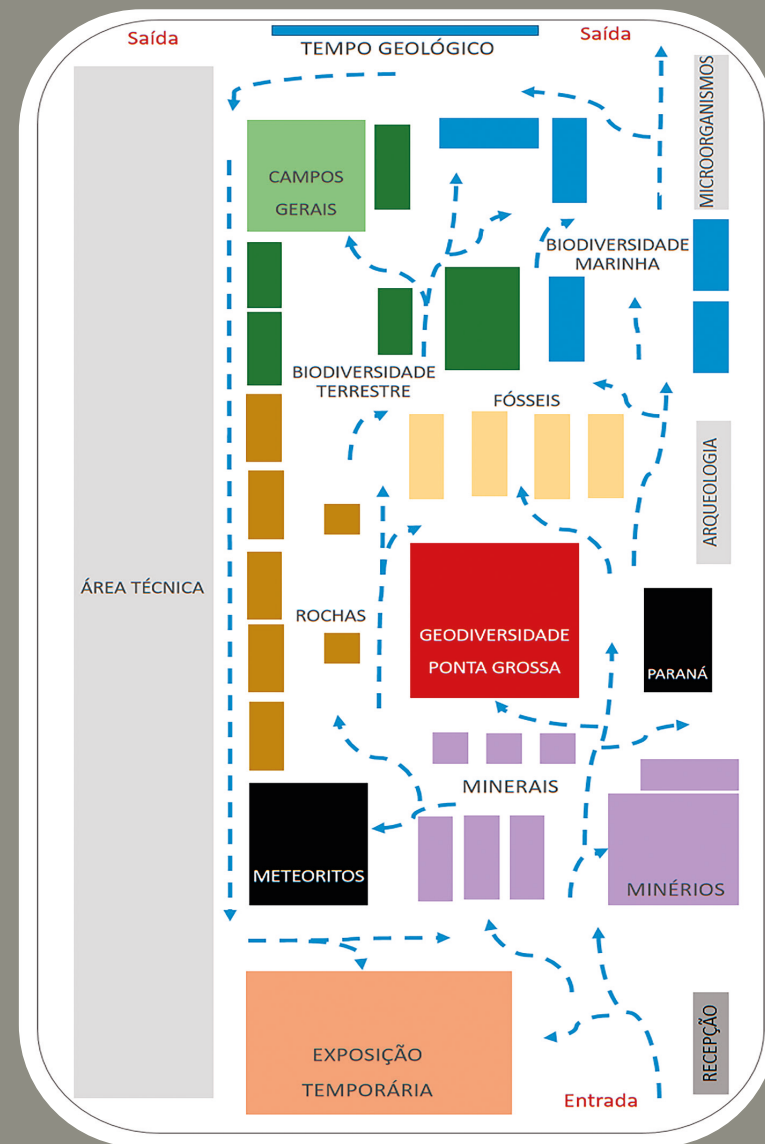
Assim, a abordagem de temas relacionados à conservação ambiental, como a geodiversidade e a biodiversidade representadas em parte no MCN, permite sensibilizar os visitantes para o conhecimento e para a necessidade de preservação do nosso habitat, sobretudo atualmente, dadas as inúmeras questões inerentes ao processo de degradação acelerado e suas possíveis formas de contenção. Essa conscientização é fundamental no desafio a ser enfrentado, que é o caminho para o desenvolvimento sustentável.

Além do papel educacional, social e ambiental o Museu de Ciências Naturais da UEPG desponta como uma nova atração turística para o município de Ponta Grossa e região, o que pode fortalecer a economia local dialogando com a visitação aos atrativos naturais e culturais já consolidados, como o Parque Estadual de Vila Velha e o Parque Nacional dos Campos Gerais (Buraco do Padre, Cachoeira do São Jorge, Furnas Gêmeas etc.), entre outros. No cenário turístico, para o IBRAM, o desenvolvimento do turismo brasileiro está voltado ao incremento de novos destinos e produtos diferenciados para seus consumidores, os turistas. Os museus brasileiros fazem parte desse universo de atrativos e são potenciais indutores de vi-

situação em várias cidades (IBRAM, 2014). Nesse contexto, o MCN pode impulsionar qualitativamente o turismo de natureza que já acontece na região, fortalecendo a relação entre a sociedade e a universidade, uma vez que o museu está situado em um de seus *campi* universitários.

Fisicamente o Museu de Ciências Naturais está instalado num edifício de mais de 2.000 m² no Campus de Uvaranas, atualmente com 800 m² destinados à exposição do acervo e complementado por salas de pesquisa, reserva técnica e laboratório. No espaço expositivo foram distribuídas as amostras em seções que seguem a lógica de evolução do planeta. Ao longo da mostra o visitante tem contato com os seguintes conteúdos: 1– Minerais; 2 – Minérios; 3 – Meteoritos; 4 – Rochas; 5 – Geologia do Paraná; 6 – Geodiversidade de Ponta Grossa; 7 – Fósseis; 8 – Invertebrados; 9 – Vertebrados; 10 – Vegetação; 11 – Biodiversidade dos Campos Gerais; 12 – Tempo Geológico. Na área externa do prédio foi instalado um mapa do Paraná no jardim, com 35m x 25m de dimensões, dentro do qual são expostas amostras de rochas típicas de cada região e um conjunto de 22 painéis interpretativos do patrimônio geológico do estado, posicionados em sua localização geográfica correspondente.

Para Falk (2001), que estudou o fenômeno educativo em museus, não há um único modo de se aprender, nem um único lugar ou momento da vida para isso, referindo-se ao que ele chama de aprendizado por livre escolha (*free-choice-learning*) e aprendizado ao longo da vida (*life-long learning*) no processo de educação não formal. Por isso a museografia concebida no MCN busca proporcionar a imersão do visitante no contexto do conhecimento natural para provocar diferentes conexões entre os temas apresentados e o cotidiano das pessoas. Estes *insights* são a essência filosófica do museu contemporâneo porque permitem que cada indivíduo construa sua interpretação a partir de conteúdos disponibilizados. O Museu de Ciências Naturais da UEPG oferece ao público mais variado o suporte e a oportunidade de criar seus *insights*, promovendo sua própria evolução pessoal pelo conhecimento.



Esboço da expografia planejada no MCN, com indicação de possíveis caminhamentos.

■ Educação em museus de ciências naturais

Carla Silvia Pimentel, Camila Priotto Mendes
e Antonio Liccardo

Um museu é um espaço para ensinar e aprender? Esta é a pergunta que nos move a pensar no papel do Museu de Ciências Naturais da UEPG com a promoção de contextos de educação. E a resposta é definitivamente SIM. Dentre as muitas ações desenvolvidas por museus, como adquirir, conservar, produzir ou comunicar conhecimentos, o compromisso com ações educativas e culturais vem se tornando cada vez mais relevante nas últimas décadas (MARANDINO, 2012; BRUNO, 2020).

O MCN tem sua origem em um contexto universitário, resultado de pesquisas, de processos de ensino e ações extensionistas ligadas às geociências e ciências biológicas da UEPG. Essa gênese releva não só os conteúdos apresentados no museu, mas os princípios e os fundamentos inerentes a uma instituição universitária. O papel das universidades, como instituições científicas na contemporaneidade é múltiplo e fundamental, com ações de produção e divulgação científica, de desenvolvimento social, tecnológico e econômico, de formação de profissionais, dentre outras. Corresponder às diversas demandas da sociedade é busca constante dessas instituições e, neste sentido, os museus podem desempenhar importante papel.

Os museus universitários, além de manter/promover a indissociabilidade ensino, pesquisa e extensão, “têm o seu eixo central na articulação entre a salvaguarda e a comunicação das referências patrimoniais, das coleções e acervos” (BRUNO, 1997, p. 48), promovendo conexões “entre as sociedades e/ou comunidades com suas referências culturais das mais distintas categorias e tipologias, em um território específico [...]” (BRUNO, 2020, p. 23).



Um museu desperta a curiosidade de diferentes gerações de visitantes. O aprendizado é um processo que acontece ao longo de toda a vida e em todos os momentos para todas as pessoas.

E um museu de ciências, como pensá-lo? São muitas as funções que podem ser atribuídas a um museu científico, dentre elas “a promoção da cultura científica, a investigação, o apoio ao ensino, os serviços à comunidade, a preservação do patrimônio, a educação ambiental e o reforço da identidade (local ou institucional)” (DELICADO, 2004, p. 03). Neste contexto, o propósito central dos museus de ciências naturais está em possibilitar a compreensão do ambiente natural sem dissociá-lo do ser humano. A partir do momento que se cria o vínculo entre ser humano e natureza, gerando a sensação de pertencimento, existe uma sensibilização para a preservação do ambiente natural.

O MCN foi planejado para socializar e gerar conhecimentos sobre geodiversidade e biodiversidade, temas geradores das exposições, que expressam a história geológica da Terra e do desenvolvimento da vida em seus ecossistemas. São materiais obtidos ao longo de mais de 50 anos de existência dos laboratórios, que possibilitam a socialização de um acervo com alto valor científico e potencial didático para estudos da natureza e suas relações com a sociedade. São temas relevantes nas ciências naturais e considerados imprescindíveis para a formação de crianças e jovens em idade escolar, público cada vez mais frequente em museus e exposições do gênero. O MCN foi pensado como ambiente de educação científica, sem ressalvas.

Ao defender a hipótese de que as geociências são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos alunos da escola de educação básica, Compiani (2005) ressalta que a opção pela Terra como unidade de estudo, devido aos problemas práticos e teóricos postos pela crise socioambiental, é imprescindível. Defende serem necessárias novas atitudes na relação homem-Terra, propondo uma alfabetização da natureza com “a compreensão do processo de alteração deste *modus operandi* ambiental, através da percepção do papel qualitativamente diferente que a noosfera vem desempenhando, ao modificar, criar/destruir, enfim, ao constituir os processos terrestres” (COMPIANI, 2005, p. 18). Também Carneiro *et al.* (2004, p. 559), ao analisarem a inclusão de temas da geologia na educação básica, destacam o valor deste conhe-

cimento na compreensão do funcionamento do planeta, “para atingir os objetivos pretendidos de formar cidadãos conscientes, capazes de avaliar e julgar as atividades humanas que envolvem a ocupação e o uso do ambiente e dos materiais naturais”.

Os objetivos evidenciados para as geociências estabelecem relações muito próximas com os propósitos do ensino de ciências, que tem como um de seus conceitos centrais o de biodiversidade. Além de tratar da conservação e da preservação da diversidade biológica, esta temática promove a educação ambiental diante dos interesses humanos, possibilitando ainda inúmeras abordagens interdisciplinares (FRANCO, 2013).



Formação de monitores do MCN em temas específicos do acervo, como a paleontologia acima ou a arqueologia abaixo, com especialistas convidados.

A forma dos museus de socializar/comunicar/ensinar tem maior correspondência com o campo da educação não formal, que possibilita uma organização própria dos saberes abordados. Se consideradas as especificidades dos museus em relação a outros espaços não formais, criam, ainda, uma modalidade educacional específica: a educação museal. Isso porque esses espaços geram lógicas distintas ao organizarem suas exposições, pois precisam levar em consideração seu tipo de acervo, a mensagem que querem transmitir e a diversidade de público que pretendem alcançar, muitas vezes de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade. Marandino (2005) revela este processo ao defender que os museus imprimem um discurso expositivo próprio ao manusearem o conhecimento científico, pois transformam o discurso científico em mídia de espaço.

A educação museal se materializa em aspectos singulares que incluem:

os conteúdos e as metodologias próprios; a aprendizagem; a experimentação; a promoção de estímulos e da motivação intrínseca a partir do contato direto com o patrimônio musealizado, o reconhecimento e o acolhimento dos diferentes sentidos produzidos pelos variados públicos visitantes e das maneiras de ser e estar no museu; a produção, a difusão e o compartilhamento de conhecimentos específicos relacionados aos diferentes acervos e processos museais; a educação pelos objetos musealizados; o estímulo à apropriação da cultura produzida historicamente, ao sentimento de pertencimento e ao senso de preservação e criação da memória individual e coletiva. É, portanto, uma ação consciente dos educadores, voltada para diferentes públicos (IBRAM, 2018, p. 73-74).

Esses fundamentos levam à defesa da educação museal não só como modalidade educativa, mas como um campo de conhecimento. A Política Nacional de Educação Museal no Brasil traz, não só a defesa dessa modalidade específica, como também expressa seus princípios e fundamentos, dando destaque aos museus

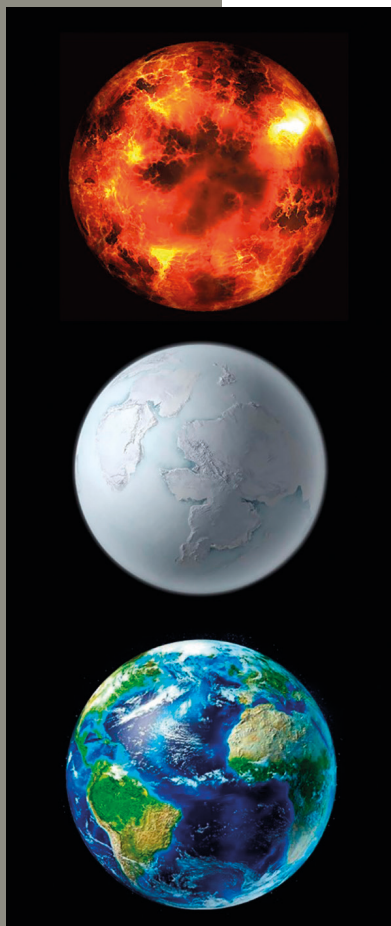
como espaços de educação. Esta potencialidade permite, ainda, relações com outras modalidades e níveis de ensino, estabelecendo caminhos para uma parceria museu-escola.

O trabalho educativo pretendido para o MCN envolve pesquisas ligadas ao acervo, ações educativas de extensão, monitorias a grupos escolares, atividades no laboratório de réplicas e de maquetes no espaço de oficinas, produção de materiais didáticos e projetos específicos para a formação inicial dos alunos da licenciatura e do bacharelado em Geografia e Biologia.

Com igual atenção, o Museu de Ciências Naturais da UEPG almeja estimular a aprendizagem por livre escolha (*free-choice-learning*), conforme as ideias de Falk (2001), disponibilizando a estudantes e visitantes conteúdo significativo e autoexplicativo de geociências e biodiversidade.



Educadores das escolas da região, em visita técnica, discutem possibilidades do ensino de geociências no Museu de Ciências Naturais.



Nosso planeta em três momentos diferentes de sua história. Terra “bola de fogo”, no início de sua formação (4,5 bilhões de anos), Terra “bola de neve” no Proterozoico (700 milhões de anos) e a Terra que a humanidade conheceu, na atualidade.

■ Tempo Geológico

Gilson Burigo Guimarães e Antonio Liccardo

Muitos pesquisadores argumentam que o conhecimento científico trouxe pelo menos três rupturas fundamentais na estrutura do pensamento humano e sobre a relevância da espécie humana. A revolução copernicana, em termos astronômicos, apontou que a Terra não está no centro do Universo; a evolução das espécies, em termos biológicos, deixou claro que o *Homo sapiens* é apenas mais uma dentre tantas outras formas de vida e não o resultado de um processo excepcional; e a compreensão da imensidão do tempo em bases geológicas – o chamado tempo profundo, que é avaliado com algarismos gigantescos em relação ao tempo “humano”, levou à constatação de que toda a história da nossa sociedade está comprimida em um instante irrisório da existência do planeta.

O nível atual de entendimento sobre a idade da Terra e, deste modo, o que se convencionou denominar de tempo geológico, é fruto de um período de grande efervescência científica entre o final do século XVIII e a primeira metade do século XX (ver HALLAM, 1985; GOULD, 1991; CARNEIRO *et al.*, 2005). Hoje a ciência trabalha em torno de um consenso de que a Terra tem uma idade de pouco mais de quatro bilhões e meio de anos e o *Homo sapiens* tenha surgido há aproximadamente 300 mil anos.

A Escala do Tempo Geológico nada mais é do que um conjunto hierárquico de intervalos da história da Terra (as unidades geocronológicas), aos quais são atribuídos nomes compostos específicos (Éon Fanerozoico; Período Devoniano; etc.), cada qual passível de subdivisões. São categorias de status, da mais elevada para as menores: os éons, eras, períodos, épocas, idades (um éon divide-se em eras, estas em períodos e etc.), sendo seus limites objeto de constante avaliação e refinamento pela Comissão Internacional de Estratigrafia.

Essa escala normalmente é retratada de modo a espelhar um dos princípios fundamentais da Estratigrafia, a Lei da Superposição de Camadas. Assim, unidades mais antigas são posicionadas na base da escala, enquanto unidades mais jovens estão no topo. Os limites das divisões desta escala estão relacionados a momentos relevantes de sua história, tais como mudanças climáticas, alterações marcantes na biosfera (extinções em massa; surgimento e diversificação de organismos; etc.), aspectos tectônicos, dentre outros, os quais obviamente não seguem um ritmo constante.

Muitos dos termos empregados para as unidades geocronológicas surgiram ao longo dos séculos XVIII e XIX, primeiro para descrever conjuntos de estratos de uma região, que na sequência foram correlacionados a terrenos de outras áreas (por exemplo, rochas devonianas seriam aquelas formadas em um momento equivalente ao das rochas observadas no Condado de Devon, Inglaterra). Análises comparativas dos tipos de rochas e principalmente de seus fósseis, predominantemente na Europa, permitiram identificar uma lógica para o empilhamento de estratos sedimentares, o que hoje se reconhece na Escala do Tempo Geológico nas divisões e na ordem relativa de eras, períodos e épocas do Fanerozoico. Somente a partir do início do século XX, com o desenvolvimento das técnicas de datação radiométricas, é que valores absolutos (numéricos) para os limites entre as unidades puderam ser estabelecidos, tarefa ainda hoje em contínuo processo de aprimoramento, avançando também para os intervalos mais antigos (o “Pré-Cambriano”).

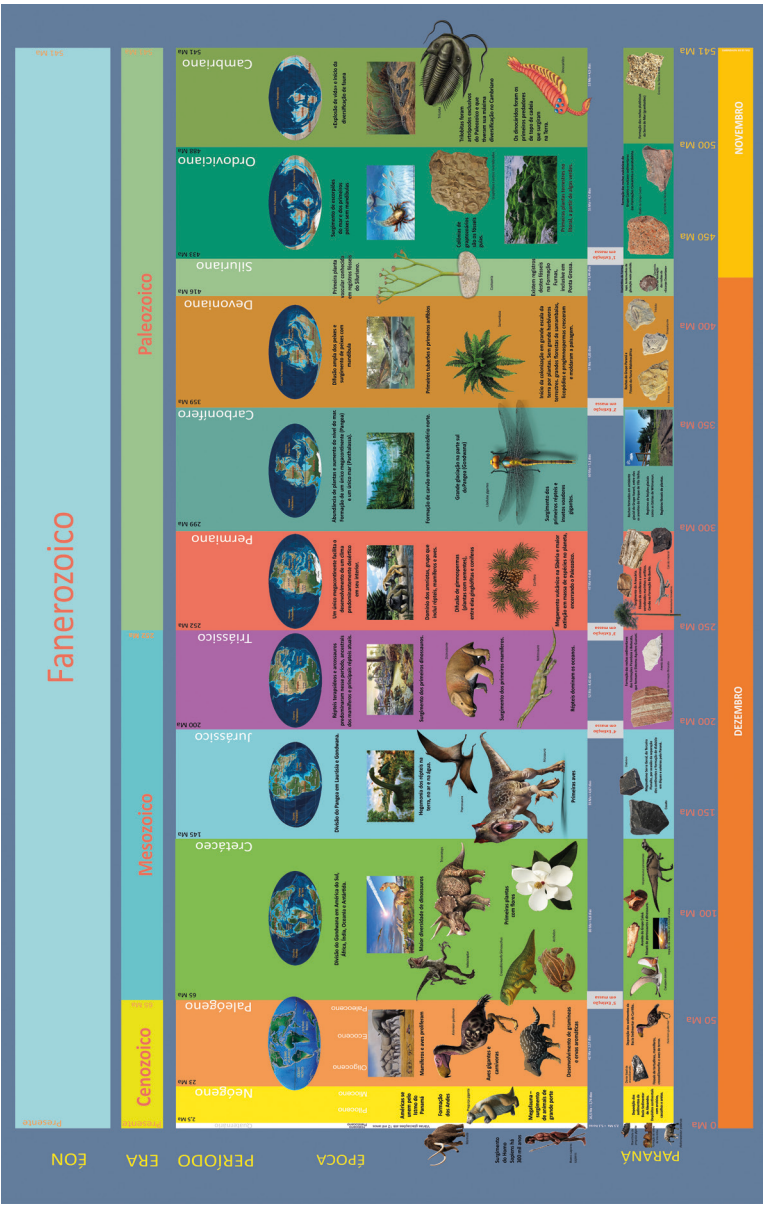
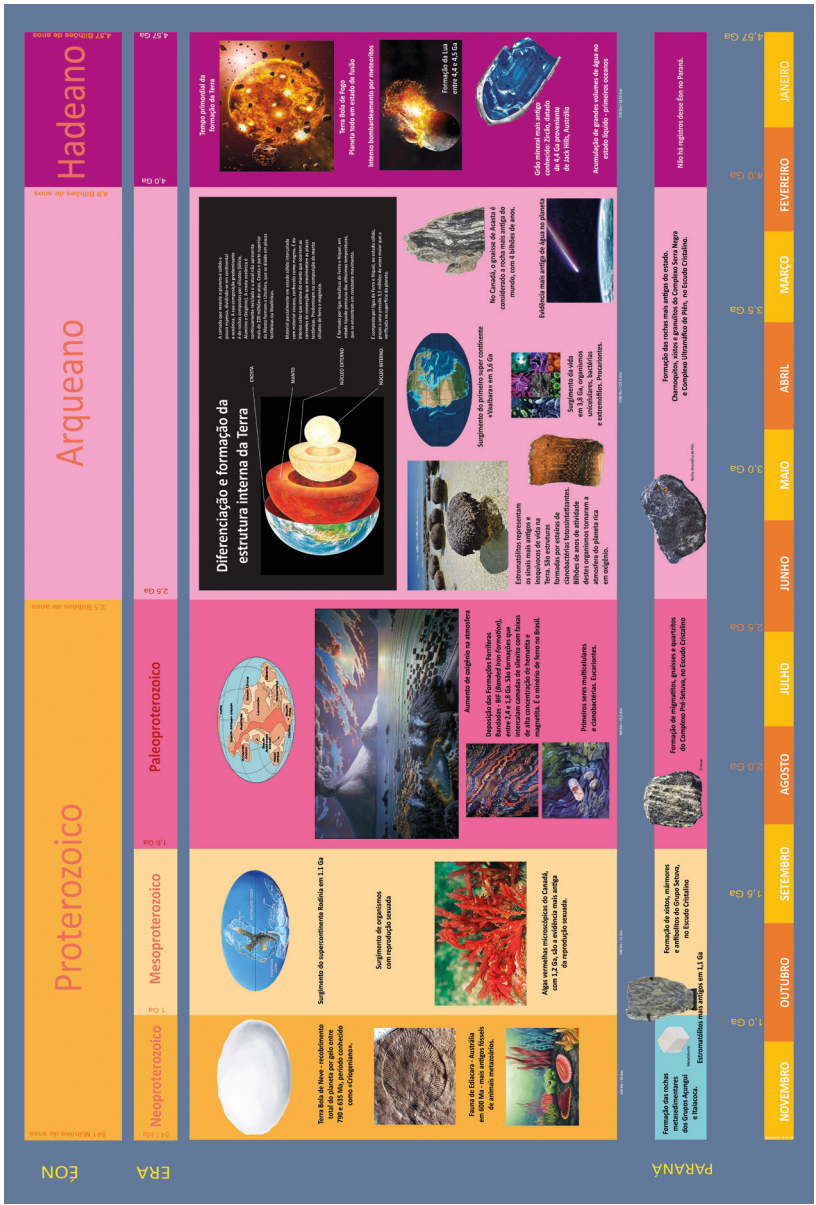
Ao longo de bilhões de anos de história, a Terra vem construindo e remodelando sua constituição e aparência, estabelecendo sua riqueza em termos abióticos (a geodiversidade) e também de formas de vida e suas relações (a biodiversidade). Para representar a evolução do planeta e da vida na Escala do Tempo Geológico o Museu de Ciências Naturais da UEPG projetou painéis ilustrados que contemplam os principais eventos e características que marcaram o planeta. Buscando facilitar a leitura e compreensão, nesta representação foi acrescentada uma escala comparativa, onde os 4,57 bilhões de anos equivalem aos 365 dias do calendário huma-

no e em cada dia que passa, nesta comparação, são representados cerca de 12,5 milhões de anos. Também foi acrescentada uma escala particular que indica testemunhos da passagem do Tempo Geológico encontrados no território paranaense.

A compreensão do tempo geológico para as Ciências Naturais é fundamental no desenvolvimento da consciência sobre o papel do homem neste planeta e suas relações com outras espécies.

ESCALA DO TEMPO GEOLÓGICO					Idade (Ma)
Éon	Era	Período	Época		
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Holoceno		2.6
			Pleistoceno		
		Neógeno	Plioceno		23
			Mioceno		
		Paleógeno	Oligoceno		66
			Eoceno		
			Paleoceno		252
	Mesozoico	Cretáceo			
		Jurássico			
		Triássico			
	Paleozoico	Permiano			
		Carbonífero			
		Devoniano			
		Siluriano			
		Ordoviciano			
		Cambriano			541
Proterozoico	Neo-proterozoico				2500
	Meso-proterozoico				
	Paleo-proterozoico				
Arqueano	Neo-arqueano				4000
	Meso-arqueano				
	Paleo-arqueano				
Hadeano					

Escala de Tempo Geológico simplificada, conforme os dados fornecidos pela ciência.





A diversidade de minerais conhecidos em nosso planeta é muito grande, com mais de 5 mil espécies descritas. Diferentes cores, formatos, composições e arranjos cristalinos tornam esses materiais fascinantes. Quartzo violeta, calcita branca, cianita azul, quartzo amarelo, enxofre e quartzo laranja são alguns exemplos.

■ Minerais e pedras preciosas

Carlos A. Rogoski, Mateus de Moraes,
Gustavo M. Pinheiro, Carolina K. Santos
e Antonio Liccardo

Os minerais são unidades da geodiversidade que constituem o substrato onde pisamos, a estrutura de nosso planeta. São elementos ou compostos químicos sólidos, homogêneos, inorgânicos e cristalinos, com composição química definida e formados naturalmente por meio de processos geológicos. A maioria das chamadas “pedras preciosas” são minerais especiais, que apresentam raridade e beleza, entre outras qualidades, que fazem deles objetos de desejo do ser humano.

A formação de minerais é resultado de complexos processos que ocorrem na Terra, ou mesmo fora dela. São formados em ambientes químicos bastante variados e podem se originar tanto no interior do planeta quanto em superfície, sob influência de diferentes pressões e temperaturas, em contextos de rochas ígneas, sedimentares ou metamórficas. Há ainda, a possibilidade de formação em corpos extraterrestres ou no impacto de meteoritos com a Terra.

Alguns minerais apresentam composição química bastante simples, sendo constituídos por um único elemento químico (elementos nativos), tais como o ouro (Au), a prata (Ag) e o cobre (Cu), ou mesmo o diamante e o grafite (C). Porém, existe uma tendência natural dos elementos químicos se combinarem entre si, sendo, em sua maioria, compostos por dois ou mais elementos, como o quartzo (SiO_2), a pirita (FeS_2), a galena (PbS), entre outros (NEVES; SCHENATO; BACHI, 2008).

O processo característico na formação de minerais é chamado de cristalização, ou seja, a transformação de um líquido ou gás para um sólido em um determinado arranjo estrutural. Esse processo tem início com a formação de um núcleo com cristais microscópicos, que recebe o aporte de matéria-prima que vai ade-

rindo às faces desse cristal aumentando seu volume (MADUREIRA F; ATENCIO; McREATH, 2001). Esse arranjo é característico do estado sólido, sendo uma exceção o mercúrio (elemento nativo), único líquido considerado mineral. A água em estado líquido não é um mineral, mas o gelo formado naturalmente em camadas geológicas mais antigas pode ser interpretado como uma substância mineral.

Essa estrutura cristalina possui reflexo em diversas características dos minerais, tornando-os especiais em suas diferentes formas (hábitos), que podem se apresentar como cristais cúbicos (galena, halita e pirita), hexagonais (quartzo e berilo), laminares (mica), entre outros, de acordo com seus sistemas cristalinos. Essa estrutura também é determinante nas propriedades distintas em minerais formados pela mesma composição química. É o caso de minerais formados por átomos de carbono, que quando submetidos a altas pressões e temperaturas formam o diamante (átomos muito próximos) e sob condições mais brandas formam a grafita (átomos afastados) (LICCARDO; CHODUR, 2014).

A utilização dos minerais pelo homem é quase tão antiga quanto a sua própria existência e o conhecimento do meio natural e das propriedades de alguns minerais foi essencial para a humanidade em sua evolução. Os primeiros hominídeos já se destacavam pela habilidade em construir utensílios em pedra lascada. O conhecimento sobre a fratura e lascamento do sílex (SiO_2), por exemplo, na fabricação de ferramentas pontiagudas e cortantes significava a possibilidade de caçar e também de se defender. Já o conhecimento de pigmentos (hematita - Fe_2O_3 ou pirolusita - MnO_2) propiciou a representação da paisagem em pinturas rupestres, por exemplo, importantes vestígios dessas culturas ancestrais.

Posteriormente, o avanço tecnológico conduziu ao domínio dos metais, inicialmente em minerais menos duros como o cobre e o ouro, até a fundição do ferro e o progressivo abandono de instrumentos em “pedra”. O domínio sobre os metais consolidou o avanço da humanidade sobre as adversidades do planeta (LICCARDO; CHODUR, 2014).

Atualmente e mais do que nunca, os minerais estão presentes e são indispensáveis no desenvolvimento e manutenção das sociedades, com aplicações em quase todos os insumos da sociedade contemporânea. Com exceção dos alimentos e fibras vegetais ou de madeira (que ainda assim necessitam dos minerais indiretamente para se desenvolverem), todos os objetos são fabricados com substâncias do reino mineral.

No cotidiano de qualquer pessoa encontram-se as substâncias minerais, como numa casa comum de alvenaria (areia com certa quantidade de quartzo e feldspato, calcário, gipsita, bauxita, talco, manganês, entre outros), ou em objetos de uso constante,



Para a fabricação de uma simples lâmpada são necessários vários minerais que fornecem os elementos necessários. É um exemplo da grande dependência que a sociedade apresenta em relação à extração mineral.

como uma lâmpada (quartzo, hematita, pentlandita, cassiterita, galena, blenda, cobre, scheelita) ou uma simples pilha (hematita, grafite, carvão, pirolusita, esfalerita).

Além do valor econômico, os minerais apresentam também um imenso valor científico e educativo. O estudo de sua estrutura e composição fornece chaves para a compreensão da origem e evolução do nosso planeta, do sistema solar e até mesmo do universo. A idade de 4,57 bilhões de anos atribuída à Terra e a idade das rochas são resultado de análises geoquímicas (geocronológicas) realizadas em determinados minerais, como o zircão. Da mesma forma, minerais encontrados em meteoritos trazem informações que permitem formular teorias sobre a origem e evolução do Sistema Solar e do nosso universo.

Minerais podem constituir um patrimônio de informações sobre nosso planeta e representam um importante papel cultural para a sociedade. A educação requer maior contato prático com minerais para a formação de estudantes e profissionais de diversas áreas do conhecimento. O reconhecimento de suas características e aplicações tende a apoiar a conservação da geodiversidade e a valorização dos acervos mineralógicos como fonte de cultura. O MCN desempenha esse papel, expondo mais de 500 minerais,

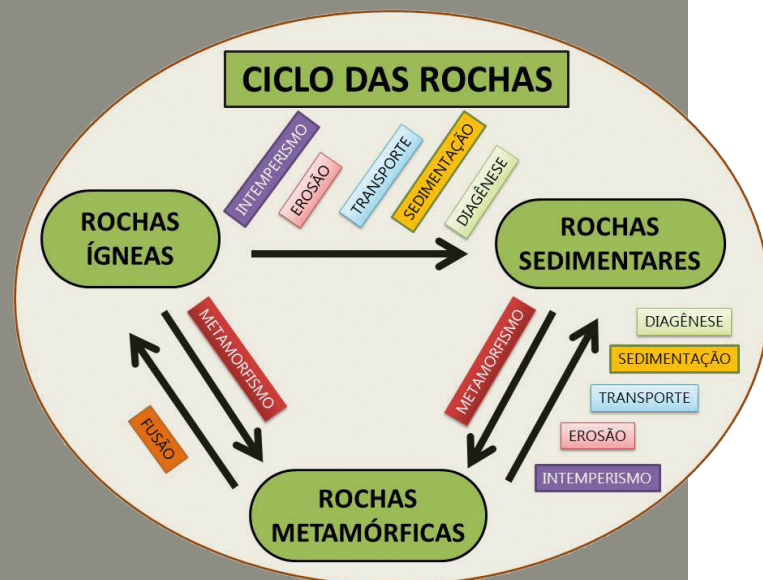


Alguns minerais apresentam qualidades estéticas ou de raridade excepcionais que permitem seu uso como gema (pedra preciosa). As gemas estão entre os materiais que o ser humano atribui maior valor econômico pelo uso na joalheria. Aproveitamento de ágata na lapidação como gema facetada ou como microescultura. A turmalina-paraíba é uma das gemas mais raras e caras do mundo, graças a sua apreciada coloração azul-neon.

dos mais comuns aos mais raros e exóticos, apresentando-os em sua classificação por famílias químicas e também em suas aplicações, na forma de minérios.



A exemplo desta pilha, celulares, computadores e materiais tecnologicamente mais complexos demandam um número grande de substâncias minerais para sua fabricação.



O Ciclo das Rochas é um dos principais ciclos de transformação que ocorre em nosso planeta. Esses processos de formação de rochas, sedimentos, solos ou magma atuam desde os primórdios da história da Terra e tornam o planeta dinâmico.

■ Ciclo das Rochas

Alison Leajanski, Antonio Liccardo
e Gilson Burigo Guimarães

Rochas são agregados sólidos naturais de um ou mais minerais que formam a litosfera (crosta e parte do manto da Terra), sendo classificadas em ígneas, sedimentares e metamórficas que participam de um ciclo de transformações, conhecido como Ciclo das Rochas. O Museu de Ciências Naturais da UEPG apresenta em exposição cerca de 200 amostras de rochas variadas, entre as mais comuns no Paraná até material de diversos vulcões no mundo.

As rochas ígneas se formam pelo resfriamento e cristalização do magma, uma substância pastosa, em estado de fusão, que se origina em profundidade no interior do planeta, com temperaturas geralmente acima dos 900°C. O resfriamento pode se dar tanto na superfície como em profundidade, sendo que a atividade ígnea envolvendo o magma abaixo da superfície é denominada de plutonismo e a atividade que ocorre na superfície é denominada de vulcanismo (PRESS *et al.*, 2006).

As rochas ígneas podem ser classificadas com base no tamanho dos cristais e na profundidade de formação em: extrusivas (também chamadas efusivas ou vulcânicas), que se formam pelo resfriamento do magma na superfície, por meio de derrames ou acumulação de fragmentos incandescentes; subvulcânicas ou hipobássais, quando se formam em profundidades menores, geralmente pela infiltração do magma em descontinuidades da crosta; e abissais, quando se formam a partir do resfriamento lento do magma que acontece em grandes profundidades na litosfera, com isso seus cristais são maiores e assim facilmente visíveis (SZABÓ; TEIXEIRA; BABINSKI, 2009).

No Museu de Ciências Naturais, as rochas ígneas estão expostas em duas vitrines, com exemplares de granitos, basaltos, riolitos, gabros, diabásios, dentre outros. Essas amostras são originá-



Exemplos de rochas ígneas: granito, basalto, riolito e obsidiana.



Exemplos de rochas metamórficas: gnaisse, xisto, ardósia e mármore.

rias de diversos locais do Brasil, como Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Norte, Minas Gerais, São Paulo, e até de outros países, como Argentina, Chile, África do Sul, Estados Unidos e Panamá.

As rochas sedimentares são originadas pelo agrupamento de um ou mais tipos de materiais inconsolidados (fragmentos de rochas, precipitados químicos, materiais orgânicos) que se acumulam em depressões oceânicas e continentais (bacias). Os sedimentos que formam essas rochas são o material originado da fragmentação ou destruição de qualquer tipo de rocha pré-existente, que é transportado e depositado na superfície terrestre (PRESS *et al.*, 2006).

Além disso, são necessários processos e condições específicas para a formação de rochas sedimentares, como: a preexistência de rochas; a presença de agentes que desagreguem ou desintegrem as rochas (intemperismo); a presença de agentes que iniciem a remoção (erosão) e desloquem (transporte) os sedimentos; a deposição deste material em uma bacia de acumulação continental ou

marinha (sedimentação); a litificação (compactação, cimentação) e a diagênese, que se refere à transformação do sedimento em rochas consolidadas (PRESS *et al.*, 2006).

As rochas sedimentares podem ser classificadas em: clásticas, que são provenientes do transporte e deposição dos sedimentos na forma sólida; químicas, que são provenientes de reações químicas por componentes transportados em um solvente (dissolução e precipitação); e biogênicas, que são formadas a partir do acúmulo e consolidação de materiais oriundos de seres vivos (restos vegetais e animais).

No Museu de Ciências Naturais, as amostras de rochas sedimentares estão dispostas em duas vitrines, contendo exemplares de folhelhos, calcários, arenitos, conglomerados, evaporitos, entre outros. As amostras são procedentes de diversos locais do Brasil, como Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, e do mundo, como Argentina, Chile e China.

As rochas metamórficas são produzidas por uma série de mudanças que ocorrem em uma rocha preexistente, denominada metamorfismo. Esta rocha preexistente é chamada protólito, que pode ser de origem sedimentar, ígnea ou mesmo metamórfica. Essas rochas sofrem transformações químicas e/ou estruturais devido a um aumento de temperatura e/ou pressão, modificando seus constituintes minerais (PRESS *et al.*, 2006).

O metamorfismo, portanto, é um processo que causa mudanças mineralógicas e estruturais nas rochas em estado sólido (sem que sofram fusão), quando submetidas a condições físicas



Exemplos de rochas sedimentares: arenito, folhelho, carvão mineral e calcário.

e químicas diferentes daquelas que originalmente as formaram. As temperaturas do metamorfismo variam entre abaixo do ponto de fusão das rochas (700 ~ 800°C), e altas o bastante (acima de 250°C) para as rochas se modificarem por recristalização e por reações químicas (RUBERTI; SZABÓ; MACHADO, 2009).

Dentre as amostras de rochas metamórficas presentes no Museu de Ciências Naturais destacam-se os mármore, os gnaisses, os xistos, os quartzitos, entre outras. As amostras são provenientes de diferentes locais do Brasil, como Paraná, Bahia, Minas Gerais, e de outros países como Argentina, Chile e Tanzânia.

O Ciclo das Rochas representa, simplificadamente, as variadas possibilidades de modificação de um tipo de rocha em outro, ou seja, o conjunto de processos que atuaram na geração e transformação, bem como suas relações com os processos de soerguimento e exposição de rochas na crosta. Tomando-se como início o resfriamento do magma que forma as rochas ígneas, este material passa a ser exposto à atmosfera, hidrosfera e biosfera e sofre intemperismo. A erosão gera sedimentos destas rochas que são transportados, depositados e compactados, passando a formar as rochas sedimentares (diagênese). Eventualmente, ao longo do tempo geológico, estas rochas podem sofrer aumento de pressão e temperatura, o que as transforma em rochas metamórficas. Se estas condições de temperatura e pressão forem muito elevadas as rochas entrarão em processo de fusão, transformando-se em magma e fechando/reiniciando o Ciclo das Rochas.

O Museu de Ciências Naturais apresenta uma representação dos processos e produtos que fazem parte do Ciclo das Rochas, com um conjunto de amostras que podem ser manuseadas pelo visitante, o que permite a necessária interação com os objetos que representam esses fenômenos da natureza. A exposição contempla, ainda, diversas amostras provenientes de processos vulcânicos recentes, como lavas, cinzas, bombas vulcânicas, rochas e vidros naturais, procedentes de diferentes locais do mundo, como Argentina, Chile, Costa Rica, Equador, Grécia, Havaí, Islândia e Itália.



Obsidiana com feições de fluxo proveniente do vulcão Imbabura, Equador.



Estrutura cone-em-cone desenvolvida em rocha sedimentar, possivelmente por processos de dissolução e redeposição.

■ Meteoritos

Alison Leajanski e Antonio Liccardo



A exposição de meteorítica no museu apresenta dezenas de fragmentos de meteoritos de diferentes composições e procedências, além de tectitos e impactitos, que são resultado da transformação que ocorre com o impacto desses corpos na superfície da Terra.

Meteoritos possuem sua origem da época de formação do Sistema Solar e vagaram por milhões ou bilhões de anos até atingirem a superfície do planeta Terra. São objetos valiosos para a ciência, pois preservam informações sobre o passado do universo e, ao analisá-los pode-se compreender um pouco mais sobre a formação e dinâmica da Terra, do Sistema Solar e sua evolução.

Os meteoritos são considerados fragmentos de corpos rochosos sólidos do Sistema Solar que passam pela atmosfera terrestre e atingem a superfície, possuindo composição metálica e/ou silicática. Quando esses fragmentos adentram a atmosfera terrestre, o atrito com os gases os aquece e, em muitos casos acabam sendo incinerados antes de chegar ao solo, deixando um rastro luminoso no céu e sendo chamado de meteoro ou, popularmente, “estrela cadente”. Alguns desses eventos ainda podem ser acompanhados por efeitos sonoros e explosões.

Alguns meteoritos são grandes o suficiente para deixar marcas na superfície, como as crateras de impacto, ou provocar as chamadas “chuvas de meteoros”, mas existem ainda outros tão pequenos que não passam de poucos centímetros e alguns gramas.

Em relação a origem dos meteoritos que atingem a superfície da Terra, a maioria são corpos presentes no espaço desde os primórdios da formação dos planetas rochosos do Sistema Solar, outros ainda são provenientes de colisões e outros choques comuns no espaço sideral. A maioria dos meteoritos é originária dos asteroides, mas existem aqueles provenientes da Lua e de Marte e, ainda, em casos mais raros, podem ter sido originados de cometas.

Os asteroides são corpos rochosos ou metálicos presentes, principalmente entre as órbitas de Marte e Júpiter, formando

um grande cinturão (Cinturão de Asteroides). A maioria dos meteoritos que chegam na Terra tem origem neste cinturão e seus tamanhos podem variar de alguns poucos centímetros, até algumas centenas de quilômetros. No Sistema Solar, ainda existe uma grande quantidade de asteroides concentrados além da órbita de Netuno.

Já os cometas são corpos celestes compostos principalmente por rocha, gases e gelo, e possuem uma órbita elíptica muito alongada. Ao se aproximarem do Sol, parte do gelo derrete formando uma “cauda” de gás e poeira. Alguns cometas são conhecidos e podem ser observados da Terra, como o Cometa Halley, observado, em média, a cada 76 anos, sua próxima passagem está prevista para o ano de 2061.

Utiliza-se a denominação meteoro para os fenômenos visuais, rastros luminosos que podem ser observados no céu quando ocorre a entrada de um asteroide ou meteoróide na atmosfera terrestre. Esse fenômeno ocorre pelo atrito do objeto com os gases, que provoca aquecimento e até mesmo a total incineração dos fragmentos. Muitos fragmentos são tão pequenos que acabam sendo totalmente vaporizados pela atmosfera. Popularmente, esse fenômeno é conhecido como “estrela cadente”. Quando ocorre a explosão de um meteoro, é chamado bólido.



Destacam-se na coleção do museu os pequenos fragmentos de meteoritos provenientes de Marte, com 0,6g e da Lua, com 1,5g.

Os meteoróides são pequenos fragmentos rochosos presentes no espaço, mas que por seu tamanho não são considerados asteroides. Os meteoritos são os fragmentos rochosos e/ou metálicos que conseguem atingir a superfície terrestre. Portanto, quando estão no espaço sideral são chamados de asteroides ou meteoróides, ao adentrarem a atmosfera terrestre são conhecidos como meteoros e somente os fragmentos que chegam à superfície são denominados meteoritos.

Quanto à composição, os meteoritos podem ser divididos em três tipos principais: os metálicos (sideritos), os rochosos (aerólitos) e os metálico-rochosos (siderólitos). Os meteoritos metálicos são compostos basicamente por ferro e níquel, e correspondem a cerca de 6% dos meteoritos conhecidos. Podem ser mais facilmente reconhecidos devido a sua densidade muito maior do que as demais rochas, por isso a maioria dos meteoritos encontrados pelas pessoas são deste tipo (OLIVEIRA, 2020).

Os meteoritos rochosos são formados basicamente por minerais silicáticos. Se assemelham, portanto, às rochas encontradas na Terra e são o tipo mais comum, correspondendo a cerca de 90% dos meteoritos catalogados. Alguns meteoritos deste tipo podem apresentar idades superiores a 4,5 bilhões de anos, o que indicaria uma idade maior que o próprio Sistema Solar.

Os meteoritos rochosos podem ainda ser classificados em dois tipos: os condritos e os acondritos. Os condritos são os mais comuns, compostos por pequenas esferas cobertas de vidro, chamadas condrilhas ou cóndrulos. Acredita-se que se formaram a partir da condensação da nebulosa solar primitiva, ou seja, no início da história da formação do Sistema Solar (ZUCOLOTTO, 2013). Os acondritos, possuem os mesmos minerais que os condritos, a diferença entre eles é que os acondritos devem ter sido aquecidos, derretidos e recristalizados, pois as condrilhas não estão mais presentes (ZUCOLOTTO, 2013).

Os meteoritos metálico-rochosos, denominados siderólitos, são formados pela mistura de minerais silicáticos (piroxênios e olivinas) e substâncias metálicas (ferro e níquel). Correspondem a aproximadamente 1% dos meteoritos (OLIVEIRA, 2020). Neste



Exemplos de meteoritos metálicos em exposição no museu: Sikhote-Alin, caído na Rússia em 1947; Uruaçu encontrado em Goiás em 1992 e Campo del Cielo, que caiu na Argentina entre 4 e 5 mil anos atrás.

grupo, estão os palasitos, reconhecidos pela presença de olivinas na estrutura metálica.

A coleção de meteoritos do Museu de Ciências Naturais da UEPG possui 36 meteoritos classificados entre metálicos, rochosos e metálico-rochosos, provenientes de diversos locais do Brasil e de outros países, além de cinco impactitos provenientes do município de Coronel Vivida, PR. Também destacam-se a presença de fragmentos do Meteorito Bendegó, uma amostra de meteorito de origem lunar e outra de origem marciana.

Uma das amostras de impactito de Coronel Vivida possui 62 kg, sendo o maior exemplar do museu. Estes materiais são formados a partir do impacto de grandes meteoritos sobre a superfície, o que libera grandes quantidades de energia e calor, formando crateras e fundindo fragmentos do meteorito com os minerais e rochas presentes na superfície. O acervo também conta com três tectitos e um moldavito, que são pequenas rochas de vidro, conhecidas como vidros de impacto. Acredita-se que os tectitos e moldavitos foram formados após o impacto de um grande meteorito na superfície. Dessa forma, os materiais terrestres foram volatizados e, por resfriamento repentino, formariam o material vítreo (SUGUIO, 2008).

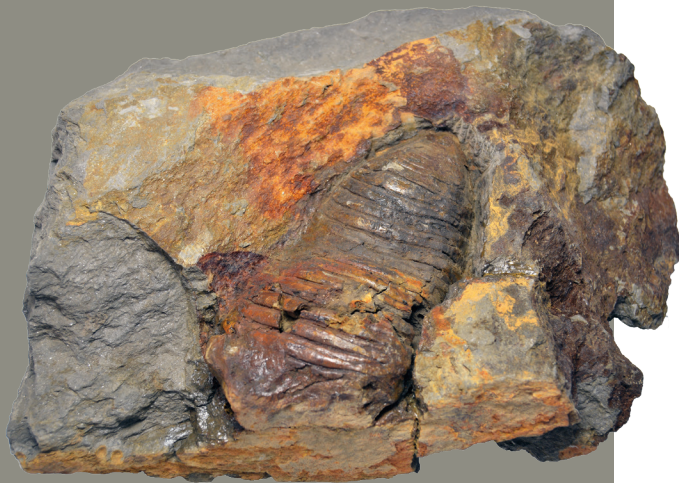
São destaques na coleção os meteoritos de origem lunar e marciana. Os meteoritos de origem lunar puderam ser reconhecidos a partir da análise comparativa das amostras trazidas da Lua

durante as Missões Apollo, entre 1969 e 1972. A identificação do meteorito procedente de Marte só foi possível partir das análises realizadas pelo robô Curiosity, que explora o planeta desde 2012. A partir dos dados químicos enviados por esta sonda, comparados com as amostras presentes na Terra, sua origem foi então confirmada.

O estudo dos meteoritos é muito relevante por possibilitar conhecer um pouco mais sobre os processos que formaram o Sistema Solar, as luas, os asteroides, os cometas e os planetas, incluindo a Terra. Os meteoritos podem conter informações sobre as principais colisões que aconteceram nos tempos passados da Terra, possibilitando estudar o passado do planeta. São o material mais antigo em que podemos pôr as mãos.



Esse impactito é uma rocha (brecha polimítica) resultante do impacto de um meteorito onde hoje é Coronel Vivida (PR). Esse impacto ocorreu há cerca de 115 milhões de anos e resultou numa cratera de 9,5 km de diâmetro, no distrito de Vista Alegre.



Trilobita em folhelho da Formação Ponta Grossa com o céfalo incompleto. É o maior exemplar registrado até o momento (com 13cm) nas rochas do Devoniano da bacia Sedimentar do Paraná.

■ Paleontologia

Elvio Bosetti, Isabelle Siqueira Tavares, Iniwara Kurovski Pereira, Gabrieli Goltz e Kevin William Richter

Os fósseis são verdadeiros arquivos da natureza que apontam variados indícios das características e peculiaridades do passado biológico e geológico do nosso planeta. Para ser considerado fóssil, é preciso que o resto ou vestígio se apresente como pertencente a uma época geológica anterior à atual (Holoceno), ou seja, mais antigo do que 11 mil anos. Geralmente, as partes mais duras, como ossos e dentes, encontram mais facilidade em se conservarem em rocha ou materiais similares. De forma geral, os fósseis, sejam eles de animais ou plantas, sempre despertam curiosidade em seus observadores, ao trazer à tona todo um contexto da ligação entre o passado e o presente do planeta em que habitamos. Além disso, auxiliam na datação das camadas geológicas e possuem larga aplicabilidade na Geologia Econômica.

Ícnofósseis - A Icnologia é a ciência que analisa as interações entre os organismos e o substrato, com ênfase no modo em como os animais e as plantas deixam o registro de tal atividade. Estas interações entre organismos e substratos compreendem dois campos: a Neoicnologia que está relacionada aos vestígios em depósitos modernos e a Paleoicnologia que estuda as estruturas biogênicas (traços fósseis ou icnofósseis) no registro fóssil (BUATOIS; MÁNGANO, 2011).

Na Paleoicnologia as estruturas biogênicas ou icnofósseis compreendem as atividades biológicas resultantes das ações comportamentais dos organismos vivos preservados em diferentes substratos inconsolidados, litificados ou de qualquer outra natureza. Desta maneira, os icnofósseis caracterizam diversas formas de interações biomecânicas e bioquímicas com o substrato, sejam elas pegadas ou trilhas de pegadas produzidas por animais, galeira de escavações, marcas de arraste do corpo no chão, impres-

sões, furos ou perfurações em substratos rígidos e as estruturas que constroem (ninhos ou teias). Assim como, excreções e marcas de secreções causados pelas fezes e urina dos animais (SEDORKO; FRANCISCHINI, 2021).

Frey (1973) categorizou os conjuntos de informações fornecidas pelos icnofósseis, em três grupos principais: (i) estruturas sedimentares biogênicas divididas em estruturas de bioturbação (produzidas em substrato inconsolidado, tais como escavações ou pegadas), de bioestratificação (estruturas induzidas por ações microbianas, tais como estromatólitos) e de biodeposição (que geram novos depósitos, tais como coprólitos ou urólitos); (ii) estruturas de bioerosão (produzidas em substratos consolidados, tais como perfurações). Por fim, (iii) outras evidências de atividades biológicas (tais como ninhos, teias e cápsulas de ovos).

No ponto de vista aplicado, os icnofósseis proporcionam acesso a várias informações sobre a ação da fauna, com base no registro do comportamento dos organismos no substrato. Por possuírem um caráter autóctone, os icnofósseis fornecem *insights* sobre a natureza dos ecossistemas ocupados e os eventos de mudanças ambientais, tais peculiaridades são muito úteis em análises de paleoambientes, representando uma vantagem na realização de estudos de interpretação paleoecológica.

Invertebrados - Desde os primeiros registros no Pré-Cambriano, as alterações na primitiva atmosfera inócua e o estabelecimento de uma atmosfera aeróbica possibilitou que as primeiras células eucarióticas e os primeiros organismos multicelulares – algas macroscópicas e biotas, como a Fauna de Ediacara – surgissem. No entanto, foi somente há 600 milhões de anos, pouco antes da “Explosão Cambriana”, que os primeiros animais invertebrados deixaram seu registro claramente evidenciado nas rochas. A explosão do Cambriano permitiu que muitos grupos de invertebrados se estabelecessem no planeta, sendo que alguns grupos estiveram presentes em um breve período de tempo e outros sobreviveram ao Cambriano, vivendo toda a Era Paleozoica e outros ainda alcançando a atualidade (*sensu*: COIMBRA, 2004).



Característica fauna de fósseis de invertebrados encontrados nas camadas de rochas devonianas no Paraná.
Exemplares de Brachiopoda, Echinodermata e Arthropoda

Dando continuidade no registro geológico, na Era Paleozoica, sobretudo no período Devoniano, os mares estendiam-se sobre extensas áreas continentais dos megacontinentes Gondwana e Laurásia, sendo povoados principalmente por braquiópodes, trilobitas, moluscos e equinodermos (COIMBRA, 2004). Os braquiópodes constituem um grande e diversificado filo de invertebrados exclusivamente marinhos, que possuem o corpo protegido por duas valvas desiguais. A maioria das espécies fósseis e atuais são epifaunais, vivendo livre, fixada ou parcialmente enterrada nos diferentes substratos oceânicos (FONSECA, 2011).

Os trilobitas, por sua vez, pertencem ao filo Artropoda e constituem um grande conjunto de invertebrados segmentados. Com fósseis geralmente bem preservados, tinham o corpo composto por um exoesqueleto quitinoso, articulado e subdividido em céfalo, tórax e pigídio que permitia que o organismo enrolasse o corpo, como proteção aos predadores e aos estresses ambientais (COIMBRA, 2004; STORER *et al.*, 1989).

Já os moluscos possuem uma grande variedade de formas e concha externa composta de uma ou duas valvas. Os moluscos apresentam ainda uma larga distribuição no tempo e no espaço tendo um registro contínuo desde o Cambriano até os dias atuais.

Por fim, os equinodermas, que em sua grande maioria possuem hábito de vida bentônico, vivendo presos ao fundo oceânico ou se movendo lentamente sobre o substrato. São organismos peculiares, uma vez que, não possuem cabeça, apresentam um esqueleto interno e simetria radial. Os equinodermos também já estavam presentes nos mares paleozoicos, sendo nessa era fortemente representados principalmente por crinoides, asteroides e ofiuróides.

Plantas - O aparecimento da flora terrestre é um dos acontecimentos mais memoráveis na história da Terra. As plantas terrestres, descendentes de algas verdes que surgiram na transição de ambiente aquático para ambiente seco, colonizaram a terra firme a partir do fim do Siluriano Superior ao Devoniano Inferior e estão entre nós desde então (KENRICK; CRANE, 1997).



O *Mesosaurus tenuidens* (também chamado de *Mesosaurus brasiliensis*) proveniente de Irati e este lenho silicificado de Prudentópolis, do geossítio Pinheiro de Pedra, são fósseis característicos do período Permiano no Paraná.

Dentre a flora Paleozoica, a Classe Gymnospermopsida, primeira a possuir semente sem carpelos (desprotegidas) e a maioria com ausência de vasos de xilema, se estabeleceu no Devoniano Superior e ainda resiste na atualidade. Ela se divide em grupos de coníferas, pteridospermas (ancestrais de pteridófitas) e cicadas. As Pteridospermas, muito comuns no fim do Devoniano, Carbonífero, Permiano e Triássico, ganham destaque no meio paleobotânico por possuírem características similares às samambaias, como folhas compostas pinadas (“frondes”), que são uma convergência adaptativa entre elas e similares às gminospermas pela reprodução através de sementes. Essas particularidades combinadas,

permitiram que esse grupo se desenvolvesse em regiões tropicais quentes e úmidas (IANNUZZI; VIEIRA, 2005).

O Período Permiano se destaca por esses registros paleobotânicos, seus troncos fósseis, principalmente de pteridospermas em afloramentos de lenhos permineralizados por sílica, são um marco peculiar pois dentre a maioria das plantas, as partes mais facilmente fossilizáveis são as que estão em maior quantidade como frutos, pólen, esporos e sementes. No Brasil, a Bacia do Parnaíba se destaca por possuir essa flora na Formação Pedra de Fogo, seu ambiente é caracterizado como úmido próximo a praias, rios ou regiões pantanosas de clima seco e árido. Também foram encontrados registros em vários outros afloramentos da Bacia do Paraná, como no Grupo Passa Dois nas Formações Irati, Teresina e Rio do Rasto (RICARDI-BRANCO, 2010).

Nesse mesmo Período com o fim da glaciação e afastamento das calotas polares ao sul do supercontinente Gondwana, em ambientes pantanosos, planícies costeiras e margens de rios, temos a dispersão da Flora *Glossopteris*, que é um conjunto de grandes espécies representadas principalmente pelas folhas do gênero *Glossopteris* (pteridosperma) fossilizadas em impressões. Sua existência é uma prova crucial para a deriva continental e se encontra no Sul da África, Madagascar, Argentina, Austrália, Antártica, Índia e no Brasil associada a jazidas de carvão, se destacando pela sua diversidade em Criciúma (Santa Catarina), afloramento Bainha e nas minas de carvão do Rio Grande do Sul em Candiota e Faxinal (RICARDI-BRANCO, 2010).

Vertebrados - Os vertebrados, principalmente os répteis e a extinta megafauna de mamíferos, podem ser considerados os grandes protagonistas de boa parte do apelo ao imaginativo que os fósseis proporcionam à sociedade humana.

Os titanossauros (Família Titanosauridae), fazem parte de um grupo de dinossauros saurópodes, e representam a maior diversidade do grupo no Cretáceo brasileiro. Na América do Sul, encontram-se registros de titanossauros no Brasil, Uruguai, Chile e principalmente Argentina. Apesar da diversidade de formas entre os animais do grupo, os titanossauros se destacam no



Fósseis do pterossauro *Caiuajara dobruskii* em arenitos cretáceos (Grupo Caiuá), coletados pela equipe da UEPG no início das pesquisas científicas no município de Cruzeiro do Oeste (PR), em 2011.



Osso de mastodonte (*Gomphotheriidae*) encontrado em Chopinzinho (PR), descrito por Pillati e Bortoli (1976), com cerca de 60 cm de comprimento.

quesito tamanho, sendo os maiores animais terrestres de todos os tempos. No Brasil, por exemplo, existem registros de que esses animais podiam atingir mais de 25 metros de comprimento (SILVA JUNIOR, 2020).

Os mastodontes (Família *Gomphotheriidae*) representam o primeiro registro da extinta megafauna brasileira. Esses animais não pertenceram à mesma família dos elefantes e mamutes, apresentando um parentesco um pouco mais distante, fazendo parte do grupo de proboscídeos. Os representantes desse grupo geralmente apresentam grande porte, além de um ou dois pares de presas, entretanto, sua característica mais marcante, presente tanto nos elefantes quanto mamutes e mastodontes, é a tromba muscular, denominada probóscide (que explica a origem do nome do grupo). Os mastodontes eram robustos, podendo medir mais de 3m de altura, e pesar entre 4.000 e 5.000 kg (MARCON, 2008).

Os mesossauros (Parareptilia, Mesosauridae) pertencem a um grupo de pararápteis adaptados ao ambiente aquático, sendo um dos primeiros Amniotas registrados. Seus representantes podiam atingir por volta de 1 metro de comprimento, apresentando um corpo longo e esguio, cauda alongada, cabeça pequena e proeminentes dentes em sua boca. Os fósseis ocorrem em áreas da América do Sul e sul da África, sendo extremamente importantes para a teoria da Deriva Continental. Considerando que esses dois continentes atualmente se encontram separados pelo Oceano Atlântico, os fósseis desses animais foram utilizados como evidência de que a América do Sul já esteve ligada à África (SEDOR; SILVA, 2004).



Associação de fósseis de braquiopódes devonianos



Camada de ossos do pterossauro *Caiuajara dobruskii* em arenito avermelhado, proveniente de Cruzeiro do Oeste, Paraná.



Fatia polida de um tronco de conífera fossilizado, proveniente do geossítio Pinheiro de Pedra em Prudentópolis (PR). Os anéis de crescimento na madeira apontam diferentes estações do ano. A preservação deste material dentro das camadas de folhelho da Formação Teresina indica uma idade de cerca de 250 milhões de anos para esse fóssil.

■ Indicadores climáticos do passado

Karin Linete Hornes, Karina Estaski
e Adriano Kapp Junior

O clima é um elemento fundamental para a vida na Terra. Ele interfere em toda a dinâmica da paisagem proporcionando alterações nos aspectos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos, pedológicos, biogeográficos e antrópicos. Sua atuação possibilita abundância em biodiversidade ou a escassez desta.

A atuação do clima no tempo e no espaço, em um determinado período, resulta na construção de uma diversidade de padrões de paisagens que expressam a predominância e a constância de elementos climáticos como temperatura, precipitação, ventos, umidade e pressão atmosférica. Muitos destes padrões podem ser observados atualmente e também no passado remoto da Terra.

O museu de ciências naturais da UEPG, possui em seu acervo uma variedade de rochas que permitem interpretar as condições climáticas existentes na época da formação destes materiais. As rochas e seus fósseis permitem revelar as condições ambientais existentes em determinados espaços geográficos de um passado longínquo.

James Hutton (1830), criador do uniformitarismo, proferiu a seguinte frase: “o presente é a chave para o passado”. De fato, ao se observar os fenômenos da natureza percebe-se que há ciclos de repetição e muitas de suas “ações” possuem assinaturas.

Para estudar o clima do presente, os cientistas utilizam dados de satélites, termômetros, barômetros, higrômetros, anemômetros, piranômetros, birutas, e outros instrumentos encontrados em estações meteorológicas. Mas para estudar o clima do passado outras técnicas são utilizadas (GARCIA *et al.*, 2015).

Diversos profissionais como Geólogos, Geofísicos, Oceanógrafos, Biólogos, Matemáticos, Geógrafos, Meteorologistas, Arqueólogos, entre outros, juntam-se para desvendar a história pretérita do clima da Terra em uma só ciência, denominada como paleoclimatologia. A Paleoclimatologia é o ramo das paleociências responsável por estudar os climas do passado e suas variações ao longo da história do planeta. Paleoclima refere-se a completude do clima que antecedeu a capacidade do ser humano de conseguir registrar informações climáticas com o auxílio de tecnologias. Diante da longinquidade das alterações climáticas, os pesquisadores carecem de registros de uma base de dados diferenciada, obtidos junto a própria natureza. (GARCIA *et al.*, 2015).

As rochas em seu processo de formação de milhares de anos, acabam registrando as mudanças do clima terrestre através de diversos elementos físicos preservados no ambiente, conhecidos como *proxies*, ou, testemunhos, que auxiliam na reconstrução de condições climáticas passadas. Os *proxies* provêm de diversas fontes, que geralmente podem ser divididas em classes com base nas categorias de fenômenos envolvidos, sendo biológicos, geomorfológicos, geoquímicos e geofísicos. Os dados *proxies* são coletados de registradores naturais da variabilidade climática, como: acumulação de sedimentos no fundo de lagos e oceanos; formações calcárias em cavernas; corais; anéis de troncos de árvore; núcleos de gelo, carvão fóssil, entre outros. Os registros retirados dessas fontes de dados permitem estender a compreensão do clima para além do instrumental climático contemporâneo (BRILHA; SÁ, 2007; NOAA, 2022a; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Os testemunhos provenientes da acumulação de sedimentos no fundo de lagos e oceanos são valiosas fontes de informação que auxiliam a interpretação de climas passados. Estes podem evidenciar as variabilidades de precipitação, temperatura, tempestades, velocidade e direção dos ventos, entre outros. Pela análise de sedimentos oceânicos pode-se identificar mudanças na vazão de rios ligadas à precipitação. Por meio da observação da granulometria dos sedimentos lacustres e de suas descontinuidades, é possível verificar mudanças no nível de água de lagos. A quantida-

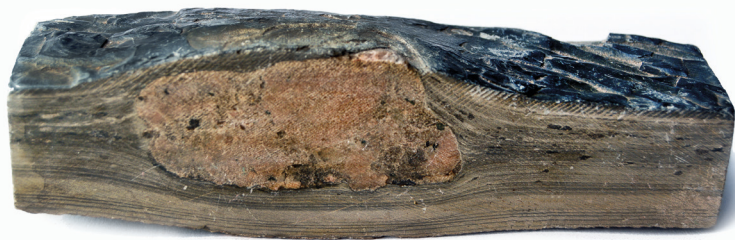
de de matéria orgânica ou sílica biogênica produzida por diatomáceas (algas unicelulares), presentes nos núcleos de sedimentos de lagos, podem testemunhar mudanças na produtividade aquática, fenômeno associado a temperatura. Possíveis eventos de tempestade também podem ser analisados por sedimentos lacustres, pois camadas de acumulação de detritos grosseiros podem indicar épocas de cheias. Já fenômenos relacionados aos ventos, podem ser constatados através da observação de mudanças na composição de sedimentos, tanto lacustres como oceânicos, que demonstram a presença de poeira terrestre, ressurgência oceânica e outros. (NOAA, 2022a; SHUMAN, 2006).

As cavernas e as formações calcárias nelas contidas também são utilizadas como *proxies*. Essas cavidades subterrâneas fornecem um ambiente para o desenvolvimento de espeleotemas, como as estalactites e as estalagmites, os quais são formados durante um longo período, a partir da percolação de água sobre rochas calcárias, que gotejam do teto das cavernas ou que escorrem por suas paredes. Nesse processo, a água dissolve e concentra minerais, gota a gota ocorre a sedimentação química, formando os espeleotemas. Como a quantidade de água que entra nas cavernas determina a quantidade de crescimento dos espeleotemas, suas camadas podem indicar épocas de chuva forte e seca, sendo um importante elemento para a interpretação climática. (NOAA, 2022a; STUMPF, 2019).

Outro tipo de testemunho são os corais, estes são constituídos por pequenos animais chamados pólipos de coral, que constroem esqueletos duros em direção à superfície depositando sucessivas camadas de calcita, um mineral calcário. O carbonato de cálcio (CaCO_3) presente na calcita contém isótopos de oxigênio, bem como, traços de metais que podem ser usados para determinar a temperatura da água em que o coral cresceu. Os esqueletos de corais também podem revelar mudanças em outros fatores aquáticos, como a salinidade e pH (acidez ou alcalinidade) ao longo de escalas de tempo de meses a séculos. As estruturas em camadas que os corais depositam à medida que crescem têm padrões de faixas anuais que lembram os encontrados em sedimentos de la-

gos. A cor dos depósitos de calcita varia sazonalmente, com camadas mais claras aparecendo durante o verão, quando o crescimento é rápido, e camadas mais escuras, que se formam no inverno quando o crescimento diminui. Corais individuais podem viver por décadas a séculos. Conjuntos de dados de corais vivos com os de corais mais velhos e mortos são utilizados para estabelecer registros climáticos contínuos abrangendo várias centenas de anos. A composição dos esqueletos em camadas fornece aos cientistas pistas sobre climas passados, enquanto a estrutura permite datar com precisão as mudanças encontradas. (NOAA, 2022a; RUSSELL, 2014; USGS, 2018).

A vegetação também pode ser utilizada para realizar inferências sobre o clima passado. Muitas plantas necessitam de condições específicas de temperatura e umidade para o seu desenvolvimento. À medida que os climas mudam ao longo do tempo, o mesmo acontece com as espécies de plantas, que são capazes de prosperar ou perecer em um local específico. As plantas floríferas e coníferas produzem grãos de pólen, cada grão possui uma forma exclusiva a depender de qual planta procedem. As paredes destes grãos são revestidas com uma substância forte e estável quimicamente, denominada esporopolenina. Ao serem depositados em corpos d'água, estas paredes os preservam em camadas de sedi-



Seixo de granito caído em varvito. Esse tipo de rocha indica evidência de ambiente lacustre com clima glacial, em que ocorrem, sucessivamente, a deposição de silte (cinza) em época mais quentes (gelo derrete e libera seixos) e a deposição de argila, com matéria orgânica (preto) em épocas frias.

mentos. O pólen é comumente encontrado no fundo dos lagos, podendo também ser verificado em núcleos de gelo e sedimentos do fundo do mar. Os grãos são transportados pela água e/ou vento, sendo depositados na superfície aquática e posteriormente decantados. Deste modo, paleoclimatologistas realizam a coleta de amostras das camadas de sedimentos e logram identificar que tipos de plantas cresciam no momento da deposição. Os dados permitem classificar o clima da época através da comparação sobre as distribuições atuais e históricas das plantas (NOAA, 2022b).

As árvores e seus anéis concêntricos também são uma fonte de dados proxies. Árvores podem viver por centenas de anos, em alguns casos por até milhares de anos, concomitantemente armazenando registros valiosos do clima. Em seu período de vida, vivenciam diversas condições ambientais, tais como: anos úmidos, anos secos, anos frios, anos quentes, geadas, incêndios florestais, entre outras. Como as condições climáticas influenciam o crescimento das árvores, os padrões nas larguras dos anéis, densidade e sua composição acabam refletindo as variações do clima. Anéis de cor clara representam a madeira que cresceu na primavera e no início do verão, enquanto os anéis escuros representam a madeira que cresceu no final do verão e no outono. Um anel claro mais um anel escuro equivale a um ano de vida da árvore. Os anéis das árvores geralmente crescem mais nos anos quentes e úmidos e são mais finos nos anos em que está frio e seco. Este tipo de dado *proxie* contém uma das evidências mais precisas do passado do clima e podem ser encontrados também em árvores fossilizadas. (CONRAD, 2017).

No alto das montanhas e nos polos o gelo representa mais um tipo de testemunho climático. Sua formação é possível devido à acumulação de camadas de neve, que com o tempo são enterradas e comprimidas formando camadas de gelo. Cada camada difere em química e textura, a neve do verão distingue-se da neve do inverno. Partículas e produtos químicos dissolvidos são capturados pela mesma, e em seguida incorporados pelo gelo, assim como as bolhas de ar aprisionadas. Camadas de gelo se acumulam ao longo das estações e anos, criando um registro das condições

climáticas no momento de sua formação, incluindo acúmulo de neve, temperatura local, composição química da atmosfera, concentrações de gases de efeito estufa, atividade vulcânica e atividade solar. Para verificar estes registros são obtidos cilindros de gelo provenientes da perfuração de camadas de gelo e geleiras. Camadas em núcleos de gelo correspondem a anos e estações, com o gelo mais jovem no topo e o mais antigo na parte inferior. Com a obtenção do gelo pretérito, os cientistas conseguem determinar a composição e o comportamento passado da atmosfera, como era o clima quando a neve caiu e como o tamanho das camadas foi se alterando no passado (NSF-ICF, 2022).

O carvão vegetal é um resíduo proveniente da queima de materiais orgânicos como plantas e animais. O carvão pode ser preservado em camadas de sedimentos se tornando carvão fóssil, *proxie* usado para reconstruir mudanças na frequência, magnitude e área dos incêndios, já que estas são influenciadas pela mudança de clima e vegetação (USGS, 2022).

Na história do nosso planeta, com idade de aproximadamente 4,5 bilhões de anos, ocorreram inúmeras mudanças climáticas. O clima da Terra nestes bilhões de anos já resfriou a ponto de se transformar em uma bola de neve, como também já aqueceu como uma sauna. Glaciações foram sucedidas por períodos de clima estável e estes, por efeitos estufas. Estas mudanças foram responsáveis por extinguir muitas espécies e favorecer outras (EEROLA, 2003).

O tema mudanças climáticas é recorrente nas discussões atuais. Existem duas abordagens, de catastrofistas e não catastrofistas. Os primeiros culpam os seres humanos por realizar atividades que estão aumentando a velocidade destas mudanças, outros tratam o assunto como se fosse algo normal na história da Terra. Mas, independentemente da postura assumida frente a estas discussões, uma coisa é certa, mudanças climáticas sempre existiram e existirão no planeta Terra, conhecê-las e estar preparado para elas é algo fundamental para a sobrevivência. Aproveite o acervo do Museu de Ciências Naturais para conhecer algumas destas evidências.



Pontas de projéteis em sílexito, procedentes de Ivaí (PR), associadas a caçadores-coletores da Tradição Umbu, com idade de até 9 mil anos.

■ Arqueologia

Moacir Elias Santos, Ana Rafaela Morais
e Elen Cristiane de Lima

A Arqueologia pode ser definida como a ciência que estuda o homem a partir dos vestígios e restos deixados por distintas sociedades em um dado tempo e um dado espaço. Os vestígios encontrados pelos arqueólogos podem ser dos mais diversos tipos, como ferramentas líticas, vasilhames cerâmicos, estruturas funerárias, edificações, entre outras que podemos classificar como “artefatos”, isto é, tudo aquilo que o homem transformou a partir de sua arte. Para estes elementos transformados podemos

denominá-los “cultura material”. Já outros vestígios, como restos de ossos de animais e carvão provenientes de uma fogueira, não podem ser compreendidos da mesma forma, visto que não foram transformados intencionalmente pelo homem. Para estes restos utilizamos o termo “biofatos”. Outro termo em voga refere-se a alterações realizadas pelo homem no ambiente, os “ecofatos”, quando uma paisagem é modificada.

A importância da Arqueologia é singular quando se trata de uma investigação sobre qualquer tipo de ocupação antiga. É ela que promove a reconstituição de parte do passado de grupos humanos, ou de sociedades, que habitaram o nosso território antes ou depois da chegada dos europeus. São os significados que possuem para a sociedade atual e o conhecimento sobre as sociedades passadas que justificam sua preservação e estudo. A interpretação da cultura material através da Arqueologia apresenta-se como possibilidade única para o conhecimento daquelas sociedades pré-coloniais sem escrita. Mas é também a Arqueologia que revela dados históricos que, muitas vezes, não estão presentes nos documentos escritos. Outrossim, surge como possibilidade de



Afiador/ calibrador/ alisador lítico em arenito, proveniente de Ivaí (PR), e almofariz em diabásio, utilizado na moagem de grãos, proveniente de Piên (PR), relacionados a populações de horticultores com no máximo 2 mil anos.

construir uma outra história, que considere grupos que têm ficado à margem de uma história oficial, contada a partir de documentos escritos, exclusivamente. Assim, percebe-se o proveito dessa ciência tanto para a Pré-história quanto para a História.

As populações pré-históricas que aqui viveram necessitavam, para sua subsistência, de áreas com água e alimentos abundantes. Assim, margens de riachos, rios, lagoas e praias são alguns locais que podem conter vestígios de ocupação pretérita. Já as populações que tiveram contato com os europeus durante o período histórico, deixaram seus vestígios em antigos sítios urbanos e, junto com as demais informações desses locais, constituem parte de um importante patrimônio brasileiro. Estes locais de ocupação humana pretérita são a base para o estudo da Arqueologia e recebem a denominação de sítios arqueológicos.

Podemos definir sítio arqueológico como o espaço físico que foi ocupado ou utilizado pelos povos antigos, de modo temporário ou permanente, cujos vestígios são encontrados em superfície, enterrados ou submersos. São as áreas que contêm fontes de matérias-primas utilizadas para a confecção de ferramentas, recipientes de cerâmica, entre outros. Nesses espaços eram desempenhadas todas as tarefas da vida em sociedade e, quando deixavam de ser úteis, muitas vezes, os vestígios presentes acabavam sendo descartados, sendo então tomados pela flora, por sedimentos carreados ou por outros fatores de ordem geológica e topográfica que os mantiveram próximos à superfície, deixaram em grande profundidade ou em um meio aquático.

No estado do Paraná estudos de arqueologia revelaram que a ocupação humana pré-cabralina (pré-colombiana ou pré-colonial) começou no Holoceno, tendo em vista as datações mais antigas obtidas por meio de pesquisas realizadas no Vale do Iguaçu. Grupos de caçadores-coletores, da denominada tradição Umbu, habitaram os cursos de rios (onde se obteve a data de 9.040 ± 400 anos AP, isto é, antes de 1950). Já as datas mais recentes se referem aos vestígios da época do contato, isto é, quando os elementos europeu e africano são facilmente identificados. Deve-se ressaltar que no período histórico cada lugar apresenta suas particularidades,



Lâmina de machado polida em diabásio, encontrada em Ponta Grossa (PR), atribuída a populações de horticultores com no máximo 2 mil anos.

pois no Paraná a ocupação não teve apenas a influência portuguesa, visto a existência de uma ocupação espanhola mais antiga no Segundo e Terceiro planaltos. Nas distintas regiões os jesuítas contribuíram para a ocupação do território, constituindo povoações, reduções jesuíticas, áreas de mineração, entre outras. Há também vestígios de ocupação neobrasileira ou cabocla, onde se pode observar por meio da cultura material diversos indícios do processo de aculturação entre os elementos indígena, europeu e africano. Ainda temos áreas de passagens de tropas e importantes áreas com ocupação do século XIX nos centros urbanos.

No Museu de Ciências Naturais da UEPG há uma exposição que trata da arqueologia do Paraná, produzida com o intuito de divulgar informações sobre o estado no período pré-colonial. Os artefatos exibidos foram organizados cronologicamente, permitindo ao visitante compreender as principais sociedades que habitaram o interior: Umbu, Humaitá, Itararé e Tupi-guarani.

A sociedade Umbu está relacionada a pequenos grupos humanos de caçadores-coletores nômades, isto é, viviam migrando de uma região para outra a fim de garantir a sua subsistência, que chegaram no estado por volta de 9000 anos AP. Para se proteger eles construíam abrigos temporários a céu aberto ou empregavam as formações naturais, como abrigos sob rocha. Sua dieta era ba-

seada na carne de caça, de peixes e na coleta de frutos e raízes. Para a produção de seus artefatos os Umbu selecionaram matérias primas diversas, como o quartzo, o sílexito, a calcidônia e a ágata. Dentre os diferentes tipos de artefatos encontrados em sítios da cultura Umbu, as pontas de projétil são as mais características. Outro artefato presente em alguns sítios são os trituradores com vestígios de pigmentos vermelhos, constituídos por hematita, que podem ter servido para preparação da tinta utilizada nas pinturas rupestres.

Já a sociedade Humaitá habitou áreas junto aos grandes rios, onde foram encontrados sítios arqueológicos que refletem um padrão de assentamento de acampamentos multifuncionais, localizados a céu aberto. Foi por volta de 6000 anos AP que esta cultura intensificou a ocupação do espaço. No princípio eles dividiram o território com a cultura Umbu, mas com o passar do tempo ocuparam uma vasta área que corresponde a toda a região Sul do país. A cultura Humaitá dispunha dos mesmos recursos naturais da tradição Umbu. Diferentemente desta, contudo, eles não empregavam pontas de rocha, tal característica, entretanto, não exclui a possibilidade que esta cultura utilizasse flechas feitas de madeira. De qualquer forma o instrumental lítico encontrado reflete mudanças significativas em relação a cultura Umbu. A matéria-prima para a confecção das ferramentas era coletada nos rios ou riachos, por meio de seixos rolados, ou em afloramentos rochosos. Havia artefatos lascados feitos de basalto e arenito silicificado de proporções maiores em relação aos dos Umbu. Estes objetos são os *choppers* e os bifaces, que serviam para diversas funções como machados para cortar a madeira ou cavadores para escavar o solo.

No período compreendido entre 2500 a 2000 anos AP, novas populações surgiram em nosso território: as sociedades Itararé e Tupi-guarani. Ambas acabaram dominando o espaço, desenvolvendo também uma horticultura incipiente, com o cultivo do milho, feijões e mandioca. Mas o que mais destaca estas sociedades é o uso da cerâmica, algo que está associado com características mais sedentárias e com a vida em aldeias.

A sociedade Itararé habitava áreas mais elevadas dos planaltos, com temperaturas mais frias e com vegetação alternada entre áreas de campos e mata fechada, com a presença da araucária. Utilizavam como local de moradia as casas subterrâneas e os abrigos naturais, de forma temporária. Para os locais de ocupação foram escolhidas as áreas nas encostas, que possuísem algum riacho ou córrego próximos. Para a construção das casas a cultura Itararé utilizava picões de pedra para escavar o solo, criando uma grande depressão de forma arredondada que variava entre dois a onze metros. A presença de materiais arqueológicos, além dos restos de fogueira com vestígios de pinhões, mostra que atividades cotidianas eram desenvolvidas dentro da habitação. De tempos em tempos se fazia uma limpeza do espaço, pois materiais também são encontrados na área externa. Os Itararé confeccionavam uma cerâmica simples, pois os vasilhames eram feitos pequenos com espessura muito fina, a partir de uma argila misturada com areia ou hematita (empregadas como antiplástico). Os recipientes tendem a ser mais altos do que largos, há vasos cônicos, quase cilíndricos, hemisféricos e alguns com bases planas. A técnica de confecção destes vasilhames era a do tipo acordelado e paletado.

Por fim, temos a sociedade Tupi-guarani, denominada a partir de um grupo indígena conhecido historicamente. As pesquisas realizadas nos sítios arqueológicos demonstraram que os territórios por eles ocupados estão relacionados a algumas condições



Fragmento com motivos geométricos originário de um vasilhame cerâmico pertencente à cultura Tupi-guarani, com no máximo 2 mil anos.

específicas. São sempre encontrados onde há rios navegáveis e em zonas de matas. Isto mostra como eles empregaram a rede hidrográfica para realizar uma contínua expansão sobre o território, visto a sua vocação para a navegação. Ocupavam áreas elevadas, geralmente a parte superior das encostas dos morros próximos a fontes de água potável mais próximas ao local das habitações. Nos sítios maiores há a presença de vários fundos de habitação, que revela a organização da aldeia. Com relação aos sepultamentos, inumavam os mortos diretamente na terra ou em uma urna funerária, que geralmente pode conter um pequeno enxoval funerário, formado por diversas peças. A cerâmica Tupi-guarani foi basicamente utilizada para fabricar recipientes, mas há outros tipos de instrumentos, como pesos de rede, cachimbos e até adornos. Nos recipientes distinguem-se muitos elementos de decoração plástica: pontado, inciso, acanelado, digitado, digitoungulado, nodulado, pinçado, beliscado e o rotetado. Outro tipo de decoração é a pintada, com fundo branco e detalhes em preto e vermelho.

A exposição de Arqueologia do MCN busca representar essa rica história de ocupação do território paranaense por meio dos objetos do acervo, que estão impregnados com essa diversidade de informações.



Artefato lítico em basalto, com polimento, encontrado em Ivaí (PR), provavelmente utilizado para escavar o solo, com idade de até 2 mil anos.



A Taça do Parque Estadual de Viva Velha é um dos mais importantes exemplos de patrimônio geológico da região dos Campos Gerais e um dos símbolos do Paraná.

■ Geodiversidade de Ponta Grossa

Ana Paula Gonçalves Meira, Christopher
Vinícius Santos, Mario Cezar Lopes,
Bruno Hideyuki Antunes e Antonio Liccardo

Ponta Grossa integra a região dos Campos Gerais do Paraná, situada em parte sobre o Primeiro Planalto Paranaense e em parte no Segundo, o que lhe confere uma geodiversidade rica e peculiar. No município predominam afloramentos rochosos de unidades da Bacia sedimentar do Paraná (Grupo Ivaí, Grupo Paraná e Grupo Itararé) e, em algumas porções do território, afloram também rochas ígneas (Complexos Graníticos Cunhaporanga e Três Córregos) e metamórficas do Embasamento Cristalino (Grupo Itaiacoca e Formação Água Clara), bem como diques e soleiras de diabásio associados ao magmatismo do Grupo Serra Geral (LICCARDO; PIEKARZ, 2017).

Rochas do Embasamento (entre 650 e 590 milhões de anos de idade), aparecem a nordeste do município, no distrito de Itaiacoca, constituídas por granitos dos Complexos Cunhaporanga e Três Córregos, com faixas de rochas metamórficas e metasedimentares. Nessa região, as rochas metadolomíticas são fonte de extração de cal, corretivos agrícolas e jazidas de talco, de grande importância econômica para o setor de mineração em escala nacional (LICCARDO; PIEKARZ, 2017).

Em relação às rochas sedimentares da Bacia do Paraná, a Formação Iapó é a unidade mais antiga (Ordoviciano-Siluriano) e está sotoposta às demais unidades sedimentares. Essa formação é constituída por diamictitos com raríssimos afloramentos, mas que testemunham um período glacial que ocorreu antes dos depósitos marinhos do Grupo Paraná. Somente três afloramentos são conhecidos desta unidade no Paraná e dois deles estão em Ponta Grossa.

A Formação Furnas (Grupo Paraná) é frequentemente descrita como uma monótona sequência de arenitos quartzosos brancos de origem marinha costeira. Atualmente acredita-se que a sua deposição possa ter ocorrido desde o final do Siluriano até o início do Devoniano, aproximados 395 e 421 milhões de anos atrás (GUIMARÃES *et al.*, 2010). Em algumas porções dos territórios que abrangem essa Formação, desenvolve-se uma paisagem cárstica em rochas silicáticas com relevo ruiforme, dolinas/furnas, rios subterrâneos, cavernas, entre outras feições excepcionais para o território brasileiro. Nessa formação ocorre, ainda, a presença de icnofósseis, vestígios de animais invertebrados que se moviam nas areias da época, assim como, eventualmente, também esporos e plantas vasculares primitivas. Além de constituir a principal base para o desenvolvimento dos solos rasos dos Campos Gerais, esses arenitos representam um importante papel como reservatório de águas subterrâneas (Aquífero Furnas).

As rochas da Formação Ponta Grossa (Grupo Paraná), também siluro-devonianas, são características de depósitos marinhos profundos, constituídas por folhelhos e siltitos cinzentos, localmente betuminosos, com intercalações de arenitos muito finos. É caracterizada por uma abundância de fósseis de grande importância para o campo da paleontologia, com várias espécies de invertebrados marinhos.

Sobrepondo-se ao Grupo Paraná, encontram-se as rochas do Grupo Itararé, que são caracterizadas como depósitos de vales glaciais, predominando nessa unidade diamictitos, ritmitos, arenitos, siltitos, folhelhos e arenitos conglomeráticos. A exposição mais impressionante é o conjunto de rochas do Parque de Vila Velha, com arenitos avermelhados retrabalhados pelo intemperismo e com marcantes figuras de relevo de exceção, como a taça, o camelo, a bota e outras formas atribuídas pelos visitantes. Vila Velha é um sítio geológico de grande interesse científico, didático e turístico. A particularidade de suas formas levou à criação do Parque Estadual de Vila Velha em 1953.

Talvez a feição mais marcante dos Campos Gerais, no entanto, seja a Escarpa Devoniana, uma estrutura geomorfológica

que separa e condiciona diferentes aspectos físicos de relevo e hidrografia na paisagem, incluindo em Ponta Grossa. Ela representa um degrau topográfico com paredes abruptas e verticais separando os planaltos e proporcionando um grande contraste geológico-geomorfológico.

A proximidade da região com o Arco de Ponta Grossa (uma importante feição geotectônica de escala continental) também propiciou a formação de diques e soleiras de diabásio no Mesozoico. Essa rocha é muito utilizada na construção civil e pode ser observada facilmente nas ruas e calçadas da cidade (LICCARDO; PIEKARZ, 2017).

Em função dessa complexidade geológica e extensão territorial, são encontrados no município diversos sítios geológicos, que caracterizam um notável patrimônio geológico e cultural, reconhecido em diversas publicações científicas (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007; GUIMARÃES *et al.*, 2012; PONTES, 2014; LICCARDO; PIEKARZ, 2017, SANTOS; LICCARDO, 2021). Este geopatrimônio, apresenta relevância científica, educacional, cultural e turística, com paisagens de beleza excepcional reconhecidas internacionalmente.

Destacam-se na região as furnas, que são poços de desabamento, depressões semelhantes a crateras, de formato circular e paredes verticais. Situam-se na Formação Furnas, com arenitos erodidos pela ação das águas que vai lentamente destruindo a ligação entre os grãos que mantêm a rocha coesa. Esse processo é acelerado nas partes mais fraturadas dos arenitos, possibilitando que seus constituintes sejam transportados pela drenagem





Ponta Grossa concentra uma grande quantidade de geossítios com alta relevância para o patrimônio geológico do município e do Paraná. Sua condição geológica que envolve rochas do Embasamento e da Bacia Sedimentar do Paraná e suas feições geomorfológicas excepcionais (furnas, relevo ruiforme e cárstico) tornam este município um dos mais importantes do estado em termos de geodiversidade.

subterrânea formando os poços de desabamento (LICCARDO; PIEKARZ, 2017).

O Buraco do Padre também está situado em arenitos da Formação Furnas e pode ser considerado um anfiteatro subterrâneo que possui 30 metros de diâmetro e aproximadamente 40 metros de profundidade. Acima de sua base, a cerca de 25 metros, as águas do Rio Quebra-Pedra formam uma cachoeira e um pequeno lago com fundo e margem arenosos (MELO *et al.*, 2005, p. 50). Outro importante geossítio é o Salto São Jorge, localizado a cerca de 18 quilômetros do centro de Ponta Grossa. No local da cachoeira principal há um raro contato geológico, aparecendo da base para o topo um granitóide do Complexo Granítico Cunhaporanga, o diamictito da Formação Iapó com pouca espessura – testemunho de um clima glacial, e logo acima o arenito e conglomerado da Formação Furnas (MASSUQUETO, *et al.*, 2009). Na área do São Jorge encontram-se também corredeiras, lajeados, lapas, escarpas, fendas, cavernas, e a jusante da cachoeira um canyon desenvolvido sobre uma zona de fraqueza nas rochas da Formação Furnas, ocasionado por falhas geológicas de direção NW-SE, com largura de 200 metros e 100 metros de profundidade (MASSUQUETO *et al.*, 2009; LICCARDO; PIEKARZ, 2017).

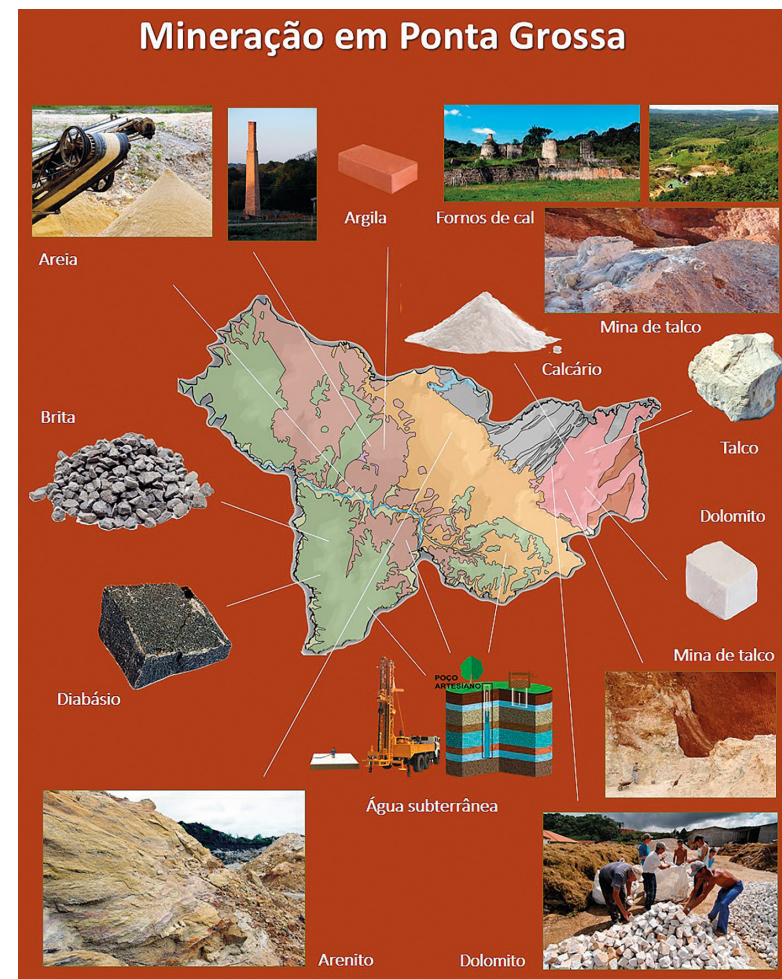
A cachoeira da Mariquinha localiza-se a cerca 30 quilômetros do centro da cidade, sua queda d'água possui 30 metros de altura e trata-se do encaixe do rio Quebra-Pedra em uma fratura do Arenito Furnas. No local há outras quedas d'água com lajes, piscinas, painéis naturais, relevo ruiforme e pinturas rupestres próximos à cachoeira, no sítio arqueológico conhecido como Abrigo Cambiju. Outros ambientes de rios e cachoeiras são muito procurados e popularmente conhecidos na região, como o Capão da Onça, Recanto Botuquara, Furnas Gêmeas, Furna Grande, Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

Os aspectos culturais também estão intrinsicamente relacionados aos fatores geológicos e geomorfológicos dos Campos Gerais, pois o relevo e as rochas contribuíram para a formação de lapas, que são abrigos naturais utilizados pelas populações indígenas, onde foram encontrados diversos vestígios líticos, cerâmicos,

gravuras e numerosas pinturas rupestres, constituindo um rico patrimônio arqueológico. Diversas amostras coletadas nestes locais, estão em exposição no MCN na seção de Arqueologia.

Uma das seções do Museu de Ciências Naturais é dedicada a apresentar os principais elementos que constituem a geodiversidade de Ponta Grossa aos seus visitantes. Expõe em vitrines as principais características geológicas do município, com amostras de rochas, minérios, fósseis, solos e material visual dedicado aos geossítios, principais responsáveis por movimentar o turismo na região. Juntamente a esse material, encontra-se uma maquete que representa os aspectos geológicos e geomorfológicos do município, localizando formações geomorfológicas importantes como a da Escarpa Devoniana e identificando a deposição das rochas da Bacia Sedimentar do Paraná sobre o Embasamento, facilitando a compreensão da geologia e geomorfologia de Ponta Grossa.

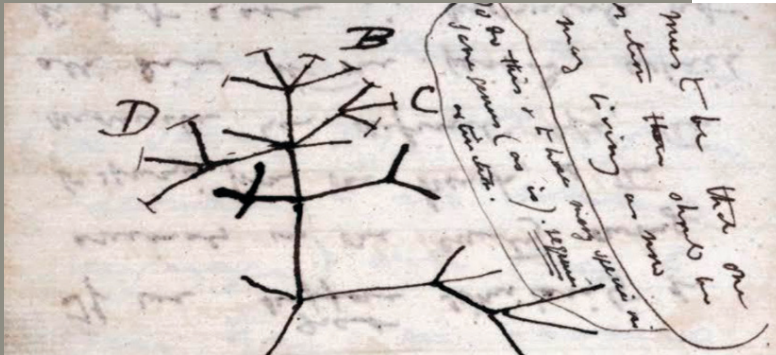
Os elementos que constituem a geodiversidade de Ponta Grossa tornam evidente a dinamicidade do planeta Terra e suas sucessivas transformações, que em conjunto aos processos químicos, físicos, biológicos com a ação do tempo geológico, criaram ambientes naturais com formas e feições singulares nessa parte do planeta. Essas condições fomentam a produção de pesquisas de interesse geológico, paleontológico, biológico, arqueológico, geográfico, turístico, entre outros. O desenvolvimento sustentável de um território e a qualidade de vida da sociedade está fortemente ligada à geodiversidade, que está presente no cotidiano das pessoas e proporciona cultura e educação.



Panorama da extração mineral que ocorre no município de Ponta Grossa.

■ Evolução das espécies

Augusto Luiz Ferreira Júnior, Tiago Marafiga Degrandi,
Melissa Koch Fernandes Souza, Rosângela Capuano Tardivo,
Susete Wambier Christo e Denilton Vidolin



Árvore evolutiva ilustrada pelo naturalista Charles Darwin.

A Terra, formou-se há cerca de 4,5 bilhões de anos, tendo as evidências mais antigas de vida documentadas em rochas sedimentares há cerca de 3,8 bilhões de anos. Esses registros fósseis, juntamente com o conhecimento sobre os atuais grupos de seres vivos, possibilitaram aos cientistas ter uma melhor compreensão da origem e relações evolutivas entre os seres vivos ao longo do tempo. As ideias evolucionistas são bastante antigas, tendo como primórdio o filósofo grego Hipócrates (460-377 a.C.), esse acreditava que as características dos seres vivos podiam ser adquiridas e passadas às gerações seguintes. Atualmente, sabe-se que essas características estão presentes nas células de todos os organismos em seu material genético DNA¹ e transmitido através de seus descendentes. Este processo de passar as informações para a próxima geração nos remete ao conceito de espécie, importantíssimo para os estudos da biodiversidade no planeta. Ao longo dos últimos séculos nosso entendimento sobre o que é uma espécie mudou bastante, partindo de uma visão baseada essencialmente na morfologia até chegar a uma visão mais elaborada que represente a história evolutiva dos organismos.

Espécie (do latim: *species*, “tipo” ou “aparência”) é a unidade básica para classificar os seres vivos. Sendo a taxonomia o ramo da Ciência que agrupa os organismos em níveis hierárquicos que compartilham similaridades entre si. Existem mais de 25 conceitos de espécie publicados, não havendo um consenso universal. O mais aceito “conceito biológico de espécie” descreve uma espécie

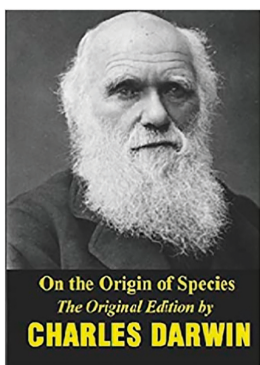
¹ DNA - são moléculas responsáveis por carregar e transmitir informações através de seus descendentes.

como um grupo de organismos capazes de se reproduzir e originar descendentes férteis. No entanto, é bastante difícil testar o isolamento reprodutivo e na prática o conceito biológico apresenta várias limitações². Assim recorre-se ao conceito unificado de espécie que embora pouco disseminado, descreve simplificada e uma espécie como linhagem que está evoluindo separadamente. E as propriedades dos organismos como morfologia, ancestralidade, ecologia e o próprio isolamento reprodutivo são tratadas neste conceito como critérios operacionais para a delimitação de uma espécie.

Teoria da Evolução

A teoria da evolução é uma teoria científica que explica como as espécies evoluem e entra em harmonia com o conceito unificado de espécie. Ela explica que as espécies existentes resultam de um lento processo de evolução. O naturalista britânico Charles Darwin liderou e desenvolveu a base dos conceitos para a teoria sintética da evolução ou Neodarwinismo. Darwin, em seu livro “*Origem das espécies*”, compilou e relatou pela primeira vez a teoria evolutiva e utilizou a imagem de uma árvore (árvore evolutiva) que se distribui em galhos e ramos para explicar a relação entre as espécies. Ainda, segundo o naturalista, os organismos mais bem

adaptados ao meio têm maiores chances de sobrevivência do que os menos adaptados, deixando um número maior de descendentes no ambiente. Assim, ao longo das gerações, a atuação da seleção natural sobre os indivíduos modula o grau de adaptação desses organismos ao ambiente. Isso ocorre com a diferenciação de populações, a partir do acúmulo de mutações no DNA dos espécimes ao longo de várias gerações.



² Não se aplica a vários organismos, como por exemplo a espécimes híbridos, espécies assexuadas, extintas, fósseis e vírus.

Árvore da Vida

A árvore da vida é uma representação do conhecimento científico das relações evolutivas entre todas as espécies existentes, desde o surgimento da vida no planeta Terra. A forma como a vemos hoje, está enraizada no pensamento evolutivo proposto por Darwin e foi corroborado por inúmeros outros estudos que o sucederam. Embora a comunidade científica ainda não tenha a resposta para uma questão primordial “*Como surgiu a vida na Terra?*”, existe o consenso de que todas as espécies que aqui evoluíram apresentam um ancestral em comum. Partindo desse entendimento, coexistem no momento, duas formas de organizar os seres vivos, pois a Ciência está em fase de transição quanto à implementação dos novos termos. Sendo que a primeira forma representa a vida na Terra em cinco grupos, ou também designados de Reinos: Reino Monera, Reino Protista, Reino Plantae, Reino Fungi e Reino Animalia. Já a segunda forma representa a vida na Terra em três grupos, ou também designados de Domínios, sendo eles: Bacteria, Archaea e Eukarya. Onde os Domínios Bacteria (bactérias) e Archaea (arqueas) são procariotos e o Domínio Eukarya engloba todos os seres eucariotos, incluindo os Reinos Protista, Fungi, Animalia e Plantae.

O Reino Monera inclui micro-organismos unicelulares e procariontes³. Eles são as primeiras formas de vida conhecidas, e surgiram nos oceanos há cerca de 3,5 bilhões de anos, dividido-se em Archaea (Domínio) e Bacteria (Domínio). As arqueas podem ser divididas em três grandes grupos – halófilos extremos, metanógenos e termófilos extremos. Até recentemente, as arqueas eram geralmente consideradas habitantes não competitivos de ambientes hostis, que tinham pouca importância para a ecologia global. Entretanto, hoje em dia, sabe-se que as arqueas estão presentes em ambientes menos hostis, como o solo. As arqueas também constituem um importante componente do picoplâncton oceânico (organismos com menos de 1 mm), possivelmente excedendo

³ São seres vivos que não possuem núcleo nem organelas celulares envolvidas por membranas.

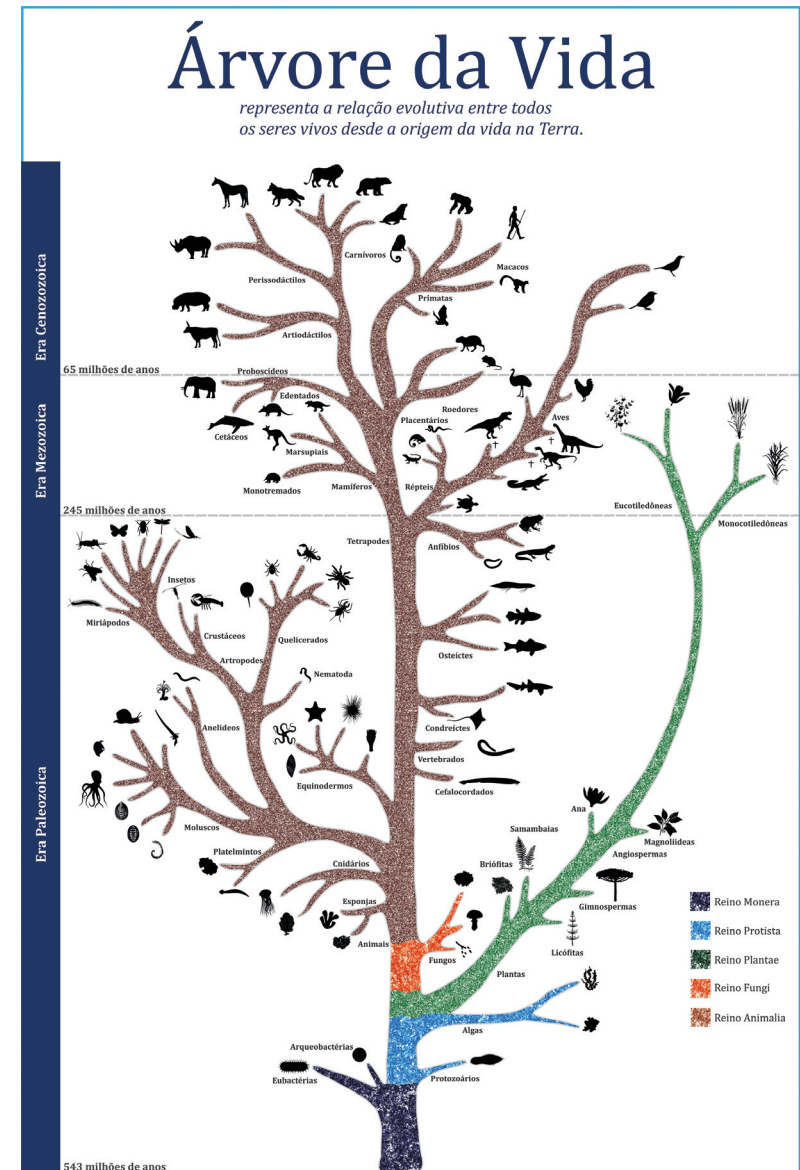
em número todos os outros organismos marinhos. As bactérias possuem pelo menos 17 grupos principais e incluem desde a linhagem mais antiga de autótrofos quimiossintetizantes termofílicos extremos, que oxidam o hidrogênio gasoso ou que reduzem compostos sulfurosos, até as linhagens de autótrofos fotossintetizantes, representadas pelas cianobactérias e pelas bactérias purpúreas e verdes. A capacidade de realizar fotossíntese desses organismos foi responsável por elevar os níveis de oxigênio nos oceanos primitivos e também do oxigênio livre na atmosfera. Esses seres vivos governaram a Terra por cerca de 1 bilhão de anos, antes mesmo que surgisse a primeira célula eucariótica.

O surgimento das células eucarióticas⁴ (Domínio Eukarya) é precedido por dois eventos importantes. O primeiro deles foi quando as células primitivas receberam uma bactéria de vida livre, que estabeleceu residência intracelular dando origem às organelas denominadas de mitocôndrias. As mitocôndrias como sabe-se são responsáveis pela produção de energia nas células eucarióticas. O outro importante hospede intracelular, é uma cianobactéria, que veio a ser o ancestral dos cloroplastos por meio do mesmo processo simbiogênico. O cloroplasto é responsável por realizar a fotossíntese permitindo que esses organismos sejam autotróficos. Embora existam controvérsias no período de surgimento dessas células, as primeiras espécies que podem ser reconhecidas como algas, datam de 1,3 bilhão de anos.

Reino Protista, formado por organismos diversos, organizados em vários Filos/Divisões que possuem diferentes origens. Neste Reino estão inseridas todas as algas, além dos grupos dos ciliados, foraminíferos, amebas e outros grupos unicelulares. Os protistas descendem das bactérias por aquisição de um núcleo, sistema de endomembranas, citoesqueleto e mitocôndrias.

Reino Plantae, grupo que inclui todas as plantas, que no conceito mais amplo são organismos eucariontes, multicelulares

⁴ São células com núcleo e organelas envolvidas por membranas.



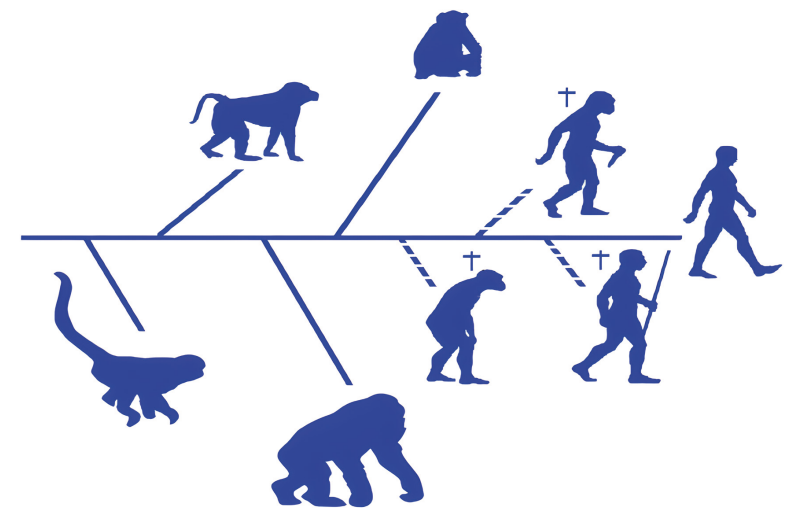
Árvore da Vida: representa a relação evolutiva entre os seres vivos desde a origem da Terra. Adaptado de Ratier *et al.* (2009).

e geralmente fotossintetizantes. As plantas foram as primeiras a conquistar o ambiente terrestre e formaram a base para que muitas espécies animais pudessem evoluir. Acredita-se que o surgimento da parede celular de celulose tenha sido crucial para que as plantas pudessem ter a resistência necessária para viver em terra. Com mais de 450 milhões de anos de evolução, o grupo se diversificou em uma grande variedade de formas. Na sistemática atual são classificadas como “Briófitas” (antóceros, hepáticas e musgos), e outro grupo de plantas vasculares, representadas pelas “Licófitas” (licopódios e selaginelas), “Monilófitas” (samambaias e cavalinhas), “Gimnospermas” e “Angiospermas”.

O Reino Fungi, inclui basicamente os fungos, organismos heterotróficos, multicelulares ou unicelulares. Como representantes conhecidos dos fungos, cita-se os mofos, bolores e os cogumelos. Essas espécies possuem papel ambiental importante, atuando no processo de decomposição dos nutrientes na natureza. Além disso, algumas espécies apresentam potencial econômico na indústria de alimentos, química, farmacêutica, e outras são responsáveis por desencadear doenças tanto nos vegetais, quanto nos animais

O Reino Animalia é um dos mais diversificados e tradicionalmente se divide em dois grandes grupos: os invertebrados (são os subgrupos com mais representantes Poríferos, Cnidários, Platelminhos, Nematódeos, Moluscos, Anelídeos, Artrópodes e Equinodermos), e os vertebrados (Peixes, Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos). A vida animal também surgiu nos oceanos, e a conquista do ambiente terrestre foi realizada posteriormente por diferentes grupos de invertebrados e vertebrados. Os primeiros vertebrados a desluzbrar o ambiente terrestre foram os anfíbios, mas não o fizeram definitivamente, permanecendo ligados ao ambiente aquático em parte de sua vida, pois seus corpos não estão adaptados a evitar a desidratação. Características como pele queratinizada e ovo amniótico permitiram o sucesso dos répteis no ambiente terrestre. Os répteis se diversificaram em muitos subgrupos, incluindo as serpentes, lagartos, crocodilos, tartarugas, e todos os dinossauros que mais tarde deram origem às aves. Os mamíferos

compartilham um mesmo ancestral tetrápode com os répteis. Durante o reinado dos dinossauros na Terra, os mamíferos permaneceram pequenos e relativamente inconspícuos. Após a extinção dos dinossauros, os mamíferos diversificaram-se em Monotremados, Marsupiais e Placentários. Um grupo de Placentários denominado Primatas inclui todos os macacos. Nesse grupo há um ramo que evoluiu em diversas espécies de hominídeos, com os quais compartilhamos um ancestral em comum. O *Homo sapiens* busca estudar as variações ao longo do tempo geológico que o planeta Terra apresentou, tentando organizá-los em relação aos períodos com diferentes temperaturas (mais ou menos elevada), variações do nível do mar e mudanças na morfologia dos continentes e fundos oceânicos. O estudo do tempo geológico permite diversas visões e amplitude de conhecimento sobre a biodiversidade do planeta. A compreensão e a organização atual da biodiversidade acompanha o surgimento de novas metodologias, descobertas de fósseis e seres vivos. Esses fatores podem adicionar a peça faltante na compreensão do quebra-cabeça que forma a *Árvore da vida* no planeta Terra.



Caminhada evolutiva para o ser humano.



Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze
(Araucariaceae)

■ Botânica

Melissa Koch Fernandes de Souza,
Rosângela Capuano Tardivo e
Marta Regina Barrotto do Carmo

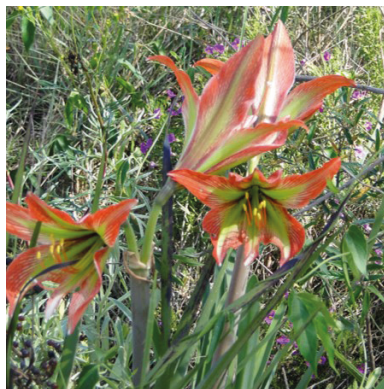
A **base da vida vegetal** ocorreu com o surgimento das cianobactérias (Cyanophyta) no Pré-Cambriano, há mais de 3,5 bilhões de anos. Essas bactérias fotossintetizantes, seres procariontes, possuem sistema fotossintético constituído por clorofila que permitiu fazer a conversão de energia solar em energia química e liberando oxigênio livre na atmosfera. Sabe-se que ao longo de milhões de anos a acumulação de oxigênio na atmosfera possibilitou a formação de uma camada de ozônio que diminuiu a ação danosa da radiação ultravioleta, concedendo ao longo da história da evolução das espécies o aparecimento de organismos eucariontes (Domínio Eukarya), e dentre eles, o Reino Plantae (plantas/vegetais) abordado neste capítulo.

Trajetórias evolutivas significativas do Reino Plantae foram: no Ordoviciano, a passagem dos organismos vegetais de zonas emersas; no Siluro-Devoniano, a evolução dos tecidos condutores; no Permiano surgem e diversificam-se as plantas vasculares com sementes; e no Cretáceo surgem as plantas vasculares com sementes e flores periantadas. Ao longo da evolução, na tentativa de melhor adaptar-se ao ambiente, os organismos desenvolveram diversas formas reprodutivas, na esperança de perpetuar-se como espécie.

Ao longo da história evolutiva surgiram várias definições do que poderia ser considerado um vegetal, tomando como base seres vivos verdes que não se deslocam. Nessa perspectiva, o homem sempre utilizou de propostas para atribuir nomes e descrever a morfologia dos organismos, buscando determinar a melhor forma de classificar os seres vivos fotossintetizantes. Os primeiros sistemas de classificação eram simples e refletiam o conhecimen-



Gelasine coerulea (Vell.) Ravenna
(Iridaceae)



Hippeastrum psittacinum Herb.
(Amaryllidaceae)

to limitado da Ciência de cada época. Porém, com a consolidação da Teoria da Evolução das Espécies proposta por Charles Darwin, houve um enorme impacto nas classificações biológicas e surgiram tentativas para arranjar as plantas em grupos naturais. Assim, no início do século XX, as modernas técnicas da genética molecular somadas ao maior conhecimento da flora mundial e à proposta de uma nova metodologia para a reconstrução da história evolutiva dos seres vivos, considerando a relação de parentesco entre os grupos (Cladística ou Sistemática Filogenética), foram surgindo modificações para os sistemas de classificação dos vegetais. Dessa forma, as plantas atuais incluem seres multicelulares fotossintetizantes (com clorofilas *a* e *b* contidas em cloroplastos), principalmente terrestres, formado por um grupo de plantas avasculares (sem tecido vascular) reconhecidas como “Briófitas” (antóceros, hepáticas e musgos), e outros grupos de plantas vasculares, representadas pelas “Licófitas” (licopódios e selaginelas), “Monilófitas” (samambaias e cavalinhas), “Gimnospermas” e “Angiospermas”.

Briófitas, são organismos vegetais de pequeno porte, avasculares, vivem, geralmente, restritos a ambientes úmidos e sombreados, com hábito primariamente terrestre. Possuem marcada alternância de gerações (ciclo de vida haplodiplonte), em que o

gametófito (*n*) de vida livre compete a função exclusiva de exploração de habitat e apropriação de nicho e, sobre esse, cresce o esporófito (*2n*), geralmente efêmero, com função de produção e dispersão de propágulos recombinantes, onde o processo de fecundação ainda depende da água na sua forma líquida no ambiente, propiciando que o anterozóide encontre a oosfera. Pouca diferenciação observa-se no seu talo desde o Devoniano e, dos grupos contemporâneos, os mais primitivos são os antóceros. Os antóceros possuem gametófito taloso, similar ao de algumas algas, e seu esporófito ereto composto por um longo esporângio (cápsula). As hepáticas possuem gametófitos capazes de colonizar mais ambientes, inclusive com hábito epífita (planta que vive sobre outra planta), e o esporófito apresenta um esporângio bem desenvolvido. Já os musgos se diversificaram em explorar habitats com maior influência solar. Esses seres vegetais possuem ensaios de um sistema vascular (leptoma e hadroma), de raízes (rizóides), de folhas (filídios) e de caule (caulídio). Observa-se uma estratégia de proteção para evitar a dessecação dos esporos, pois os esporângios possuem opérculos e caliptras.

Licófitas e monilófitas, também conhecidas como plantas vasculares sem sementes, onde o surgimento de um sistema condutor de fluidos, que consiste em xilema e floema, solucionou o problema do transporte de água e de substâncias nutritivas na planta. Nessas plantas, a alternância de gerações (ciclo de vida haplodiplonte) também continua a existir, mas agora é o gametófito que passa à condição de efêmero, vivendo apenas o suficiente para que ocorra o processo de fecundação e a formação do embrião. Dessa forma, altera-se os papéis no ciclo de vida, onde o esporófito vascularizado, melhor preparado para suportar o estresse hídrico longe dos ambientes ripários continentais, explora e se apropria de diferentes habitats, além de ainda continuar a produzir e dispersar propágulos. Em licófitas, plantas que ocorrem em ambientes preferencialmente úmidos, tem-se como representantes atuais os licopódios, plantas herbáceas onde possuem gametófito taloso e aclorofilado, subterrâneo, frequentemente simbiote com fungos para sua breve existência. O esporófito é revestido por



Podocarpus lambertii Klotzsch ex
Endl. (Podocarpaceae)



Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae)

folhas micrófilas e os esporângios, protegidos na axila de esporófilos, agrupam-se em estróbilos terminais. As selaginelas também representantes desse grupo, são plantas prostradas e apresentam heterosporia, com micrósporos e megásporos produzidos separadamente, desses esporos diferenciados germinam gametófitos também diferenciados – megaprotalos, apenas com arquegônios, e microprotalos, apenas portando anterídios. Em monilófitas, os principais representantes atuais são as samambaias e as cavalinhas. As samambaias formam um grupo de plantas com origem no Devoniano (400 milhões de anos) e abundantes no registro fóssil do Carbonífero até a atualidade, grupo amplamente diversificado com cerca de 12.000 espécies atuais. Plantas com rizomas, folhas (frondes/megáfilos), os esporângios estão geralmente arranjados em ramos modificados ou organizados em soros nas frondes, muitas vezes protegidos por indúcio, com gametófito monóico em geral exospórico e clorofilado. As cavalinhas são uma particularidade, trata-se de espécies herbáceas com esporófito constituído por caule clorofilado, sulcado, articulado em nós e entre nós, geralmente silicificados, pois seus micrófilos (folhas) são extremamente reduzidos e comumente não realizam fotossíntese e sim o caule. O gametófito em geral é monóico, exospórico, subterrâneo e saprófito.

Gimnospermas é um termo usado para representar grupos de plantas lenhosas (com tecidos vasculares secundários) que



Paisagem dos Campos Gerais do
Paraná



Gomphrena macrocephala A.St.-Hil.
(Amaranthaceae)

conquistaram o ambiente terrestre, não possuem mais dependência de água para a reprodução, em geral apresentam estruturas reprodutivas denominadas de estróbilos e com a presença de sementes expostas, ou seja, que ainda não apresentam carpelos fechados e, conseqüentemente, não formam frutos (*gymnos* = nú, *sperma* = semente). Esse grupo de plantas com sementes foram muito diversificados no baixo e médio Mesozóico (Triássico e Jurássico), mas chegam na atualidade com apenas um pouco mais de 1 mil espécies. Os grupos de gimnospermas compartilham a heterosporia, ou seja, apresentam micrósporos e megásporos, o ciclo de vida é caracterizado também pela alternância de gerações (ciclo de vida haplodiplonte), com o esporófito bem desenvolvido e independente que abriga um gametófito bastante reduzido e dependente do esporófito. No megasporângio envolvido por um tegumento, que é denominado de óvulo, apenas uma célula sofre meiose para resultar em um único megásporo funcional. Esse não é liberado e desenvolverá o megagametófito, representado por 2 ou 3 arquegônios com suas respectivas oosferas (gameta feminino). O grão de pólen, que representa o micrósporo que contém o microgametófito imaturo, alcançará o óvulo para desenvolver um tubo polínico e formar o gameta masculino que será transportado até a oosfera. Após a fecundação o óvulo dará origem à semente que irá proteger o embrião e facilitar sua dispersão,

aumentando o valor de sobrevivência. Apenas quatro Filos/Divisões chegam com representantes vivos até atualidade: 1 - Cycadophyta, representada por plantas dióicas que morfologicamente lembram as palmeiras e apresentam cerca de 300 espécies com distribuição principalmente tropical. 2 - Ginkgophyta, onde atualmente apresenta apenas uma espécie, o *Ginkgo biloba*, cultivada especialmente pelas suas propriedades medicinais, sendo considerada um fóssil vivo com suas folhas flabeliformes e de nervação dicotômica. 3 - Pinophyta, conhecidas como coníferas, formam o grupo com o maior número de espécies (630 espécies), possuem importância econômica e ecológica. São mais abundantes em regiões temperadas (hemisfério norte), formando as florestas boreais ou taigas. No Brasil, a *Araucaria angustifolia*, conhecida como pinheiro-do-Paraná, é a espécie predominante nas florestas principalmente da região Sul (florestas com a araucária) e encontra-se em perigo de extinção, principalmente pela exploração da sua madeira. 4 - Gnetophyta, apresentam características de coníferas e angiospermas e são representadas por três gêneros bem distintos, *Ephedra* sp. (arbustos articulados com folhas em forma de escama), *Gnetum* sp. (em geral, cipós tropicais com folhas opostas e coriáceas) e a uma única espécie, *Welwitschia mirabilis*, endêmica da costa desértica do sudoeste da África, com caule subterrâneo e duas folhas em forma de fita com constante crescimento.

As Angiospermas (*angio* = urna, *spermae* = semente) constituem o grupo mais abundante e diversificado dos vegetais do planeta, com aproximadamente 250.000 espécies. Entre as características exclusivas das angiospermas, destacam-se a flor, o fruto e a dupla fecundação (um dos gametas masculinos funde-se com a oosfera, originando o embrião (2n) e o outro gameta, funde-se aos núcleos polares do gametófito feminino, formando o endosperma (3n), tecido nutritivo da semente). Os gametófitos são muito reduzidos em tamanho. O microgametófito (contido no grão de pólen) maduro é formado por apenas 3 células e o megagametófito (saco embrionário), protegido no interior do óvulo, consiste em 7 células, na maioria das angiospermas. Os anterídios e arquegônios são ausentes, a polinização é indireta e

após a fecundação o óvulo transforma-se em semente e a parede do ovário, em fruto. Esse grupo de plantas apresenta estratégias complexas e tem evoluído com animais, especialmente os insetos. Apresentam diversas formas de vida como erva, arbustiva, arbórea, liana (trepadeira), suculenta, bambu e palmeira, vivendo em diferentes substratos como terrícolas, aquáticas, epífitas, parasitas, rupícolas e saprofíticas. Na sistemática atual (APG IV, 2016) formam um grupo monofilético, incluindo as Angiospermas Basais (Amborellales, Nymphaeales e Austrobaileyales), as Magnoliídeas (com 4 ordens, geralmente lenhosas, folhas simples, inteiras, verticilos florais livres, estames com filetes largos, pólen monossulcado e nectários geralmente ausentes), as Monocotiledôneas (com 10 ordens, compreende 22% das angiospermas, com cotilédone único, sistema radicular fasciculado, geralmente herbáceas, feixes vasculares dispersos no caule, folhas com nervação geralmente paralelinérvea, pólen monossulcado e nectários geralmente septais) e as Eudicotiledôneas (com 44 ordens e compreende 75% das angiospermas com formas de vida



Epidendrum secundum Jacq.
(Orchidaceae)



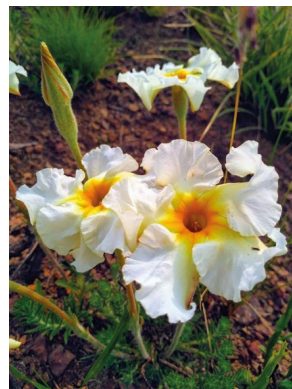
Mandevilla coccinea (Hook et Arn.) Woodson (Apocynaceae)

variadas, flores geralmente pentâmeras, diali ou gamopétalas, estames com filetes geralmente distintos, pólen tricolpado, tricolporado ou triporado, endosperma nuclear ou celular e nectários geralmente presentes). No Brasil as angiospermas estão representadas por cerca de 35.549 espécies, destas, 32.696 são nativas, distribuídas em 232 famílias, 2.723 gêneros, incluindo 18.801 espécies endêmicas.

O Brasil, um país megadiverso, possui a maior riqueza de espécies vegetais em relação aos outros países, atualmente são reconhecidas: 1.610 briófitas, 1.403 licófitas e samambaias, 114 gimnospermas e 35.539 angiospermas, totalizando cerca de 39 mil espécies (nativas, cultivadas e naturalizadas) das quais 19.600 são consideradas endêmicas da Flora Brasileira. Os estudos revelam que a maior diversidade de plantas no Brasil ocorre no Bioma Mata Atlântica, com exceção das gimnospermas que são mais diversas no Bioma Amazônia, representadas pelos gêneros *Zamia*, *Podocarpus*, *Retrophyllum* e *Gnetum*. No entanto, devido a fragmentação dos habitats, as queimadas, ao extrativismo ilegal e outras ações antrópicas, inúmeras espécies de plantas encontram-se ameaçadas de extinção.



Mandevilla velutina K. Schum
(Apocynaceae)



Mandevilla longiflora (Desf.)
Pichon (Apocynaceae)



Epifitismo na Serra do Mar
do Paraná. Piperaceae



Mutisia campanulata Less. (Asteraceae)



*Cuscuta
racemosa*
Mart. - planta
holoparasita
(Convolvulaceae)



*Gaylussacia
brasiliensis*
(Spr.) Meissn.
(Ericaceae)



“Gafanhoto de asa colorida” (Orthoptera),
inseto terrestre.

■ Invertebrados

Susete Wambier Christo, Augusto Luiz Ferreira
Júnior, Ivana de Freitas Barbola, Ricardo Diniz
Correia de Almeida e Marilise Silva Meister

Invertebrados são animais sem coluna vertebral e representam a maioria das espécies animais conhecidos. Os invertebrados podem ser divididos em: a. Mesozoa – representado por um grupo que inclui pequenos animais ciliados (0,5 a 7mm), vermiformes podendo viver como parasitas de outros invertebrados; b. Parazoa – representado por dois grupos: Porífera que inclui as esponjas e Placozoa, com apenas uma espécie (*Trichoplax adhaerens*) marinha, bentônica, com tamanho entre 2 a 3mm e podendo ser considerados como a forma mais basal dos metazoários e c. Eumetazoa – representados pelos demais grupos dos invertebrados. Neste capítulo, serão abordados alguns grupos de invertebrados com maior representatividade expostos no Museu de Ciências Naturais da UEPG.

Poríferas constituem um grupo animal que apresenta como principal característica a presença de poros. São sésseis, filtradoras, encontradas principalmente em ambiente marinho, com poucas espécies dulcícolas. São coloridas e podem variar de poucos milímetros até 2 metros de tamanho. Não possuem tecido verdadeiro, porém constituem um agregado celular altamente independente colocando as esponjas entre os animais multicelulares estruturalmente mais simples dos animais. O sistema de canais internos, por onde a água entra através dos poros e sai pela(s) abertura(s) do(s) ósculos(s), garante o fluxo de água para alimentação, respiração, limpeza interna e reprodução. Apresentam um sistema de sustentação, “esqueleto”, formado por espículas de sílica, carbonato de cálcio ou fibras, encontradas nas esponjas naturais que são comercializadas como “esponjas de banho”. O sistema de canais internos divide as esponjas em três tipos estruturais: asco-



Cracas (crustáceo marinho - Cirripedia), mexilhão *Perna* aff. *perna* (a esquerda) e viera *Nodipecten* aff. *nodosus* (a direita).



Maria-farinha ou caranguejo-fantasma *Ocypode* aff. *quadrata* (a esquerda) e caramujo-trombeta-da-Malásia (invasor de água doce) *Melanoides* aff. *tuberculata* (a direita).

noide, siconoide e leuconoide. A reprodução pode ser sexuada ou assexuada.

O grupo dos cnidários é formado por uma grande diversidade de animais conhecidos popularmente como águas-vivas, medusas, anêmonas, corais e caravelas. São na maioria marinhos, com poucas espécies dulcícolas. Apresentam como principal característica células denominadas cnidócitos com organelas urticantes (nematocitos), as quais dão nome ao grupo (Cnidária). Apresentam importância médica, devido ao número de acidentes registrados no litoral por “queimaduras” causadas por esses animais. Os cnidários apresentam duas formas morfológicas: pólipos e medusas. São carnívoros e usam os nematocistos para capturar as presas. A reprodução pode ocorrer de forma assexuada e sexuada em um mesmo ciclo, com a formação de uma larva chamada plânula. Os Cnidaria são divididos em: a Hydrozoa – são formas coloniais polipoides como os hidrocorais, marinhas, com esqueletos calcários ou quitinosos e pequenos pólipos. Podem apresentar formas flutuantes com uma “bolsa de ar” que mantém a colônia de pólipos na superfície, conhecido como caravela e a hidra de água doce; b. Scyphozoa – inclui as formas medusoides, caracterizadas pelas águas-vivas com braços orais ou tentáculos bem desenvolvidos. São formas solitárias com uma camada espessa de mesogleia

(gelatinosa); c. Cubozoa – apresenta formas medusoides, com a região do sino lembrando um quadrado. São consideradas predadores, alimentando-se especialmente de peixes e d. Anthozoa – apresenta formas polipoides, são exclusivamente marinhos, de tamanho variado, sendo solitários (anêmonas) ou coloniais (corais).

A denominação helminto não designa um grupo único nos animais, porém se refere a dois grupos: Platyhelminthes (vermes chatos) e Nematoda (vermes cilíndricos). Os Platelmintos apresentam o corpo achatado dorso-ventralmente. Possuem tamanhos variados (desde alguns milímetros até metros de comprimento) e um tegumento que atua como área de contato e trocas metabólicas com o meio externo. Dois grupos têm importância na parasitologia humana e animal: Trematoda e Cestoda. Os trematódeos apresentam o corpo com aspecto foliáceo e uma ou mais ventosas, pelas quais se fixam ao hospedeiro e se alimentam; o aparelho digestório é incompleto. Geralmente em seu ciclo de vida, apresentam um ou mais hospedeiros intermediários. São três subclasses: Aspidogastrea, Monogenea (ectoparasitos de organismos aquáticos) e Digenea (endoparasitos, como a *Fasciola hepatica* e o *Schistosoma mansoni*; esse causador da doença humana conhecida como barriga d’água). Cestoda reúne espécies de parasitos, com corpo segmentado e organizado em três regiões: 1)

escólex: região anterior com quatro ventosas e um rostro (com ou sem acúleos) e que serve para fixação do parasito à mucosa intestinal do hospedeiro; 2) colo: logo abaixo do escólex, região de formação das proglotes, responsável pelo crescimento do helminto; 3) estróbilo: onde se encontram as proglotes jovens, maduras e grávidas. Frequentemente são monóicos (hermafroditas) e necessitam de um hospedeiro intermediário para completar seu ciclo de vida. Dentre os Cestoda de importância para a saúde humana, destacam-se as espécies conhecidas como solitárias: *Taenia solium* (que tem o porco como hospedeiro intermediário) e a *Taenia saginata* (que tem o boi como hospedeiro intermediário). Os nematodos podem ser parasitas ou de vida livre, porém os grupos parasitas são importantes para saúde humana e animal. A espécie que melhor representa nematoda parasita é o *Ascaris lumbricoides*, conhecido popularmente como lombriga.

Os moluscos representam o segundo maior grupo animal, apresentam ampla distribuição e grande diversidade. Destacam-se devido a beleza das conchas e apresentar um corpo mole, dividido em: cabeça, pé, massa visceral e manto. São encontrados em ambientes aquáticos (marinhos e dulcícolas) e terrestres. Moluscos são divididos em 8 grupos: a. Caudovofeata – marinhos, vermiformes, sem concha e com espículas calcárias; b. Solenogastres – marinhos, vermiformes, sem concha, corpo com cutícula quitinosa e escleritos calcários; c. Monoplacophora – marinhos de águas profundas, concha única e com poucas espécies descritas;



Estrela do mar *Oreaster* aff. *reticulatus* (a esquerda), caramujo maçã ou apple snail (água doce) *Pomacea* sp. (ao centro) e caracol gigante nativo ou aruá do mato *Megalobulimus* sp. (a direita).

d. Polyplacophora: conhecidas como quítons, são marinhos, vivem em costão rochoso, possuem espículas calcárias no manto e oito placas calcárias sobrepostas e articuladas entre si; e. Scaphopoda – marinhos, vivem semienterrados no substrato, apresentam uma concha em forma de “tubo oco”, conhecido como “dente de elefante”; f. Bivalvia – marinhos e dulcícolas, possuem uma concha dividida em duas valvas, vivem enterrados ou sobre o substrato. Popularmente são conhecidos como mariscos, vieiras, mexilhões e ostras sendo um grupo de importância econômica; g. Gastropoda – maior grupo dos moluscos, vivem em ambientes aquáticos (marinhos e dulcícolas) e terrestres. Possuem uma concha com formato espiralado, porém alguns grupos a concha é reduzida, ausente ou não possuem forma espiralada. São conhecidos popularmente como caracóis, caramujo e lesmas; h. Cephalopoda – são marinhos e considerados os mais especializados dos moluscos. Apresentam concha externa, interna e ausente. São conhecidos os náutilos, lulas, sépias e polvos. Possuem uma visão desenvolvida, cromatóforos na pele que leva a mudanças rápidas de coloração em condições de perigo ou camuflagem, assim como, um saco de tinta que pode ser descarregado afim de confundir predadores. Os moluscos apresentam importância econômica (pesca e cultivo), ecológica e na saúde como hospedeiros intermediários de algumas espécies parasitas.

Os anelídeos possuem o corpo segmentado. São representados pelos Oligochaeta (minhoca terrestre) e os Hirudinea (san-



Verme platelminto *Taenia* sp. (a esquerda) e esponja (Porifera) marinha (a direita).

guessuga de ambiente dulcícola) que formam o grupo Clitellata, tendo o clitelo como principal caráter. Os Polichaeta (marinhos) não possuem clitelo, são coloridos e apresentam cerdas bem desenvolvidas e uma região cefálica diferenciada.

Os artrópodes constituem o maior grupo animal, com mais de 1 milhão de espécies descritas, sendo adaptados a diferentes ambientes (terrestres e aquáticos), desde regiões polares até regiões tropicais. A presença de um exoesqueleto cuticular e apêndices articulados com diferentes funções, resulta em uma variedade de adaptações locomotoras e alimentares. Como o exoesqueleto quitinoso restringe o crescimento contínuo dos artrópodes, estes crescem a partir da “troca” do exoesqueleto em intervalos de tempo, por meio de um processo denominado de *ecdise* ou *muda*. Os artrópodes são divididos em: a. Trilobita, constituídos somente por espécies extintas; b. Chelicerata, animais que possuem quelíceras, um par de pedipalpos, quatro pares de pernas, ausência de antenas e o corpo dividido em cefalotórax e abdômen, como observados em aranhas, escorpiões, opiliões entre outros; c. Crustacea, são, em sua maioria, aquáticos, possuem brânquias, apêndices birremes, com diferentes funções e dois pares de antenas, como constatado em camarões, siris, lagostas, caranguejos, dentre outros; d. Uniramia, formado especialmente pelos Chilopoda (centopeias ou lacraias), Diplopoda (piolho de cobra) e Hexapoda (insetos) que representam o grupo animal com maior número de espécies descritas e ampla distribuição geográfica.

Os echinodermatas são animais exclusivamente marinhos, encontrados desde regiões polares até os trópicos. Apresentam espinhos diferenciados na derme para alimentação, limpeza e proteção. Os adultos possuem uma simetria radial pentâmera, onde o corpo é dividido em cinco partes dispostas ao redor de um eixo central. Os equinodermatas são distribuídas, em: a. Ophiuroidea (serpentes-do-mar), b. Asteroidea (estrelas-do-mar), c. Holothuroidea (pepinos-do-mar), d. Echinoidea (ouriços-do-mar, bolachas-da-praia) e e. Crinoidea (lírios-do-mar).



Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*).

■ Vertebrados

Denilton Vidolin, Marilise Silva Meister
e Vinícius Matheus Caldart

Ao pedir para alguém mencionar o nome do primeiro animal que lhe vier à cabeça, a probabilidade de ouvir o nome de um vertebrado como resposta é altíssima. Isso porque os vertebrados (subfilo Vertebrata) incluem todas as espécies de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Os vertebrados constituem uma linhagem evolutiva altamente diversificada, com mais de 63.000 espécies atuais. Em comum a todos os vertebrados estão duas ca-

racterísticas principais: a presença de uma coluna vertebral segmentada e de um crânio que protege o cérebro.

Peixes são vertebrados aquáticos de corpo fusiforme que surgiram no Cambriano, há cerca de 530 milhões de anos. São animais ectotérmicos, cuja temperatura corpórea varia de acordo com a temperatura ambiente, e não amniotas, pois seus ovos não possuem uma membrana embrionária (âmnio) produzida durante o desenvolvimento fetal. Com mais de 37.000 espécies, os peixes representam a linhagem de vertebrados com o maior número de espécies atuais: aproximadamente 59% de todas as espécies atuais de vertebrados são peixes. Muito bem adaptados à vida aquática, ocuparam habitats tão diversos quanto zonas costeiras, fundo de oceanos, rios, riachos, lagos e poças temporárias. Com isso, os hábitos alimentares também se diversificaram. Existem peixes carnívoros, frugívoros, herbívoros, onívoros e detritívoros.

Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a explorar o ambiente terrestre, há cerca de 370 milhões de anos, no final do Devoniano. Os primeiros anfíbios evoluíram de peixes pulmonados que possuíam nadadeiras ósseas, características que foram úteis na transição entre ambiente aquático e terrestre; de fato, a maioria dos anfíbios tem quatro membros bem desenvolvidos. Os anfíbios atuais incluem os sapos, as rãs e as pererecas (ordem Anura), as salamandras e os tritões (ordem Caudata) e as cecílias (ordem Gymnophiona). Existem atualmente 8.445 espécies de anfíbios, das quais 7.465 (88%) são anuros. Mesmo sendo bem-sucedidos no ambiente terrestre, com uma variedade de especializações reprodutivas notável entre os vertebrados, os anfíbios permaneceram dependentes de ambientes aquáticos ou úmidos. Isso porque possuem uma pele altamente permeável, sensível à dessecação, e porque a maioria das espécies possui um estágio larval aquático. Tal qual os peixes, os anfíbios são animais ectotérmicos não amniotas.

Os répteis constituem um grupo clássico de vertebrados representado pelas tartarugas, serpentes, lagartos e jacarés. Contudo, a visão mais aceita atualmente é que répteis fazem parte de uma linhagem evolutiva que também inclui as aves chamada de

Sauropsida. De acordo com essa visão, os répteis atuais são representados pelos clados Lepidosauria que inclui Sphenodontia (as tuataras da Nova Zelândia) e Squamata (as serpentes e os lagartos), Testudines (as tartarugas) e Archosauria, (os crocodilianos, as aves, os dinossauros e os pterossauros). Os répteis, dependem de fontes externas de calor para manter a temperatura corporal (ectotermia) e, por isso, são animais que não se encontram em regiões subárticas. Por dependerem do calor do sol para se aquecer, é muito comum observar algumas espécies “tomando banho de sol” enquanto realizam a termorregulação.

O grupo dos Squamata, é representado por animais como os lagartos e as serpentes. Os lagartos são répteis que podem ser encontrados em diversos ambientes, com hábitos terrícolas, arbóricolas, fossoriais e semiaquáticos. A maior parte dos lagartos têm quatro patas, mas alguns podem ter patas reduzidas ou ausentes, como é o caso das cobras-de-vidro.

As serpentes se originaram a partir de lagartos ápodes. Atualmente constituem um grupo com mais de três mil espécies distribuídas em todos os continentes, exceto nos polos. São animais com hábitos variados, podendo ser fossoriais, terrícolas, arbóricolas e aquáticas (inclusive marinhas). As serpentes desempenham papéis ecológicos importantes nos ecossistemas, porém, várias espécies encontram-se ameaçadas.



Tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*).



Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) e sapo-martelo (*Boana faber*).

Os Testudines (quelônios) são representados pelas tartarugas marinhas, pelos cágados (animais semiaquáticos associados a ambientes de água doce) e pelos jabutis, quelônios totalmente terrestres. Os Testudines se originaram há aproximadamente 220 milhões de anos e atualmente contam com cerca de 260 espécies. Talvez Testudines seja o grupo de vertebrados mais facilmente reconhecível uma vez que apresentam um casco característico, de grande importância na proteção contra predadores.

O primeiro registro dos crocodilianos é do período Cretáceo superior, há aproximadamente 83,5 milhões de anos. Esses animais apresentam hábitos semiaquáticos sendo encontrados em ambientes de água doce, em manguezais e até mesmo em ambiente marinho. Atualmente são reconhecidas três famílias, Alligatoridae (jacarés), Crocodylidae (crocodilos) e a Gavialidae (gaviais). No Brasil ocorrem seis espécies de jacarés, das quais apenas uma ocorre no Paraná, o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), no entanto, essa espécie não ocorre na região dos Campos Gerais.

As aves derivam de uma linhagem de dinossauros carnívoros e constituem um dos poucos grupos de vertebrados que evoluíram capacidade de voo. Como característica mais marcante das aves está a presença de penas, que cobrem e isolam o corpo e atuam no voo e na termorregulação. Atualmente são conhecidas cerca de 10.500 espécies de aves. A capacidade de voo e termorregulação contribuiu para a ampla distribuição desses animais no planeta e para que ocupassem os mais variados ecossistemas terrestres.

As aves são os vertebrados mais fáceis de avistar no ambiente, o que faz com que muitas espécies sejam conhecidas pela população. Soma-se a isso o fato de muitas aves ocuparem ambientes urbanos, aproximando-se das pessoas.

Com cerca de seis mil espécies conhecidas mundialmente, os mamíferos se distinguem dos outros vertebrados principalmente pela presença das glândulas mamárias e presença de pelos. A variedade de tamanhos, formas e hábitos de vida é extremamente grande neste grupo de animais endotérmicos, que ocupam os mais diversos ambientes e biomas da Terra, com espécies marinhas, dulcícolas, terrestres, vivendo em campo e florestas, desertos e savanas, em regiões tropicais e polares. Os mamíferos abrangem uma diversidade muito grande de formas, de baleias a morcegos. No Brasil, ocorrem muitas espécies de mamíferos, vários sob ameaça de extinção, como a onça-pintada, a anta, o lobo-guará, o tamanduá-bandeira, entre outros.

Infelizmente, diversas espécies de vertebrados estão ameaçadas pela pesca e caça predatórias, pela poluição industrial e resíduos da agricultura, e, principalmente, pela fragmentação e perda de habitat. Só é possível preservar as espécies que se encontram ameaçadas se os impactos antrópicos sob os ambientes naturais forem monitorados. A persistência da biodiversidade, inclusive das populações humanas, depende do desenvolvimento de programas de monitoramento de impactos ambientais, da criação de políticas conservacionistas, de mudanças de hábito na nossa relação com a biodiversidade e da preservação dos poucos ambientes naturais que ainda restam.



Tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*).



Curicaca (*Theristicus caudatus*).

■ Biodiversidade dos Campos Gerais

Denilton Vidolin, Ivana de Freitas Barbola,
Susete Wambier Christo, Vinícius Matheus Caldart,
Rosângela Capuano Tardivo, Melissa Koch
Fernandes de Souza e Marta Regina Barrotto do Carmo

A região dos Campos Gerais do Estado do Paraná apresenta, além dos campos nativos e florestas com araucárias, afloramentos rochosos, remanescentes de cerrado e diversos ambientes como cânions, cachoeiras e cavidades subterrâneas constituindo diversos ecossistemas que possibilitam uma riqueza e diversidade de espécies bastante expressivas. Vários estudos sobre a biodiversidade dos Campos Gerais têm sido realizados, contudo, a região ainda é carente de estudos mais aprofundados nas áreas de Ecologia e de conhecimento da biodiversidade local. Os Campos Gerais abrigam muitas espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção nos diferentes ecossistemas que abrigam. A partir do conhecimento produzido ao longo do tempo sobre a importância da conservação das espécies dos Campos Gerais e da eminente necessidade da sua conservação, em 2006 foi criado o Parque Nacional dos Campos Gerais (PNCG) – uma unidade de conservação federal gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

A região dos Campos Gerais apresenta uma notável vegetação, em decorrência das diferentes fitofisionomias (campo, savana e floresta) o que acarreta em uma alta riqueza de espécies e diversidade de formas de vida de plantas e outros organismos (algas, fungos, líquens e mixomicetos).

Como produtoras primárias, as algas (Cyanophyta e algas Protistas) são a base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos,

onde cita-se como representativas as Bacillariophyta (diatomáceas - 65%), as Chlorophyta (algas verdes - 19%), as Cyanophyta (cianobactérias - 15%), as Euglenophyta (euglenófitas - 1,5%), podendo ocorrer, em menor representatividade, exemplares de Charophyta (carófitas) e Rhodophyta (algas vermelhas).

Os fungos ocorrentes nos Campos Gerais podem ser encontrados em diversos ambientes, desde terrestre a aquáticos, como *Rhizopus stolonifer* (Zygomycota); *Xylaria* sp., *Cookeina* sp. e *Clavaria* sp. (Ascomycota). Entre as orelhas-de-pau (Basidiomycota) destacam-se o *Ganoderma* sp. *Pycnoporus sanguineus* e *Trametes* sp., entre os cogumelos são comuns a *Auricularia* sp., *Amanita muscaria*, *Agaricus* sp., *Lepista sordida*, *Pleurotus* sp. e *Favolus brasiliensis*. Já as bufas recorrentes são *Scleroderma* sp., *Bovista* sp. e *Cyathus* sp.

Uma simbiose entre as algas (fotobionte) e os fungos (micobionte), de modo permanente, constitui um líquen (Lichenophyta), como gêneros representativos, cita-se: *Usnea* sp., *Parmotrema* sp., *Ramalina* sp., *Leptogium* sp., *Graphis* sp., *Cryptothecia* sp., *Xanthoria* sp., *Cladonia* sp. e *Coenogonium* sp. Uma curiosidade da natureza, versa-se sobre o *Physarium polycephalum* organismo plasmodial, ou mixomiceto (Myxomycota), que vive como massa fina de protoplasma e que desliza de forma amebóide, sendo conhecidos também como pseudofungos, sendo incerta a relação com os outros grupos de seres vivos.

Em uma compilação parcial de dados de levantamentos de plantas fanerogâmicas em diferentes Unidades de Conservação da região, foram encontradas 1.358 espécies, 521 gêneros, pertencentes a 116 famílias, sendo que dessas, apenas duas espécies são gimnospermas, a *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-Paraná) e o *Podocarpus lambertii* (pinheiro-bravo). Dentre todas as famílias listadas, três destacaram-se por apresentar um número de espécies superior a 100: Asteraceae, somando 192 espécies e 72 gêneros, Poaceae com 146 espécies e 53 gêneros e Fabaceae com 125 espécies e 36 gêneros.

Em torno de 15% das espécies levantadas, já foram avaliadas em relação ao *status* de conservação. Desta relação, 44% das es-



Parodia carambeiensis (Buining & Brederoo) Hofacker (Cactaceae).

pécies apresentam grau de ameaça considerado rara, 32% em perigo, 12% vulnerável, 10% apresentam grau pouco preocupante e, ainda cerca de 1,3% é considerada quase ameaçada para o estado do Paraná. Das famílias ameaçadas, as que apresentaram maior representatividade foram Asteraceae com 15 espécies, seguida por Orchidaceae com oito espécies.

Entre as espécies ameaçadas, vale destacar *Parodia carambeiensis*, o “cacto bola”, uma Cactaceae endêmica do Paraná, com distribuição quase exclusiva nos Campos Gerais, considerada em perigo, devido às ações antrópicas e a fragmentação do habitat, levando ao isolamento das populações. Estudos taxonômicos também revelam que outras espécies atrativas e ornamentais se encontram ameaçadas. Entre elas, *Tillandsia recurvifolia*, uma bromélia rupícola, que, no território brasileiro é encontrada exclusivamente nessa região e as sempre-vivas, *Paepalanthus bryoides* e *P. paulensis*, raras na natureza, consideradas em perigo de extinção.

Com relação à fauna, a de invertebrados é bastante rica e a região dos Campos Gerais apresenta uma biodiversidade importante em espécies nativas, ameaçadas e invasoras. Dentre a grande diversidade de invertebrados constatados na região, os moluscos bivalves dulcícolas merecem atenção pela importância do grupo



Fisionomia campestre da região dos Campos Gerais do Paraná.

no meio ambiente. Podem ser encontrados enterrados em substratos lodosos, arenosos ou em fundos de substratos rochosos em ambientes lênticos e lóticos. Possuem grande importância ecológica por serem animais filtradores e indicadores de qualidade ambiental. Para o território brasileiro estima-se a existência de 115 espécies de bivalves límnicos, pertencentes a seis famílias, sendo que na região dos Campos Gerais são registradas quatro famílias. A espécie *Rhipidodonta burroughiana*, pertencente à família Hyrii-

dae é encontrada na Lagoa Dourada, situada no Parque Estadual de Vila Velha, em substrato arenolodoso tendo seu entorno composto por floresta ripária. *Sphaerium cambaraense*, pertencente à família Sphaeriidae encontrada nos limites do Parque Estadual de Vila Velha, em substrato arenolodoso e presença de macrófitas. *Anodontites trnenbricosa*, espécie nativa da família Mycetopodiidae e a espécie invasora *Corbicula fluminea* da família Corbiculidae foram encontradas no Rio Tibagi (Ponta Grossa) enterradas em substrato arenolodoso. Isto é preocupante visto que a espécie invasora (*C. fluminea*) ocupa preferencialmente os substratos da fauna de moluscos nativos causando danos a espécies que podem ser consideradas ameaçadas.

Quanto aos insetos, certamente fatores climáticos, geológicos e a estrutura e complexidade das formações vegetais e de microhabitats contribuem para a enorme riqueza entomofaunística regional. São encontradas inúmeras espécies polinizadoras (como as abelhas e as borboletas), dispersoras e predadoras de sementes (formigas e coleópteros), peçonhentas (vespas e lagartas urticantes), vetores de patógenos animais e humanos (pernilongos) e bioindicadoras de qualidade ambiental (como os dípteros Chironomidae), fato que reforça a importância dos insetos na estruturação e funcionamento dos ecossistemas locais.



Tillandsia revurvifolia Hooker (Bromeliaceae).

Considera-se que os Campos Gerais do Paraná possuam representantes de todas as ordens de insetos que ocorrem no Brasil. Quanto aos Coleoptera, são catalogadas, pelo menos, 76 famílias de besouros na região, com destaque para Scarabaeidae (escaravelhos), Staphylinidae, Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Elateridae, Mordellidae e Curculionidae. Da ordem Diptera (moscas e mosquitos) são registradas cerca de 50 famílias, entre elas Cecidomyidae, Sciaridae, Phoridae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Asilidae, Syrphidae, Tachinidae, Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae. Entre os Hymenoptera, são mais de 40 famílias identificadas, das quais destacam-se as formigas (Formicidae), as abelhas (Apoidea) e as vespas parasitóides das superfamílias Ichneumonoidea e Chalcidoidea. Quanto aos Lepidoptera (borboletas e mariposas), as famílias mais comumente encontradas nos Campos Gerais são Geometridae, Sphingidae, Pyralidae, Noctuidae, Saturniidae, Hesperidae, Pieridae, Papilionidae, Danaidae Ithomiidae, Satyridae, Morphidae, Nymphalidae e Heliconiidae. Dos Hemiptera catalogados, merecem destaque as famílias Cicadellidae, Cercopidae (cigarrinhas), Pentatomidae (fede-fede), Aphididae (pulgões), Membracidae e a superfamília Coccoidea (cochonilhas). Várias outras ordens de insetos, como Psocoptera (piolhos-de-livro), Orthoptera (gafanhotos, grilos e esperanças), Blattodea (baratas), Mantodea (louva-a-deus) e Odonata (libélulas) também são bastante comuns nos Campos Gerais.

As bacias hidrográficas do rio Tibagi e do rio Ribeira contêm os rios e riachos que correm nos Campos Gerais permeando os capões de Floresta Ombrófila Mista, as florestas de galeria e os campos, contendo em suas águas uma grande variedade de peixes. A diversidade de peixes dos Campos Gerais ainda está sendo compreendida, mas levantamentos já realizados indicam alta diversidade de espécies na região. Para o Parque Nacional dos Campos Gerais, por exemplo, são conhecidas cerca de 50 espécies de peixes. Dentre as mais comuns na região destacam-se os lambaris (*Astyanax fasciatus*, *A. paranae* e *Bryconamericus iheringii*), e o barrigudinho (*Phalloceros harpagos*). Também estão presentes espécies de distribuição mais restrita, como o acará (*Geophagus*

iporangensis), o cascudinho (*Isbrueckerichthys duseni*), e o lambari (*Deuterodon iguape*), espécies endêmicas da bacia do rio Ribeira. Por fim, a ocorrência na região de espécies em ameaçadas de extinção, como o barrigudinho (*Cnesterodon hypselurus*) e a pirapitinga (*Brycon nattereri*), demonstra que há bastante a ser feito quanto ao conhecimento da diversidade e à preservação dos peixes dos Campos Gerais.

A região dos Campos Gerais por sua diversidade de ambientes também é rica em espécies dos outros grupos de vertebrados: os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos.

Levantamentos realizados nos Campos Gerais indicam a ocorrência de 62 espécies de anfíbios, o que representa aproximadamente 45% das espécies de anfíbios do estado do Paraná. Algumas espécies são de ampla distribuição geográfica, como a pererequinha-do-brejo (*Dendropsophus minutus*), a rã-cachorro (*Physalaemus cuvieri*) e a perereca-nariguda (*Scinax squalirostris*). Muitas espécies têm distribuição associada aos campos da Mata Atlântica, mas ocorrem também em áreas de floresta, como a perereca-de-árvore (*Boana bischoffi*), a perereca-verde (*B. prasinus*) e a rã-listrada (*Leptodactylus plaumanni*). Os Campos Gerais também abrigam espécies de distribuição geográfica bastante restrita. O sapinho-da-barriga-colorida (*Melanophryniscus vilavelhensis*), descrito em 2008 a partir de uma população encontrada no Parque Estadual de Vila Velha, possui apenas mais uma localidade de ocorrência conhecida, o Parque Estadual do Guartelá. Por fim, o sapo-de-chifre-do-guartelá (*Proceratophrys kaingang*) é uma espécie que foi descrita muito recentemente, a partir de indivíduos encontrados exclusivamente na região do Cânion Guartelá.

Com relação aos répteis, destaca-se o fato de que cerca de 60% das espécies que ocorrem nos Campos Gerais vivem em ambientes abertos (áreas de campo), mostrando a importância da conservação desses ecossistemas. No Paraná ocorrem 154 espécies de répteis, das quais 61 ocorrem no Parque Nacional dos Campos Gerais. Encontram-se nessa área três espécies de cágados, quatro de anfisbenas, 11 espécies de lagartos e 43 de serpentes. Algumas espécies de lagartos e serpentes merecem destaque



Paepalanthus planifolius (Bong.) Korn (Eriocaulaceae).

por terem interesse conservacionista uma vez que são bastante sensíveis às alterações ambientais. Dentre elas temos o lagartinho (*Anisolepis grilli*), a iguaninha-azul (*Stenocercus azureus*), a cobra-d'água (*Ptychophis flavovirgatus*), a papa-pinto-amarela (*Ditaxodon taeniatus*), a cobra-listrada (*Lygophis meridionalis*), a cobrinha-preta (*Sordellina punctata*) e a falsa-coral (*Xenodon histricus*). Dentre as serpentes, são conhecidas seis espécies peçonhentas na região: a cascavel (*Crotalus terrificus*), a jararaca (*Bothrops jararaca*), a urutu (*Bothrops alternatus*), a jararaquinha (*Bothrops itapetiningae*), a jararaca-pintada (*Bothrops neuwiedi*) e a coral-verdadeira (*Micrurus altirostris*).

A diversidade de ambientes dos Campos Gerais abrangendo as áreas de floresta com araucária, as matas de galeria e os campos úmidos abrigam muitas espécies de aves silvestres. As pesquisas ornitológicas registraram mais de 300 espécies de aves para a região. Este número pode sofrer variações de forma muito rápidas

devido às alterações ambientais correntes na região. Algumas espécies de aves destacam-se pela imponência e constante presença na região, como a curicaca (*Theristicus caudatus*), o carcará (*Carracara plancus*), o tucano-do-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*), a gralha-picaça (*Cyanocorax crysops*), entre outros.

A região dos Campos Gerais apresenta 35 espécies nativas de mamíferos de médio e grande porte, das quais muitas correm risco de extinção, como o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e o jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) por exemplo. A falta de algumas espécies esperadas para os Campos Gerais, como a anta (*Tapirus terrestris*), a queixada (*Tayassu pecari*), a onça-pintada (*Panthera onca*), a ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e o cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*), indicam que o ambiente vem sofrendo alterações significativas e está ocorrendo perda de biodiversidade.

A manutenção da biodiversidade nos Campos Gerais do Estado do Paraná depende de medidas adequadas de manejo e recuperação de áreas a fim de manter saudáveis as diferentes populações de organismos que vivem nessa região. Apesar dos dados serem parciais, é possível observar a alta riqueza de espécies que compõem as paisagens dos Campos Gerais, o que reforça ainda mais a necessidade de preservar esta região singular.



A combinação de campos nativos e rochas areníticas, desgastadas num relevo ruiniforme, torna a paisagem dos Campos Gerais muito peculiar.

■ Conservação da natureza

Marta Regina Barrotto do Carmo, Gustavo Henrique
Zaia Alves, Rosângela Capuano Tardivo, Melissa Koch
Fernandes de Souza e Antonio Liccardo

Biodiversidade e geodiversidade são duas faces da mesma moeda. São abordagens da natureza que se complementam e permitem uma visão integrada do meio ambiente em relação à sua preservação. A conservação da natureza é uma preocupação premente da sociedade, que precisa manejar com inteligência o patrimônio natural em busca de sustentabilidade. A exploração desenfreada, o consumismo e o mau uso dos recursos naturais que vêm acontecendo nas últimas décadas estão indicando um provável colapso dos ecossistemas, aos quais mesmo nós estamos interligados, o que põe em risco a nossa sobrevivência como espécie.

A tentativa de entender como as plantas e os animais nascem, crescem, se reproduzem e morrem; o despertar do dia, o entardecer e a noite; o frio e o calor durante um período de tempo; as belas flores no campo e as montanhas; a água corrente num riacho ou o infinito do mar. Tudo isso faz com que o ser humano se inquiete e ao mesmo tempo se admire e, esses sentimentos, o levam a pensar: afinal o que é natureza? (ABRÃO, 2004). Conceituar a natureza ou o mundo natural pode se tornar uma infindável discussão, mas ao estudar o tema, Aristóteles (384 - 322 a.C.) registrava que o termo “*Physis*” se traduz por natureza, no sentido de nascer, de produzir/frutificar, estando presente em cada substância no planeta Terra (ABRÃO, 2004, p. 60).

Entende-se com sentido amplo de natureza (*Physis*) tudo o que compõe o universo ou advém dele. Sabe-se que para o ser humano o conhecimento da natureza esteve presente em todos os momentos da sua história, no entanto, essa relação foi se alterando. Num primeiro estágio o homem era submisso à nature-

za. Depois o homem se sobrepõe a ela adotando, na maioria das vezes, um caráter predominantemente dominador. Atualmente, considerando maior conhecimento filosófico-científico, existe a busca – ao menos por parte de alguns humanos – por conhecer os fenômenos e compreender que o homem também é parte dessa natureza, procurando a sua conservação.

Na história antropológica os ambientes naturais vêm sendo alterados continuamente em decorrência das mais diversas atividades humanas. Como consequência, áreas antropizadas se tornaram predominantes, levando a um estado avançado de descaracterização da natureza. O mundo se tornou predominantemente urbano e as pessoas se distanciaram de seu habitat primordial. Neste contexto, entender como era a natureza antes das suas modificações por humanos é importante para compreender os impactos e possibilitar melhores decisões de gerenciamento. Também para propor medidas mitigadoras que possam poupar o que ainda resta da rica herança “geo-biológica” do planeta. Dessa maneira, remanescentes de ambientes naturais primitivos, ou pouco alterados, emergem como os últimos repositórios da riqueza e da diversidade original de uma região, configurando sítios prioritários para a conservação da natureza.

Desde a década de 1990 a geodiversidade passou a ser incluída na discussão dos termos ambientais, quando desenvolveu-se a compreensão de que biodiversidade e geodiversidade são conceitos interdependentes. Geodiversidade proporciona o ambiente físico, os elementos abióticos – rochas, solos, relevo, água, paisagem – que permitem a existência e propagação da vida. A biota habita, segundo suas características evolutivas, ambientes especializados e cria-se assim um complexo sistema entre os seres vivos e o terreno em que habitam. A geoconservação é a vertente da conservação da geodiversidade ou do patrimônio geológico que, em última instância, propõe preservar o ecossistema e a possibilidade de sobrevivência dos seres vivos. A visão integrada entre biodiversidade e geodiversidade é fundamental para o pleno entendimento da natureza, e os processos de gestão, educação ou conscientização ambiental precisam dessa

abordagem holística. A Terra é uma só. E é o único mundo habitável pelo ser humano que conhecemos, até o momento.

Os estudos realizados em ambientes naturais têm alertado para o perigo da extinção de espécies e desequilíbrios ecossistêmicos em ambientes isolados que sofreram drástica redução de área. Muitos trabalhos têm indicado a necessidade urgente de se recompor um mosaico de ambientes naturais entre os antropizados para promover a (re)conexão dos remanescentes nativos, o que possibilitaria a ampliação da área de sobrevivência da flora e da fauna e recuperaria o equilíbrio dos ecossistemas a longo prazo.

Desta forma, a Organização das Nações Unidas (ONU), a pedido de governos e de convenções internacionais, elaborou em 2005 o relatório da “Avaliação Ecossistêmica do Milênio” que traz conclusões alarmantes, pois nos últimos 70 anos, o homem modificou os ecossistemas mais rápida e extensivamente que em qualquer outro intervalo de tempo equivalente na história da humanidade. Segundo essa avaliação ecossistêmica, os “serviços ambientais” essenciais para a manutenção da vida podem ser agrupados em quatro grandes categorias: 1 - Serviços de **sustentabilidade da vida**: os quais incluem a formação de solos e de habitats, ciclagem de nutrientes, produção de oxigênio, polinização e dispersão de sementes; 2 - Serviços de **regulação ecossistêmica**: os quais incluem as funções de purificação do ar e da água, regulação do clima, controle de enchentes, erosão, pragas, doenças e tratamento de resíduos; 3 - Serviços de **provisionamento de bens**: os quais incluem o fornecimento de alimentos, energia, fibras, fitofármacos e água potável e 4 - Serviços **culturais**: que abrangem aqueles que contribuem para a identidade cultural e territorial dos povos, os valores espirituais e religiosos, os conhecimentos tradicionais, o lazer e o ecoturismo. O que se percebe, atualmente, é que as pressões antrópicas que causam a perda de geodiversidade e biodiversidade estão comprometendo, inclusive, essa capacidade da natureza de “prestação” de serviços ecossistêmicos.

O Brasil está entre os 187 países que participam da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), assinada em 1992 na Conferência Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (EGLER; SANTOS, 2006). O conhecimento, a conservação e a utilização sustentável dos recursos naturais são as diretrizes básicas para a Política Nacional da Biodiversidade. No território brasileiro 18% (1,6 milhão de km²) dos seus 8.516 milhões de km² estão enquadrados legalmente como Unidades de Conservação (UC), totalizando mais de 2.300 UCs. Tanto a criação, quanto a manutenção das Unidades de Conservação são compromissos internacionais assumidos nas Convenções sobre a Diversidade Biológica (CDB) e do Clima e, também com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para 2030, integrando a economia, o ambiente e as pessoas. Estima-se que somente 15,4% do globo terrestre (20,6 milhões de km²) seja a soma de áreas protegidas, que vêm promovendo o uso racional dos recursos naturais e a conservação da biodiversidade e da geodiversidade (FRANCO; SCHITTINI, 2015).

Assim, é fato que o crescimento da população humana continua a impactar e diminuir as áreas naturais, o que torna cada vez mais urgente e necessário reunir esforços que visem a conservação dos ambientes naturais e consequente manutenção dos serviços ecossistêmicos. Reconhecer a importância da compreensão científica sobre a descrição e funcionalidade dos ecossistemas poderá embasar a motivação para que cada cidadão possa fazer a sua parte.

Neste contexto, a criação ou a ampliação de museus ou acervos que armazenam e exibem amostras da natureza são importantes ferramentas utilizadas para proporcionar a evolução do conhecimento e para a divulgação da diversidade natural. Com a popularização das ciências naturais, cria-se um maior envolvimento dos cidadãos em questões relacionadas à natureza, assimilando o contexto de que o ser humano faz parte dela. O Museu de Ciências Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa nasce com essa responsabilidade: a de reaproximar as pessoas do conhecimento da natureza e de sensibilizar a socie-

dade para as questões de ciência e conservação ambiental. É preciso preservar nosso planeta para que possamos deixar aos nossos filhos e netos um lugar habitável.



O imperador D. Pedro II esteve no Paraná em 1880 e descreveu, poeticamente, a paisagem dos Campos Gerais como um “tapete verde sobre mesa de pedra”. A relação da vegetação de campos e solos rasos desenvolvidos nos arenitos explicita a indissociável combinação entre biodiversidade e geodiversidade.

Referências bibliográficas

- ABRÃO, B. M. **História da Filosofia**. São Paulo: Nova Cultural, 2004.
- ANDRADE-TUBINO, M. F. et al. How are fish assemblages and feeding guilds organized in different tropical coastal systems? Comparisons among oceanic beaches, bays and coastal lagoons. **Hydro-biology**, v. 847, n. 2, p. 403-419, nov. 2020.
- ANTIQUEIRA, L. M. O. R.; MORO, R. S. Remanescentes de Cerrado no Parque Nacional dos Campos Gerais-PR. In: CAMPOS M. A.; AZEVEDO, D. J. (Org.). **Biodiversidade Brasileira**: aspectos do estado atual. 2. ed. Ponta Grossa: Atena. 2020. p. 52-58.
- ARAUJO, A. G. M. A tradição cerâmica Itararé-Taquara: características, área de ocorrência e algumas hipóteses sobre a expansão dos grupos Jê no sudeste do Brasil. **Revista de Arqueologia**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 09-38, 2007.
- BARBOLA, I. F.; NASCIMENTO, E. A.; MILLÉO, J. A fauna de insetos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Ed.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. p. 143-150.
- BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Invertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1995.
- BENEDITO, E. **Biologia e ecologia dos vertebrados**. Rio de Janeiro: Roca, 2015.
- BFG, Brazil Flora Group. **The Brazil Flora 2020**. Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon*, v. 71, n. 1, 178-198, 2021.
- BIANCONI, G. V. et al. Peixes: Entre Campos. In: BIANCONI, G. V.; SILVA, M. D.; ROQUE, A. F. (Ed.). **Entre Campos**: Ciência e Educação nos Campos Gerais do Paraná. Curitiba: Instituto Neotropical. 2020. p. 47-52.
- BORNSCHNEIN, M. R. et al. Three New Species of Phytotelm-Breeding Melanophryniscus from the Atlantic Rainforest of Southern Brazil (Anura: Bufonidae). **Plos One**, v. 10, n. 12, p. 1-35, dez. 2015.
- BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Editora Palimage, 2005.
- _____.; SÁ, A. (Coord.). **Alterações climáticas**: registros nas rochas. Comissão Nacional da UNESCO. 2007.
- BROCARD, C. R.; MENDES, F. R.; BIANCONI, G. V. Mamíferos de médio e grande porte: entre campos. In: BIANCONI, G. V.; SILVA, M. D.; ROQUE, A. F. (Ed.). **Entre Campos**: Ciência e Educação nos Campos Gerais do Paraná. Curitiba: Instituto Neotropical. 2020. p. 74-83.
- BRUNO, M. C. O. A indissolubilidade da pesquisa, ensino e extensão nos museus universitários. **Cadernos de Sociomuseologia**, Lisboa, v. 10, n. 10, p. 47-51, 1997.
- _____. Museologia: entre abandono e destino. **Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 9, n. 17, p. 19-28, jan./jul. 2020.
- BRUSCA, R. C.; G. J. BRUSCA. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2007.
- _____.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- BUATOIS, L. A.; MÁNGANO, M. G. **Ichnology**: organism-substrate interactions in space and time. Cambridge: University Press, 2011.
- CARNEIRO, C. D. R.; MIZUSAKI, A. M. P.; ALMEIDA, F. F. M. A determinação da idade das rochas. **Terrae Didactica**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 6-35, 2005.
- _____.; TOLEDO, M. C. M.; ALMEIDA, F. F. M. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências** – USP, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 553-560, dez. 2004.
- CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Biologia Marinha**. 8. ed. Osasco: AMGH, 2012.
- CHRISTENHUSZ, M. J. M. et al. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. **Phytotaxa**, v. 19, v. 1, p. 55-70, 2011.
- CHYMZ, I. Considerações sobre duas novas Tradições Ceramistas Arqueológicas no Estado do Paraná. **Pesquisas - Antropologia**, São Leopoldo, v. 18, n. 1, p. 115-125, jan. 1968.
- COIMBRA, J. C. Cambriano. In: COIMBRA, J. C. et al. **Antes dos Dinossauros**: A evolução da vida e seu registro fóssil no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p. 15-18.
- COMPIANI, M. Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de Professores. **Revista do Instituto de Geociências** – USP, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 13-30, set. 2005.
- CONFEEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Mineração**: Importância dos minerais para a sociedade moderna. 2021. Disponível em: <https://www.confear.org.br/midias/web_cartilha_mineracao_170x240.pdf>. Acesso: 11 mar. 2021.
- CONRAD, J. S. Tree rings provide snapshots of Earth's past climate. **National Aeronautics and Space Administration (NASA)**, 2017. Disponível em: <<https://climate.nasa.gov/news/2540/tree-rings-provide-snapshots-of-earths-past-climate/>>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- CRIVELLARI, L. B. et al. Amphibians of grasslands in the state of Paraná, southern Brazil (Campos Sulinos). **Herpetology Notes**, v. 7, n. 1, p. 639-654, 2014.
- DELICADO, A. Para que servem os museus científicos? Funções e finalidades dos espaços de musealização das ciências. In: CONGRESSO LUSO-AFRO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, 8, 2004, Coimbra. **Anais [...]** Coimbra, 2004. p. 1-17.
- EEROLA, T. T. Mudanças climáticas globais: passado, presente e futuro. In: FÓRUM DE ECOLOGIA – MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO, 1, 2003, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Instituto de Ecologia Política, Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. p. 1-10.
- EGLER, I.; SANTOS, M. M. (Coord.). **Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade**. Brasília: MCT/CGEE, 2006.
- FALK, J. H. Free-choice science learning: Framing the discussion. In: FALK, J. H. (Ed.) **Free-choice science education**: How we learn science outside of school. New York: Teachers College Press, 2001. p. 1-20.
- FOLMANN, M. **Inventário do patrimônio geológico da APA da Escarpa Devoniana em Ponta Grossa-PR**. 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.
- FONSECA, V. M. M. Braquiópodes. In: CARVALHO, I. S. **Paleontologia**: microfósseis, paleoinvertebrados. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 334-356.
- FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 21-48, jul./dez. 2013.
- _____.; SCHITTINI, G. M. História da Conservação da Natureza e das áreas protegidas: panorama geral. **Historiae**, Rio Grande, v. 6, n. 2, p. 233-270, 2015.
- FREY, R. W. Concepts in the study of biogenic sedimentary structures. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 43, n. 1, p. 6-19, 1973.
- FROST, D. R. **Amphibian Species of the World**: an Online Reference. American Museum of Natural History, 2021. Disponível em: <<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>>. Acesso em: 24 mar. 2022.

- GARCIA, L. M. et al. Population ecology and conservation status of *Parodia carambeiensis* (Cactaceae). **Rodriguésia**, v. 72, n. 1, p. 1-13, 2021.
- GARCIA, S. et al. O clima do passado face ao presente. In: JACOBI, P. R. et al. **Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico**. São Paulo: Cia. das Letras, 1991. p. 21-44.
- GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. England: John Wiley and Sons, 2004.
- GUIMARÃES, G. B. et al. Geoparque dos Campos Gerais (PR). In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **Geoparques: propostas do Brasil**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p. 617-646.
- _____. et al. Geologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Ed.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. 2. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2010. p. 23-32.
- HALLAM, A. **Grandes controvérsias geológicas**. Barcelona, Labor, 1985.
- HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- HOFFMANN, A. C.; NASCIMENTO, R. H. C.; SHIBATTA, O. A. Fish fauna from tributaries throughout the Tibagi River basin, upper Paraná basin, Brazil. **Check List**, v. 11, n. 6, p. 1-12, 2015.
- HUTTON, J. Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the Globe. **Royal Society of Edinburgh**, v. 1, n. 2, p. 209-304, 1788.
- IANNUZZI, R.; VIEIRA, C. E. L. Breve História Evolutiva das Plantas. In: IANNUZZI, R.; VIEIRA, C. E. L. **Paleobotânica**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. p. 27-97.
- _____. Instituto Brasileiro de Museus. **Caderno da Política Nacional de Educação Museal**. Brasília: IBRAM, 2018.
- IBRAM. Instituto Brasileiro de Museus. **Museus e o turismo: estratégia de cooperação**. Brasília: IBRAM, 2014.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBIO, 2018. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol6.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2022.
- KENRICK, P.; CRANE, P. R. The origin and early evolution of plants on land. **Nature**, v. 389, n. 1, p. 33-39, set. 1997.
- KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de Ciência dos Minerais**. 23. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Disponível em: <<https://abre.ai/d8MH>>. Acesso em: 11 mar. 2022.
- LICCARDO, A.; CHODUR, N. L. **Os minerais: elementos da geodiversidade**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.
- _____.; PIEKARZ G. F. **Tropeirismo e geodiversidade no Paraná**. Ponta Grossa: Estúdio Texto, 2017.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012.
- MAGALHÃES, G. A evolução das espécies: da Natureza ao liberalismo econômico. **Revista de História Comparada**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2. p. 5-33, 2007.
- MAIA, R. A.; TOLEDO, R. F. (Org.). **Temas atuais em Mudanças Climáticas: para os Ensinos Fundamental e Médio**. São Paulo: IEE-USP, 2015. p. 22-29.
- MARANDINO, M. A. Pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. **História, Ciências, Saúde, Manguinhos**, v. 12, n. 1, p. 161-181, 2005.
- _____. **Por uma didática museal: propondo bases sociológicas e epistemológicas para a análise da educação em museus**. 2012. Tese de Livre Docência. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- MARCON, G. T. G. Contribuição ao estudo dos proboscídeos (Mammalia, Gomphotheriidae) do quaternário do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Geociências UnG**, Guarulhos, v. 7, n. 1, p. 93-109, 2008.
- MASSUQUETO, L. P. et al. Cachoeira de Santa Bárbara no Rio São Jorge, PR - bela paisagem realça importante contato do embasamento com rochas glaciogênicas siluro-ordovicianas. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Org.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2009. p. 163-174.
- MELLO, C. M.; CRIVELLARI, L. B. Anfíbios: entre campos. In: BIANCONI, G. V.; SILVA, M. D.; ROQUE, A. F. (Ed.). **Entre Campos: Ciência e Educação nos Campos Gerais do Paraná**. Curitiba: Instituto Neotropical. 2020. p. 53-59.
- MELO, M. S. et al. Vila Velha. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Org.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 1999. p. 269-277.
- _____.; LOPES, M. C.; BOSKA, M. A. Fumaça do Buraco do Padre: Formação Furnas, PR, Feições de erosão subterrânea em arenitos devonianos da Bacia do Paraná. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Org.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2005. p. 47-56. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio110/sitio110_impresso.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2022.
- _____.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Ed.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2007.
- MEYER, A. A. N. **Histologia de bivalves límnicos: memorial de pesquisa**. Curitiba: [s.n.], 2021.
- MICHELS-SOUZA, M. A. et al. A ictiofauna das lagoas adjacentes a lagoa Dourada e Tarumã no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. In: CARPANEZZI, O. T. B.; CAMPOS, J. B. (Org.). **Coletânea de Pesquisas: Parques Estaduais de Vila Velha, Cerrado e Guartelã**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2011. p. 42-78.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Overview of the Millennium Ecosystem Assessment**. 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/About.aspx#2>>. Acesso em: 19 mar. 2022.
- MORANDINI, A. C.; STAMPAR, S. N.; SILVEIRA, F. L. Trichoplax from marine cultures in Brazil - First record of the phylum Placozoa in the South Atlantic Ocean. **Zoologischer Anzeiger**, v. 245, n. 1, p. 127-129, 2006.
- MORO, R. S.; NOGUEIRA, M. K. F. S. **Guia de Aulas Práticas em Botânica Criptogâmica**. Ponta Grossa: UEPG, 2014.
- NASCIMENTO JUNIOR, J.; TRAMPE, A.; SANTOS, P. A. (Org.). **Mesa redonda sobre la importancia y el desarrollo de los museos en el mundo contemporáneo: mesa redonda de Santiago de Chile**. Brasília: Ministério da cultura, IBRAM, IberoMuseus, 2012.
- NEVES, P. C. P.; SCHENATO, F.; BACHI, F. A. **Introdução à mineralogia prática**. 2. ed. Canoas: ULBRA, 2008. Disponível em: <<https://abre.ai/d8M2>>. Acesso em: 11 mar. 2022.
- NOAA, **National Oceanic and Atmospheric Administration**. What Are "Proxy" Data?. 2022. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/news/what-are-proxy-data>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- NOELLI, F. S. A ocupação humana na região sul do Brasil: Arqueologia, debates e perspectivas 1872-2000. **Revista da USP**, São Paulo, v. 44, n. 44, p. 218-269, dez./fev. 2000.
- NSF-ICF, National Science Foundation. **About Ice Cores**. 2022. Disponível em: <<https://icecores.org/about-ice-cores>>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- OLIVEIRA, H. M. **Meteoritos: Introdução à meteorítica e uma visão geral dos meteoritos brasileiros**. 3.ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2020.

OLIVEIRA, M. J. et al. História geológica e Ciência do clima: métodos e origens do estudo dos ciclos climáticos na Terra. **Terra**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 3-26, 2015.

PARANÁ. Sistema Estadual de Legislação. Lei Estadual nº 1.292, de 12 de Outubro de 1953. Cria no município de Ponta Grossa nas terras denominadas “VILA VELHA” e “LAGÔA DOURADA” um parque estadual. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=15059&indice=1&totalRegistros=1>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

PARELLADA, C. I. Arqueologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Ed.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. p. 163-170.

PINPAO, D. M.; MANSUR, M. C. D. Chave pictórica para identificação dos bivalves do baixo Rio Ari-puanã, Amazonas, Brasil (Sphaeriidae, Hyriidae e Mycetopodidae). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 377-384, 2009.

PONTES, H. **Espacialização de feições cársticas da Formação Furnas**: ferramenta para gestão do território no município de Ponta Grossa (PR). 2014. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

_____. **Vertebrate life**. 9. ed. [S.l.]: Pearson Higher, 2013.

PRESS, F. et al. **Para Entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PROUS, A. **Arqueologia Brasileira**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1992.

RATIER, R.; BIBIANO, B.; MOÇO, A. **Evolução**: a ideia que revolucionou o sentido da vida. Nova escola, 2009. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1109/evolucao-a-ideia-que-revolucionou-o-sentido-da-vida>>. Acesso em: 24 mar. 2022.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

REY, L. **Parasitologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RIBEIRO, P. A. M. Os mais antigos caçadores-coletores do sul do Brasil. In: TENÓRIO, M. C. (Org.). **Pré-história da Terra Brasilis**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2000, p. 84-99.

RICARDI-BRANCO, F. Jazigos Paleobotânicos do Brasil. In: CARVALHO, I. S. **Paleontologia**: Conceitos e Métodos, 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. p. 585-596.

RUBERTI, E.; SZABÓ, G. A. J.; MACHADO, R. Metamorfismo: processos e produtos. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

RUPPERT, R.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados uma abordagem funcional-e-volutiva**. 7. ed. São Paulo, Roca. 2005.

RUSSELL, R. M. **Coral Reef Cores - Paleoclimate Proxy Records**. UCAR Office of Education and Outreach, 2014. Disponível em: <https://eo.ucar.edu/staff/russell/climate/paleoclimate/coral_reef_proxy_records.html>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SANTANA, D. J. et al. A new species of Proceratophrys Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura, Odontophrynidae) of the P. bigibbosa species group from Southern Brazil. **Vertebrate Zoology**, v. 71, n. 1, p. 387-401, 2021.

SANTOS, C. V. (no prelo). **O Museu de Ciências Naturais da UEPG e seu papel no desenvolvimento sustentável de Ponta Grossa, PR**. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022.

_____.; LICCARDO, A. A survey of the paleontological heritage of Paraná State, Brazil. **Journal of the Geological Survey of Brazil**, v. 4, n. Special, p. 37-44, jun./jul. 2021.

_____.; IOP, S.; ALVES, S. S. Anfíbios dos Campos Sulinos: diversidade, lacunas de conhecimento, desafios para conservação e perspectivas. **Herpetologia Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 51-59, 2014.

SCHERER-NETO, P. Aves: entre campos. In: BIANCONI, G. V.; SILVA, M. D.; ROQUE, A. F. (Ed.). **Entre Campos**: Ciência e Educação nos Campos Gerais do Paraná. Curitiba: Instituto Neotropical. 2020. p. 69-73.

SEODOR, F. A. **Fósseis do Paraná**. Curitiba: (recurso digital), 2014.

_____.; SILVA, R. C. Primeiro registro de pegadas de Mesosauridae (Amniota, Sauropsida) na Formação Irati (Permiano Superior da Bacia do Paraná) do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 2, p. 269-274, jul./ago. 2004.

SEDORKO, D.; FRANCISCHINI, H. Conceitos, princípios e classificações icnológicas. In: SEDORKO, D.; FRANCISCHINI, H. **Iconologia**: interações entre organismos e substrato. Curitiba: CRV. 2021, p. 15-16.

SHUMAN, B. Paleoclimate Reconstruction - Approaches. In: ELIAS, S. A. (Ed.). **Encyclopedia of Quaternary Science**. Amsterdam: Elsevier, 2006. p. 1942-1948.

SILVA JUNIOR, J. C. G. Aspectos históricos, evolutivos e paleobiológicos dos titanossauros. **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 21-27, 2020.

STEINBACH-PADILHA, G. C. A new species of Melanophryniscus (Anura, Bufonidae) from the Campos Gerais region of Southern Brazil. **Phyllomedusa**, Piracicaba, v. 7, n. 2, p. 99-108, 2008.

STENDER, F. Répteis: entre campos. In: BIANCONI, G. V.; SILVA, M. D.; ROQUE, A. F. (Ed.). **Entre Campos**: Ciência e Educação nos Campos Gerais do Paraná. Curitiba: Instituto Neotropical. 2020. p. 60-68.

STORER, I. T. et al. **Zoologia Geral**. 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1989.

STUMPF, C. F. **O que os espeleotemas podem nos dizer sobre o clima do passado?**. Brasília: Espeleo Grupo de Brasília – EGB, 2019. Disponível em: <<https://www.egb.org.br/o-que-os-espeleotemas-podem-nos-dizer-sobre-o-clima-do-passado/>>. Acesso em: 26 jan. 2022.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

SZABÓ, G. A. J.; TEIXEIRA, W.; BABINSKI M. Magma e seus produtos. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p. 152-183.

TESSLER, M. G. Formação e evolução dos oceanos. In: CASTELLO, J. P.; KRUG, L. C. (Org.). **Introdução às ciências do mar**. Pelotas: Editora Textos, 2015. p. 26-43.

USGS. United States Geological Survey. **Coral Reefs as Climate Archives**. 2018. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/science/coral-reefs-climate-archives>>. Acesso em: 28 jan. 2022.

WWF-BRASIL. **Unidades de Conservação no Brasil**: Quanto o Brasil tem em Unidades de Conservação?. 2019. Disponível em <https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_uc_tema03_v2.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2022.

ZUCOLOTO, M. E. Breve histórico dos meteoritos brasileiros. In: MATSUURA, O. T. **História da Astronomia no Brasil**. Recife: Companhia Editora de Pernambuco, 2013. p. 358-392.

Este livro reflete o empenho de vários pesquisadores da Universidade Estadual de Ponta Grossa na construção do Museu de Ciências Naturais e na preservação de um valioso patrimônio científico. O esforço visa o resgate da cultura de ciência, que a sociedade vem dando abundantes sinais de estar perdendo nos últimos tempos. A conservação do meio ambiente é a tônica do MCN e o principal enfoque está na educação sobre os processos naturais. Uma exposição de objetos de natureza fascina os visitantes e aproxima um pouco o mundo urbano do nosso verdadeiro ambiente, provocando reflexões necessárias.

Não é possível qualquer ação de conservação do nosso habitat, tão ameaçado nos dias atuais, sem o conhecimento mínimo dos processos geológicos e biológicos que atuam no planeta. São pontos fundamentais numa educação, que se pretende, em direção à conscientização ambiental ou patrimonial e ao desenvolvimento sustentável.

Esperamos que o Museu de Ciências Naturais e este livro, que nasceram juntos, contribuam de algum modo para esse processo de alfabetização científica sobre a natureza e que cada visitante ou leitor seja tocado pela emergência ambiental que está pondo em risco a diversidade biológica e geológica de nosso planeta.

Antonio Liccardo

série _____
referência

ISBN: 978-65-87261-25-6



Universidade
Estadual de
Ponta Grossa

